

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 № 4, 2023 г.

Выходит 4 раза в год

	«Наука. Инновации. Технологии» Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета
Учредитель	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»
Главный редактор:	д.г.н., проф. Белозеров В.С.
Заместитель главного редактора:	д.г.н., проф. Щитова Н.А.
Международный редакционный совет:	Абшаев М.Т., д-р физ.-мат. наук, профессор (Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик); Воробьева О.Д., д-р экон. наук, профессор (Московский государственный университет, г. Москва); Гасумов В.А., д-р техн. наук, профессор (Азербайджанский технический университет, г. Баку); Герасименко Т.И., д-р геогр. наук, профессор (Оренбургский гос. университет, г. Оренбург); Диневич Л.А., д-р физ.-мат. наук, профессор (Тель-Авивский университет, г. Тель-Авив); Жакин А.И., д-р физ.-мат. наук, профессор (Юго-Западный гос. университет, г. Курск); Зырянов А.И., д-р геогр. наук, профессор (Пермский государственный университет, г. Пермь); Ибрагимов А.И., д-р геогр. наук, профессор (Эгейский университет, Турция, г. Измир); Коляда А.А., д-р физ.-мат. наук, доцент (Белорусский гос. университет, г. Минск); Лиховид А.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Молодикова И.Н., канд. геогр. наук (Центрально-Европейский университет, г. Вена); Нефедова Т.Г., д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва); Панин А.Н., к. геогр. н., доц. (Московский государственный университет, г. Москва); Рязанцев С.В., член-корреспондент РАН, д. экон. наук, профессор (Институт социально-политических исследований РАН, г. Москва); Тикунов В.С., д-р геогр. наук, профессор (Московский государственный университет, г. Москва); Хани А.А.К., канд. техн. наук, профессор (Иорданский университет науки и технологии, Ирбид)
Редакционная коллегия:	Бадов А.Д., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Бекетов С.Б., д-р техн. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Белозеров В.С., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Беляев Н.Г., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Гасумов Р.А., д-р техн. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Губарева Л.И., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Джандарова Т.И., д-р биол. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Диканский Ю.И., д-р физ.-мат. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Ерин К.В., д-р физ.-мат. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Закинян А.Р., д-р физ.-мат. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Закинян Р.Г., д-р физ.-мат. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Керимов А.Г., д-р техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Котти Б.К., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Лукьянов В.Т., д-р техн. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Лысенко А.В., д-р геогр. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Мишвелов Е.Г., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Полян П.М., д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва); Разумов В.В., д-р геогр. наук, профессор (главный научный сотрудник ОАО «Российские космические системы», г. Москва); Соловьев И.А. (к. геогр. н., доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Тимченко Л.Д., д-р ветеринар. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Толпаев В.А., д-р физ.-мат. наук, доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Федорова Н.Г., д-р техн. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Харченко В.М., д-р геол.-минерал. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Шальнев В.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Щитова Н.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь)
Ученый секретарь:	к. геогр. наук, доцент Соловьев И.А.
Свидетельство о регистрации	ПИ № ФС77–52723 от 8.02.2013
Подписной индекс	Объединённый каталог. ПРЕССА РОССИИ. Газеты и журналы: 94011
Журнал	включен в БД «Российский индекс научного цитирования», перечень ВАК. Журнал «Вестник Ставропольского государственного университета» перерегистрирован в журнал «Наука. Инновации. Технологии» в связи с переименованием учредителя
Адрес редакции	355035, Россия, г. Ставрополь, ул. Кулакова, 16/1, ауд. 403
Адрес издательства	355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
Телефон	(8652) 33-07-32
Сайт	www.ncfu.ru
E-mail	nit_ncfu@mail.ru
ISSN	2308-4758
DOI	https://doi.org/10.37493/2308-4758.0

	«Science. Innovations. Technologies» North Caucasus Federal University
Founder	Federal State Autonomous Educational Institution for Higher Education "North-Caucasus Federal University"
Chief Editor:	Doctor of Geographical Sciences, prof. Belozеров V.S.
Deputy Chief Editor:	Doctor of Geographical Sciences, prof. Shchitova N.A.
International Editorial Board:	Abshaev M.T., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor (High Mountain Geophysical Institute, Nalchik); Gasumov V.A., Dr. of techn. sciences, professor (Azerbaijan Technical University, Baku); Likhovid A.A., Dr. of Geogr. Sciences, professor (NCFU, Stavropol); Dinevich L.A., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor (Tel Aviv University, Tel Aviv); Gerasimenko T.I., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Orenburg State University, Orenburg); Hani A.A.K., Cand. of Tech. Sciences, Professor (Jordan University of Science and Technology, Irbid); Ibragimov A.I., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Aegean University, Turkey, Izmir); Kharchenko V.M., Doctor of Geol.-Mineral. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Kolyada A.A., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor (Belarusian State University, Minsk); Molodikova I.N., Cand. of Geogr. Sciences (Central European University, Vienna); Nefedova T.G., Dr. of Geogr. Sciences, led. scientific. RAS employee (IG RAS, Moscow); Panin A.N., Ph.D. of Geographical Sciences, Associate Professor (Moscow State University, Moscow); Ryazantsev S.V., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics Sciences, Professor (Institute of Social and Political Research RAS, Moscow); Tikunov V.S., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Moscow State University, Moscow); Vorobieva O.D., Doctor of Economics Sciences, Professor (Moscow State University, Moscow); Zhakin A.I., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor (South-West State University, Kursk); Zyryanov A.I., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Perm State University, Perm)
Editorial team:	Belozеров V.S., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Beketov S.B., Dr. of techn. sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Belyaev N.G., Dr. of Biol. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Gasumov R.A., Dr. of techn. sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Gubareva L.I., Dr. of Biol. sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Dzhandarova T.I., Dr. of Biol. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Dikansky Yu.I., Dr. of Phys.-Math. sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Erin K.V., Dr. of Phys.-Math. sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Fedorova N.G., Dr. of Techn. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Kerimov A.G., Dr. of Techn. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Kharchenko V.M., Doctor of Geol.-Mineral. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Kotti B.K., Dr. of Biol. sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Lukyanov V.T., Dr. of Techn. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Lysenko A.V., Dr. of Geogr. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Polyan P.M., Dr. of Geogr. Sciences, led. scientific. RAS employee (IG RAS, Moscow); Razumov V.V., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Chief Researcher of JSC Russian Space Systems, Moscow); Timchenko L.D., Dr. of Veterinary Medicine. sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Tolpaev V.A., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Shalnev V.A., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Shchitova N.A., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Soloviev I.A., Ph.D. of Geographical Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Mishvelov E.G., Doctor of Biological Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Badov A.D., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol); Zakinyan A.R., Dr. of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Zakinyan R.G., Dr. of Phys.-Math. sciences, Professor (NCFU, Stavropol)
Scientific Secretary:	PhD of Geographical Sciences, Associate Professor Soloviev I.A.
Certificate	ПН № ФС77–52723 dated February 8th 2013
The Index	The Journal is included in the DB «Russian index of the scientist quoting» The Journal is included in the DB «Russian index of the scientist quoting». The journal «Bulletin of the Stavropol state University» renamed in the journal «Science. Innovations. Technologies» due to renaming of the founder
The editorial office address	Room. 403, 16/1, Kulakova St., Stavropol, 355035, Russia
Publisher's address	1, Pushkin St., Stavropol, 355017, Russia
Phone	(8652) 33-07-32
Site	www.ncfu.ru
E-mail	nit_ncfu@mail.ru
ISSN	2308–4758
DOI	https://doi.org/10.37493/2308-4758.0

СОДЕРЖАНИЕ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», № 4, 2023

1.6.12.	ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ	
1.6.13.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ	
	Лиховид А.А., Берберян А.О.	
	Исследования В.Г. Гниловским гео- графических особенностей Ставропольского края	7
	Likhovid A.A., Berberyan A.O.	
	Studies of Geographical Features of the Stavropol Krai By V.G. Gnilovskoy	8
	Щитова Н.А., Белозеров В.С., Зольникова Ю.Ф., Полян П.М.	
	Теоретические подходы и програм- мно-целевой метод в региональном исследовании молодежной миграции	25
	Shchitova N.A., Belozеров V.S., Zolnikova Ju.F., Polyani P.M.	
	Theoretical Approaches and Program- Target Method in the Regional Study of Youth Migra- tion	26
	Эшроков В.М., Черкасов А.А., Сопнев Н.В.	
	Агломерации Ставропольского края: сравнение пространственной и демографи- ческой динамики	55
	Eshrokov V.M., Cherkasov A.A., Sopnev N. V.	
	Agglomerations of The Stavropol Re- gion: Comparison of Spatial and Demographic Dyna- mics	56
1.6.18.	НАУКИ ОБ АТМОСФЕРЕ И КЛИМАТЕ	
	Аджиев А.Х., Черкесов А.А., Керефова З.М.	
	Региональные особенности грозо- вой активности (на примере территории Кабардино- Балкарской Республики)	83

	Adzhiev A.Kh., Cherkesov A.A., Kerefova Z.M.	
	Regional features of thunderstorm ac- tivity (on the example of the territory of the Kabardino- Balkarian Republic)	84
1.6.21.	ГЕОЭКОЛОГИЯ	
	Мишвелов Е. Г., Белоусов А. И., Иванов А. Л., Сигида С. И., Корниенко А. И.	
	Особенности использования возоб- новляемых источников энергии в сельском хозяйст- ве Ставропольской губернии в пореформенный пе- риод	103
	Mishvelov E. G., Belousov A.I., Ivanov A.L., Sigida S.I., Kornienko A.I.	
	The use of Renewable Energy Sources in the Agriculture of the Stavropol Province in the Post- Reform Period	104
	Разумов В.В., Калов Р.О., Богданова Н.Д., Разумова Н.В., Лиховид Н.Г.	
	Активность и опасность проявления обвально-осыпных процессов на территории Ка- бардино-Балкарской республики.	119
	Razumov V.V., Kalov R.O., Bogdanova N.D., Razumova N.V ., Likhovid N.G.	
	Activity and Danger of Avalanche-Talus Processes on the Territory of the Kabardino-Balkarian Republic	120
	Ашабоков Б.А., Федченко Л.М., Ташилова А.А., Кешева Л.А., Ашабокова М.Б.	
	Об одной модели снижения рисков от засух в сельском хозяйстве.	155
	Ashabokov B.A., Fedchenko L.M., Tashilova A.A., Kesheva L.A., Ashabokova M.B.	
	On a Model for Drought Risk Reduction in Agriculture	156

2.8.4. РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Альшейхли М.Д.З.,
Добролюбова Р.К.,
Инякина Е.И.,
Краснов И.И.**

Определение потерь конденса-
та при наличии неуглеводородных компонентов в
пластовом газе 177

**Alsheikhly M.J.Z.,
Dobrolyubova R.K.,
Inyakina E.I.,
Krasnov I.I.**

Determination of Condensate Loss in
the Presence of Nonhydrocarbon Components in Re-
servoir Gas 178

**Керимов А-Г.Г., Керимова Е.Г.,
Бекетов С.Б., Гунькина Т.А.,
Копченков В.Г.**

Методика расчета параметров ме-
ханических свойств горных пород для моделирова-
ния гидроразрыва пласта. 199

**Kerimov A-G.G., Kerimova E.G.,
Beketov S.B., Gunkina T.A.,
Kopchenkov V.G.**

Method for Calculating Parameters of
Mechanical Properties of Rocks for Simulation of Hy-
draulic Fracturing 200

1. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
1.6. Науки о земле и окружающей среде

1.6.12.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ
ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

1.6.13.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 908: 910.1

10.37493/2308-4758.2023.4.1

DOI

**Лиховид А.А.,
Берберян А.О.**

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь, Россия

**ИССЛЕДОВАНИЯ В.Г. ГНИЛОВСКИМ
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

Введение.

Современный этап развития краеведения характеризуется повышенным интересом к наиболее ценным результатам деятельности ученых XX века. Идет активное изучение собранной и систематизированной ими информации. К 1917 г. краеведение занимало немалое место в культурной и общественной жизни больших и малых городов. На местах складывался широкий круг образованных людей, занимающихся краеведческими исследованиями, формировалось поколение историков-краеведов. Повсеместно возникали краеведческие общества, музеи и кружки. Именно они составляли тот реальный научный базис, без которого трудно представить дальнейшее развитие краеведения. Владимир Георгиевич Гниловский внес большой вклад в развитие географического краеведения, вывел его на новый уровень, но основные взгляды ученого остаются недостаточно изученными.

Материалы и методы
исследований.

В основу исследования были положены принципы историзма, объективности и системности. Применение общенаучных методов – анализа и синтеза – способствовало углубленному изучению исторических явлений в области географического краеведения. В работе применен сравнительно-исторический метод и системно-функциональный анализ материала с использованием проблемно-хронологического подхода. Метод количественного анализа позволил проследить динамику краеведческих работ различного типа за весь рассматриваемый период. Научное наследие В.Г. Гниловского во многом определяется опорой на труды предшественников, их критический анализ, позволивший завершить определенный этап в накоплении эмпирических сведений о природе Ставрополя. В работе применен сравнительно-исторический метод и системно-функциональный анализ материала с использованием проблемно-хронологического подхода. Метод количественного анализа позволил проследить динамику краеведческих работ различного типа за весь рассматриваемый период.

Результаты исследований**и их обсуждение.**

Цель данной статьи – выявить и проанализировать вклад В.Г. Гниловского в развитие географического краеведения. Для достижения цели были проанализированы работы краеведов – предшественников на Ставрополье в XIX – начале XX в., систематизирована научно-исследовательская деятельность В.Г. Гниловского. Были выявлены основные подходы и принципы географического краеведения в работах В.Г. Гниловского, а также обобщены ключевые идеи популяризации и просветительской деятельности учёного в области географического краеведения.

Выводы.

Систематизация научно-исследовательской деятельности В.Г. Гниловского позволила выделить два основных направления, к которым относится большинство работ ученого: а) научная работа в области геоморфологии; б) научно-исследовательская деятельность в области исторической географии. Его научные многолетние исследования и открытия обогатили географические знания о Ставрополье, и дали толчок к дальнейшим более углубленным и комплексным исследованиям. Все результаты своей исследовательской деятельности В.Г. Гниловский старался не только опубликовать, но и донести до широких масс. Выявив ключевые идеи популяризации и просветительской деятельности в области географического краеведения, можно сделать вывод, что В.Г. Гниловский внес большой вклад в организацию и проведение общественно-просветительской деятельности.

Ключевые слова:

В. Г. Гниловский, краеведение, географическое краеведение, геоморфология, историческая география

**Likhovid A.A.,
Berberyan A.O.**

North-Caucasus Federal University,
Stavropol, Russia

Studies of Geographical Features of the Stavropol Krai By V.G. Gnilovskoy

Introduction.

The current stage of the development of local history is characterized by an increased interest in the most valuable results of scientists of the XX century. An active study of the information collected and systematized by them is underway. By 1917, local history took a significant place in cultural and social life of large and small cities. There was a wide range of educated people engaged in local history research, and a generation of local historians emerged. Local history societies, museums and clubs sprang up everywhere. They formed the real scientific basis without which it is difficult to imagine the further development

of local history. Vladimir G. Gnilovskoy made a great contribution to the development of geographical local history and brought it to a new level but the main views of the scientist remain insufficiently studied.

Materials and research methods.

The research was based on the principles of historicism, objectivity and consistency. The use of general scientific methods of analysis and synthesis made the great contribution to the in-depth study of historical phenomena in the field of geographical local history. The paper uses a comparative historical method and a system-functional analysis of the material using a problem-chronological approach. The method of quantitative analysis allowed us to track the dynamics of local history works of various types over the entire period under review. Scientific legacy of V. G. Gnilovskoy is largely determined by the reliance on the works of his predecessors, their critical analysis which allowed us to complete a certain stage in the accumulation of empirical information about the nature of Stavropol. The paper uses a comparative-historical method and a system-functional analysis of the material using a problem-chronological approach. The method of quantitative analysis allowed us to trace the dynamics of local history works of various types for the entire period under review.

Research results and their discussion.

The purpose of this article is to identify and analyze the contribution of V. G. Gnilovskoy to the development of geographical local history. To achieve this goal the work of local historians – the predecessors in Stavropol in the XIX – early XX centuries was analyzed and the research activities of V. G. Gnilovskoy were systematized. The main approaches and principles of geographical local history in the works of V. G. Gnilovskoy were identified as well as the key ideas of popularization and educational activities of the scientist in the field of geographical local history were summarized.

Conclusions.

Systematization of research activities V. G. Gnilovskoy allowed us to identify two main areas that most of the scientist's works belong to: a) scientific work in the field of geomorphology; b) research activities in the field of historical geography. His long-term scientific research and discoveries enriched the geographical knowledge of Stavropol and gave an impetus to further more in-depth and comprehensive research. All the results of his research activities V. G. Gnilovskoy tried not only to publish but also to convey to the public. Having identified the key ideas of popularization and educational activities in the field of geographical local history we can conclude that V. G. Gnilovskoy made a great contribution to the organization and conduct of public education activities.

Keywords:

V.G. Gnilovskoy, local history, geographical local history, geomorphology, historical geography

Введение

Современный этап развития краеведения характеризуется повышенным интересом к наиболее ценным результатам деятельности ученых XX века. Идет активное изучение собранной и систематизированной ими информации. Исследуются натуральные образцы, предметы материальной культуры и другие данные о территории. Особая роль уделяется охране ценных природных объектов, памятников истории и культуры. Все это оказывает положительное значение для становления и развития методологических позиций географического краеведения.

К 1917 г. краеведение занимало немалое место в культурной и общественной жизни больших и малых городов. На местах складывался широкий круг образованных людей, занимающихся краеведческими исследованиями, формировалось поколение историков-краеведов. Повсеместно возникали краеведческие общества, музеи и кружки. Именно они составляли тот реальный научный базис, без которого трудно представить дальнейшее развитие краеведения. Владимир Георгиевич Гниловской внес большой вклад в развитие географического краеведения, вывел его на новый уровень, но основные взгляды ученого остаются недостаточно изученными [10].

В.Г. Гниловской обладал обширными познаниями в области геоморфологии Центрального Предкавказья, был знатоком геологических и гидрологических условий Кавказских Минеральных Вод, занимался палеонтологией и газовым вулканизмом, сейсмикой. Ему принадлежит заслуга находок и сохранения метеоритов на территории Ставрополя. В.Г. Гниловской был авторитетным ученым в области исторической географии, немало времени уделял топонимике города Ставрополя. Его имя хорошо известно среди советских ученых. Проработав 44 года в Ставропольском педагогическом институте, выпустив 8 поколений учителей, подготовив тем самым более 10 тысяч специалистов географии, им было опубликовано более 106 научных работ. Школьникам Владимир Георгиевич дал первые учебники географии Ставропольского края, атлас Ставропольского края, научно-популярную книгу «Занимательное краеведение», учебные карты края [10].

Научное наследие В.Г. Гниловского хранится в фондах Ставропольского государственного историко-культурного и природно-лан-

дшафтного музея-заповедника им. Г.Н. Прозрителева и Г.К. Праве. Доведение мыслей и идей В.Г. Гниловского до широкой общественности края имеет особую актуальность, им охвачен широчайший круг проблем географии, истории, культуры, а также сделал ряд важнейших открытий в науке.

Материалы и методы исследований

Научное наследие В.Г. Гниловского во многом определяется опорой на труды предшественников, их критический анализ, позволивший завершить определенный этап в накоплении эмпирических сведений о природе Ставрополья. В работе применен сравнительно-исторический метод и системно-функциональный анализ материала с использованием проблемно-хронологического подхода. Метод количественного анализа позволил проследить динамику краеведческих работ различного типа за весь рассматриваемый период.

Исследования В.Г. Гниловского в области географического краеведения опирались на исследования его предшественников. Много времени Владимир Георгиевич проводил в музеях и архивах, анализируя географические, исторические, картографические материалы второй половины XIX – начала XX вв. В своих изысканиях В.Г. Гниловский использовал работы таких ученых, как: И.В. Ровинский, Г.В. Абих, Г.Н. Прозрителев, Г.К. Праве, И.В. Бентковский и др.

На основе глубоко анализа работ предшественников В.Г. Гниловский находил в них «белые пятна», неясности, которые определяли тематику и направление его исследований в области исторической и комплексной физической географии.

Значительное влияние на творчество В.Г. Гниловского оказал труд И.В. Ровинского «Хозяйственное описание Астраханской и Кавказской губерний...», изданный в 1809 г. Работа была первым печатным описанием значительной части территории Северного Кавказа и в этом отношении представила значительную ценность для краеведов, интересующихся прошлым Ставропольского края. По мнению В.Г. Гниловского, научные материалы И.В. Ровинского были интересны не только описанием природных, экономических и этнографических условий Ставрополья в конце XVIII столетия, но

и тем, что по ней можно судить о представлениях современников, касающихся географии Северного Кавказа.

Проводя геолого-гидрологические исследования, В.Г. Гниловской продолжил дело своего предшественника – русского академика Г.В. Абиха, который составил первое научное описание геологии района Кавказских Минеральных Вод и выявил основные черты геологического строения, которые оказались настолько научно обоснованными, что и в настоящее время признаются реально существующими.

Уделяя много внимания изучению научного регионоведения и локальной истории Ставрополя, Владимир Георгиевич повсеместно использовал труды таких известных ученых и краеведов, как И.В. Бентковский, Г.К. Праве (с которым был лично знаком) и в особенности Г.Н. Прозрителев.

Наряду с отдельными учеными особую роль в развитии краеведения на Ставрополье во второй половине XIX – начале XX в. сыграли научные общества и учреждения, продолжателем традиций которых был В.Г. Гниловской. Труды В.Г. Гниловского являются завершающим этапом развития географического краеведения, после которого оно четко разделяется на научное и популяризационное.

Результаты исследований и их обсуждение

Историографический анализ трудов В.Г. Гниловского позволил определить этапы научной деятельности, характеризующие приоритеты и основные результаты в определенные периоды жизни.

Труды В.Г. Гниловского в большинстве случаев отличаются практической направленностью, но каждый из них внес свой вклад в то или иное направление географического краеведения. Мы попытались систематизировать работы по годам в связи, с чем выделили несколько периодов научно-исследовательской деятельности ученого.

За первый период (1940–1949 гг.) было опубликовано 19 работ, это в основном научные труды в области геоморфологии, которые были посвящены изучению Ставропольской возвышенности, поверхностных и грунтовых вод, устья р. Егорлык. В.Г. Гниловским впервые были описаны известково-песчанистые конкреции верх-

не-сарматских песков, вскрытых на г. Куцай в районе с. Петровского (ныне г. Светлоград). Проводя исследования на данной территории, ученый обнаружил большое количество останков морских и континентальных животных. Первая работа В.Г. Гниловского была опубликована в 1940 г., где были выявлены и описаны такие уникальные памятники природы, как скалы Томузловки причудливых форм: «Каменные ворота», «Каменная ящерица», «Лягушка», «Каменная черепаха», «Дракон», «Каменные сараи», «Писанные камни»; колодцеобразные пещеры в том числе «Подковка», и ряд других, объявленных ныне геологическими памятниками природы.

В результате исследования ряда пещер в районе с. Александровского Ставропольского края, ученым было выяснено, что Колодцеобразная пещера на г. Голубиной представляет собой естественное, природное образование, возникшее без участия человека, что обосновывается как наличием по соседству аналогичных образований различного диаметра, так и характером материала, из которого состоят её стены. Колодцеобразная пещера по своему генезису и формам напоминает причудливые пещерные образования. Образование колодцеобразных пещер данного района происходило в толще среднесарматского песка, слагающего верхние части горы Голубиной и окрестных гор-останцев, вследствие процессов его цементации известковыми растворами, проникавшими сверху [Гниловской, 1939]. Описание этих явлений в литературе освещены недостаточно, поэтому Владимир Георгиевич писал о необходимости в течение ближайшего времени продолжить изучение этих интересных памятников природы для составления их монографического описания.

Результаты исследований первого периода были опубликованы в изданиях Ставропольского пединститута и докладывались на многих конференциях.

Во втором периоде научно-исследовательской деятельности (1950–1955 гг.) сфера научных интересов ученого стала расширяться. В.Г. Гниловской разрабатывал экскурсии по г. Ставрополю и Кавказским Минеральным водам, осваивал территориальное развитие города Ставрополя, изучал метеориты [6]. В данный период научной деятельности ученый 23 мая 1952 года успешно защитил диссертацию на тему «Особенности геоморфологии юго-западной

части Ставропольской возвышенности», за которую ему была присвоена ученая степень кандидата географических наук [12].

Проводя исследование на Ставропольской возвышенности, В.Г. Гниловской выявил, что на морфологию данной территории продолжают влиять вертикальные движения разных знаков, они проявляются в деформации террас, сложившихся в четвертичное время. Подъем террас значителен в левобережье широтной части Егорлыка, особенно в районе г. Стрижамент [7]. Итоги проведенных исследований отразились в 18 работах, которые были опубликованы в «Материалах по изучению Ставропольского края» и в сборнике «Кавказские Минеральные Воды». В 1954 г. В.Г. Гниловской выпустил в свет книгу «Занимательное краеведение».

Третий период (1956–1961 гг.), в течение которого было опубликовано 16 работ, характеризуются новыми геоморфологическими исследованиями, в первую очередь, карстовых и просадочных явлений Ставропольской возвышенности и окрестностей г. Ставрополя; землетрясений в предгорной полосе Западного Кавказа, геоморфологических особенностей и новейших тектонических движений локальных структур Ставрополя, а также исследованием проявления газового вулканизма в пределах Северо-Ставропольской антиклинальной структуры. В 1959 г. В.Г. Гниловской участвует в экспедиции Ставропольского краевого музея в район находки нового индивидуального экземпляра метеорита Маныч и публикует несколько работ по данной тематике в журнале «Метеоритика» [11].

За четвертый период (1962–1970 гг.) В.Г. Гниловской опубликовал 19 работ. В этот период особое внимание ученый уделял исследованиям Северо-Ставропольской и Пелагиадской газоносных структур, деформациям земной поверхности при их разработке. В.Г. Гниловской был одним из первооткрывателей Сенгилеевской газоносной провинции, исследование и изучение которой явилось толчком к последующим работам геологов, которые в свою очередь завершились созданием в Ставропольском крае новой крупной отрасли добывающей промышленности [4]. Сам Владимир Георгиевич посвятил себя дальнейшему изучению газоносных площадей, их деформации и другим явлениям, связанным с добычей газа. За что и был высоко оценен международным комитетом по просадкам земной коры.

В данный период В.Г. Гниловской обнаружил и подробно описал феномен «Вечная мерзлота» на г. Развалка [3]. Следующим этапом деятельности ученого явилось изучения озер Тебердинского заповедника, а также был написан краткий физико-географический очерк об Архызе. Результаты изысканий были опубликованы в «Трудах Тебердинского Государственного заповедника», в сборниках «Северный Кавказ», а также в «Материалах по изучению Ставропольского края» [1]. В 1968 г. Владимир Георгиевич участвовал в создании первого «Атласа Ставропольского края» и был его научным редактором [2].

В пятом научно-исследовательском периоде (1971–1980 гг.) В.Г. Гниловской плодотворно трудился в области исторической географии, ученым за этот период было опубликовано 26 работ. Научные труды были изданы в «Материалах по изучению Ставропольского края», в сборниках «Труды сессии по исторической географии АН СССР», «Ландшафты и экономическая география Северного Кавказа», «Северный Кавказ».

Большое внимание В.Г. Гниловского привлекли обнаруженные и в последующем проанализированные им старинные планы и карты городов и крепостей Азово-Моздокской оборонительной линии (Ставропольской, Александровской, Донской, Московской и Георгиевской), которые позволили по-новому осветить и восстановить историю данного периода в пределах Ставрополья. Особенно детально была расшифрована история формирования территории города Ставрополя с момента его основания до середины XIX века. В.Г. Гниловской, изучив найденные в государственных архивах карты г. Ставрополя, датированные 1787, 1805, 1811, 1833, 1854 годами, выявил несоответствия и расхождения между ними и составил подробное описание развития города на тот временной отрезок: расположение крепостных стен, городских улиц, водопроводов, лесных массивов.

Следующим научным открытием в области исторической географии стало исследование обнаруженных карт лесов Ставропольской возвышенности, составленных на рубеже XVIII и XIX веков, изучение и публикация которых в значительной степени расширили представление о состоянии растительности в окрестностях Ставрополя. Подробно изучив данную проблематику

ку, В.Г. Гниловской сделал вывод об изменении состава лесов с 1800 г. и установил, что на Ставрополье лесные массивы не только не сократились, но, наоборот, возросли вопреки существовавшему тогда представлению о том, что здесь были первоначально крупные леса, которые после прихода русского населения были уничтожены, а также ученый показал и другую, не менее важную сторону, выявив породный состав коренных лесов этого пояса (бук), что позволило охарактеризовать происшедшую позже смену пород в результате сплошных вырубок.

В.Г. Гниловской немало времени уделял топонимике г. Ставрополя. Он кратко охарактеризовал некоторые этапы истории города и условия, определившие его развитие [13]. Им был сделан акцент на вопрос о годе основания г. Ставрополя, так как до того времени имелась большая путаница. В.Г. Гниловской полагал, что датой основания г. Ставрополя надо считать 1777 г., год основания крепости, а не 1785 г. по указу императрицы Екатерины II «О составлении Кавказского наместничества».

В своих трудах в области географического краеведения В.Г. Гниловской использовал методологические подходы, которые позволяют говорить о географическом краеведении как научной и учебной дисциплине. К ним относятся: территориальный (хорологический), исторический, проблемный, экологический, картографический и комплексный, что отражает состояние развития методологии и теории географии на данном этапе её развития. Так как *территориальный подход* имеет большой спектр действия и охватывает многие вопросы географического краеведения, основная часть научных работ В.Г. Гниловского может рассматриваться с позиции именно этого подхода, который по сравнению с остальными является доминирующим. При раскрытии объекта и предмета исследований, В.Г. Гниловской использовал принцип полимасштабного территориального анализа на глобальном, региональном и локальном уровнях, сформированного позже отечественными экономгеографами как принцип полимасштабности. В.Г. Гниловской изучил и описал значительную часть территории Ставропольского края. За долгие годы научных изысканий он объехал практически весь Ставропольский край (90 % его территории).

В краеведческой работе В.Г. Гниловского широко используется комплексный подход. Географические, краеведческие исследования не ограничиваются отраслевыми направлениями, особое внимание уделяется проблемам взаимодействия природы и общества, а также топонимическим исследованиям.

В.Г. Гниловский написал ряд обобщающих книг и статей, которые имеют как просветительскую, так и методическую ценность. Здесь надо прежде всего назвать «Занимательное краеведение», два тома монографии «Природа Ставрополя», затем отметим серию книг, предметом которых явилось описание физико-географических условий всего Ставропольского края. При написании данных научно-популярных трудов, крайне необходимых в то время, В.Г. Гниловский использовал дидактический принцип, подбирая методически грамотно факты, понятия, закономерности, эффективно реализуемые в преподавании географического краеведения.

В работах В.Г. Гниловского широко используется исторический подход. Значительный пласт научного наследия ученого, посвящен проблемам изучения истории формирования и развития ряда городов Ставропольского края. Особый вклад ученым был внесен в изучение формирования города Ставрополя. В данных работах использовался принцип систематичности, непрерывности поисково-исследовательской деятельности. Этой проблеме посвящены такие известные статьи, как: «План Ставропольской крепости 1811 г.», «Территориальное развитие города Ставрополя в первой половине XIX столетия», «Первое печатное описание города Ставрополя», «Очерк топонимики города Ставрополя».

В работах В.Г. Гниловского устойчиво использовался принцип целостности окружающей среды. Широко применяя экологический подход в своих трудах, В.Г. Гниловский делает акцент на необходимость постоянного контроля над состоянием памятников природы, истории и культуры, более того, он лично занимается подготовкой материалов для руководящих организаций по этим проблемам.

Картографический подход имеет особое значение в работах В.Г. Гниловского. По его инициативе был создан первый атлас Ставропольского края и несколько учебных карт. Примером является карта физико-географического районирования Предкавказья и

Нижнего Дона и физическая учебная карта Ставропольского края, Кабардино-Балкарии и Северной Осетии. Учёный стремился к использованию такого эффективного принципа, как наглядность, что обусловило повышенный интерес к его научным трудам.

Владимир Георгиевич Гниловской внес большой вклад в организацию и проведение общественно-просветительской деятельности. Он оказывал постоянную научно-методическую и организационную помощь Ставропольскому музею краеведения, в работе которого принимал постоянное участие. Его поддержка выражалась как в повседневных конкретных делах, так и в руководстве работой музейно-краеведческого совета. Придавая большое значение изданию трудов ставропольских ученых, в 1949 году Ставропольским краеведческим музеем и обществом краеведения было начато издание «Материалов по изучению Ставропольского края», где были собраны статьи, посвященные природе, истории, экономике и другим сторонам жизни Ставрополя. Владимир Георгиевич был одним из самых активных членов редакционной коллегии, способствовал подготовке и получению наиболее ценных и актуальных материалов, лично редактировал значительную часть статей и проводил огромную работу технического характера, обеспечивающую высокое качество издания. Помимо того, им были организованы и другие издания, посвященные изучению природы Ставропольского края (выпуски 11 и 18 Трудов естественно-географического факультета Ставропольского педагогического института), четыре сборника «Северный Кавказ» (1969, 1973, 1974 и 1977 годы), труды кафедры физической географии Ставропольского пединститута. В.Г. Гниловской редактировал и рецензировал ряд других книг и монографий, опубликованных Ставропольским книжным издательством.

Вершиной научно-просветительной деятельности В.Г. Гниловского явилась книга «Занимательное краеведение», выдержавшая два издания и получившая вторую премию на всесоюзном конкурсе на лучшую научно-художественную книгу для детей. Эта книга стала краеведческой энциклопедией Ставропольского края, которая пользуется популярностью и находит своего читателя практически во всех образовательных учебных заведениях [8].

Книга Владимира Георгиевича представляет собой итог глубоких научно-исторических и географических изысканий. Особенности В.Г. Гниловского как исследователя позволили сформировать именно такую структуру книги, которая представляет собой целостное произведение, связанное единым научным содержанием, одной формой изложения, проникнутое большой любовью к природе и читателю, с которым автор ненавязчиво делится своими знаниями, своим отношением к природе и жизни. С огромным интересом читатель может погрузиться в интересные рассказы, викторины, удивительные рассказы о природе. Главное назначение книги — привлечь молодое поколение к изучению своего края, к поиску новых его богатств, к полезной и интересной краеведческой работе. Большой раздел посвящен методике краеведческих исследований, изготовлению по чертежам и рекомендациям простых самодельных приборов.

К этой же категории обобщающих учебных и научно-методических работ по географии Ставропольского края относится и труд Владимира Георгиевича по созданию первого «Атласа Ставропольского края», научным редактором которого он был. Концепция атласа включает в себя комплексы природных условий и ресурсов, развития народного хозяйства, социальной сферы и наиболее важных исторических событий края. Атлас явился сводом информационного наследия современных природных, социально экономических и исторических реалий, многогранное содержание атласа обеспечило рекламу и пропаганду географических знаний среди населения. Несомненная заслуга В.Г. Гниловского заключалась в том, что впервые в региональный атлас были включены карты, туристско-экскурсионные схемы, памятники природы, истории, культуры.

С его участием был издан ряд настенных учебных карт Ставропольского края, а также учебное пособие для школ «География Ставропольского края», выдержавшая три издания. Эта книга относится к справочным пособиям для преподавателей географии в средних школах, дополняющая основной раздел по изучению Ставропольского края.

В.Г. Гниловский написал немало количество книг и статей, которые имеют большую просветительскую и научную ценность,

прежде всего два тома монографии «Природа Ставрополья», написанные совместно с Д.Г. Пановым и опубликованные в 1945–1956 годах, и серию книг, предметом которых явилось туристско-экскурсионное направление. Это в первую очередь книга «По родному Ставрополью» и несколько работ по маршрутам экскурсий Кавказских Минеральных Вод и в 1977 году составил «Два века. Путеводитель» [9].

В отличие от великих предшественников, не имевших специального образования, Владимир Георгиевич был профессиональным географом, кандидатом наук, что позволило ему весьма компетентно, на высоком уровне заниматься историческими изысканиями, работая в архивах, обращаясь к документальным источникам.

Выводы

Анализ работ краеведов-предшественников В.Г. Гниловского позволяет говорить о том, что понятие «краеведение» глубоко исторично. Большое внимание уделяется правовым концепциям, разрабатываются законы по охране памятников истории и древности. Выйдя за рамки деятельности обществ и отдельных краеведов-любителей, оно выросло до уровня массового общественного движения, имевшего под собой научное начало. Положительное влияние на развитие оказывает организационное оформление краеведения, многочисленные конференции и создание периодических изданий дают новые возможности заявить о себе малоизвестных краеведов в исследовании интересных и перспективных территорий. Комиссии, комитеты, бюро, общественные организации и учреждения, работа краеведческих обществ и музеев, – все это дало тот крепкий фундамент, на котором базируется дальнейшее понимание и изучение территории с краеведческой точки зрения.

Систематизация научно-исследовательской деятельности В.Г. Гниловского позволила выделить два основных направления, к которым относится большинство работ ученого: а) научная работа в области геоморфологии; б) научно-исследовательская деятельность в области исторической географии. Его научные многолетние исследования и открытия обогатили географические знания о Став-

рополье, и дали толчок к дальнейшим более углубленным и комплексным исследованиям. Все результаты своей исследовательской деятельности В.Г. Гниловской старался донести до широких масс посредством их опубликования. Большой вклад им был сделан в методику преподавания географии в высших и средних специальных учебных заведениях.

В работах В.Г. Гниловского прослеживается ряд подходов, таких как территориальный (хорологический), исторический, проблемный, экологический, картографический и комплексный, которые выражают главную методологическую особенность и специфику науки. Подчинение географического краеведения содержанию и задачам учебно-воспитательной работы и соответствие его уровню развития и подготовленности учащихся было одним из самых главных позиций в работах В.Г. Гниловского. При написании своих работ ученый использовал такие важные принципы как дидактический, с помощью которого делал подбор фактов, понятий, закономерностей, принцип систематичности, непрерывности поисково-исследовательской деятельности, принцип историзма, целостности, принцип наглядности, но в тоже время не отходил от принципа научности.

Выявив ключевые идеи популяризации и просветительской деятельности в области географического краеведения, можно сделать вывод, что В.Г. Гниловской внес большой вклад в организацию и проведение общественно-просветительской деятельности. Необходимо отметить, что В.Г. Гниловской оказывал постоянную научно-методическую и организационную помощь музеям краеведения. Придавая большое значение изданию трудов ставропольских ученых, он готовил к печати издания, посвященные изучению природы Ставропольского края, редактировал и рецензировал ряд книг и монографий.

Библиографический список

1. Архыз (краткий физико-географический очерк) // Труды Тебердинского Государственного заповедника. М., 1967. Вып. 6. С. 5–20.

2. Атлас Ставропольского края (общая редакция атласа, текст Введения, авторство карт: Полезные ископаемые, Гидрология, Растительность, Плотность населения, Туристско-краеведческая схема, Туристская схема, Ставрополь, Пятигорск, Ессентуки, Кисловодск и Железноводск). М., 1968. С. 48.
3. «Вечная мерзлота» г. Развалки // Материалы по изучению Ставропольского края. Ставрополь, 1964. Вып. 11. С. 85–99.
4. Геоморфологическая характеристика площади Северо-Ставропольской и Пелагиадской газоносных структур // В сб.: Северный Кавказ. Ставрополь, 1969. С. 3–31.
5. Гниловской В.Г. Известково-песчанистые конкреции верхнесарматских песков Ставрополя // Труды Ворошиловского пединститута. Т. 1. Ворошиловск, 1939. С. 131–158.
6. Гниловской В.Г., Резник П.А., Скрипчинский В.В. По родному Ставрополю. Маршруты экскурсий и походов. Ставрополь: Краевое книж. изд-во, 1950. С. 3–81.
7. Гниловской В.Г. Территориальное развитие города Ставрополя в первой половине XIX столетия (историко-географический очерк) // Материалы по изучению Ставропольского края. Ставрополь, 1952. Вып. 4. С. 175–218.
8. Гниловской В.Г. Занимательное краеведение. Ставрополь: Кн. изд-во, 1974. 430 с.
9. Два века. Путеводитель. Ставрополь, 1977. 176 с.
10. Колесникова М.Е. Краеведение как форма социокультурной деятельности в провинции (на материалах ставропольской истории) // Ставрополь – врата Кавказа: история, экономика, культура, политика: материалы региональной научной конференции, посвященной 225-летию г. Ставрополя. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2002. С. 103–109.
11. О падении каменного метеорита «Маньч» // Метеоритика. М.: Изд. АН СССР. 1954. Вып. 11. С. 165–168.
12. Особенности геоморфологии западной части Ставропольской возвышенности // Труды геоморфологической конференции / Под ред. Ш. А. Азизбекова, Н. В. Думитрашко. Баку: Изд-во Акад. наук Азерб. ССР, 1953. С. 137–139.
13. Очерк топонимики города Ставрополя // Материалы по изучению Ставропольского края. Ставрополь, 1971. Вып. 12–13. С. 328–346.
14. Ставропольский краеведческий музей им. Г.Н. Прозрителева и Г.К. Праве. Архив. Ф. 35. Ед. хр. 46.

References

1. Arkhyz (short physical and geographical essay). Proceedings of the Teberdinsky State reserve. M., 1967. Issue 6. P. 5–20 (In Russ.).
2. Atlas of the Stavropol Krai (General edition of the Atlas, text of the Introduction, authorship of maps: Minerals, Hydrology, Vegetation, population Density, Tourist and local history scheme, Tourist scheme, Stavropol, Pyatigorsk, Essentuki, Kislovodsk and Zheleznovodsk). M., 1968. P. 48 (In Russ.).
3. «Permafrost» of Razvalki. Materials on the study of the Stavropol territory, 1964. Issue 11. P. 85–99 (In Russ.).
4. Geomorphological characteristics of the area of the North Stavropol and Pelagiad gas-bearing structures. In: North Caucasus, Stavropol, 1969. P. 3–31 (In Russ.).
5. Gnilovskoy V. G. Calcareous-sandy nodules of the upper armatian Sands of Stavropol. Proceedings of the Voroshilovsky pedagogical Institute, 1939. Vol. 1. P. 131–158 (In Russ.).
6. Gnilovskoy V. G., Reznik P. A., Skripchinsky V. V. On native Stavropol. Routes of excursions and hikes. Stavropol: Regional book. ed., 1950. P. 3–81 (In Russ.).
7. Gnilovskoy V. G. Territorial development of the city of Stavropol in the first half of the XIX century (historical and geographical essay). Materials on the study of the Stavropol territory, 1952. Issue 4. P. 175–218 (In Russ.).
8. Gnilovskoy V. G. Entertaining local history. Stavropol: publishing House, 1974. 430 P.
9. Two centuries. Guide. Stavropol, 1977. 176 p. (In Russ.).
10. Kolesnikova M. E. Local history as a form of socio-cultural activity in the province (based on the materials of Stavropol history). Stavropol-gates of the Caucasus: history, economy, culture, politics: materials of the regional scientific conference dedicated to the 225th anniversary of Stavropol. Stavropol: SSU publishing House, 2002. P. 103–109 (In Russ.).
11. On the fall of the stone meteorite “Manych”. Meteoritika, USSR Academy of Sciences, 1954. Issue 11. P. 165–168 (In Russ.).
12. Features of the geomorphology of the Western part of the Stavropol upland: Proceedings of the geomorphological conference. Ed. Sh. A. Azizbekov, N. V. Dumitrashko. Baku: Publishing House of the Academy of Sciences of Azerbaijan USSR, 1953. P. 137–139.
13. Essay on toponymy of the city of Stavropol. Materials on the

study of the Stavropol territory. 1971. Issue 12–13. P. 328–346 (In Russ.).

14. Stavropol Museum of local lore named after G. N. Prozritelev and G. K. N. F. 35. Ed. HR. 46 (In Russ.).

**Статья поступила в редакцию 10.09.2023,
одобрена после рецензирования 25.11.2023,
принята к публикации 07.12.2023.**

**The article was submitted to the editorial office 10.09.2023,
the article was approved after reviewing 25.11.2023,
the article was accepted for publication 07.12.2023.**

Информация об авторах

Лиховид Андрей Александрович, доктор географических наук, профессор, первый проректор Северо-Кавказского федерального университета. Почётный работник науки и техники Российской Федерации. E-mail: Likhovid@mail.ru

Берберян Арсен Оганесович, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и биогеографии медико-биологического факультета Северо-Кавказского федерального университета. E-mail: Arsenn1983@mail.ru

Information about authors

Andrey A. Likhovid, Doctor of Geographical Sciences, Professor, First Vice-Rector, North-Caucasus Federal University. The honorary worker of science and technology of the Russian Federation. E-mail: Likhovid@mail.ru

Arsen O. Berberyan, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of ecology and biogeography, Faculty of medicine and biology, North-Caucasus Federal University. E-mail: Arsenn1983@mail.ru

1.6.13.
УДК 314.7
DOI:

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ
10.37493/2308-4758.2023.4.2

Щитова Н.А.,
Белозеров В.С.,
Зольникова Ю.Ф.,
Полян П.М.

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь,
Россия
Институт географии РАН, г. Москва, Россия

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ПРОГРАММНО- ЦЕЛЕВОЙ МЕТОД В РЕГИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАНИИ МОЛОДЕЖНОЙ МИГРАЦИИ

Введение.

В статье на основе анализа теоретического обзора литературных источников и опоры на программно-целевой подход разработана концептуальная схема и программа комплексного исследования молодежной миграции для двух контрастных по многим параметрам регионов Юга Европейской России – Ставропольского края и Республики Дагестан.

Материалы и методы
исследований.

Исходными материалами послужили публикации отечественных и зарубежных авторов по проблемам молодежной миграции за последние тридцать лет.

Результаты исследований

и их обсуждение.

Проведенный анализ показал, что большая часть исследований молодежной миграции основана на анализе статистических данных и использовании различных, в т. ч., качественных, социологических методов. Преобладают публикации эмпирического плана и отражают результаты конкретных исследований на страновом или региональном уровнях. Разработанная концептуальная схема изучения молодежной миграции в периферийных территориях Юга Европейской России на примере Ставропольского края и Дагестана включает постановку проблемы и определение в ее рамках конкретной цели, формулировку проблемных вопросов и гипотез, пространственно-временные рамки исследования; его информационно-инструментальную базу. Программа сравнительного исследования особенностей пространственной дифференциации молодежной миграции в Ставропольском крае и Республике Дагестан включает пять этапов: подготовительный – сбор и систематизация статистической и документальной информации о молодежной миграции в Ставро-

польском крае и Дагестане; социологического исследования; аналитический – выявление пространственных особенностей молодежной миграции в Дагестане и Ставропольском крае; практический – разработка прикладных аспектов, внедрение результатов исследования в практическую деятельность органов власти Ставропольского края и Республики Дагестан. Каждый этап включает промежуточные цели, методы их достижения, перечень планируемых результатов.

Выводы. Проанализировано современное состояние исследований в области молодежной миграции, рассмотрены подходы к определению базовых понятий. Представленная концепция исследования молодежной миграции, отражает основные авторские подходы к ее изучению и выступает теоретической базой для реализации программно-целевого подхода при разработке программы конкретного исследования миграционных процессов в молодежной среде на Юге Европейской России.

Ключевые слова: молодежь, молодежная миграция, Ставропольский край, Республика Дагестан, концепция исследования, программа исследования

Shchitova N.A., North-Caucasus Federal University,
Belozerov V.S., Stavropol,
Zolnikova Ju.F., Russia;
Polyan P.M. Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia

Theoretical Approaches and Program-Target Method in the Regional Study of Youth Migration

Introduction. In the article, based on the analysis of a theoretical review of literature sources and reliance on a program-targeted approach has been developed conceptual scheme and program for a comprehensive study of youth migration for two contrasting regions of the South in many respects European Russia - Stavropol Territory and the Republic of Dagestan.

Materials and research methods. The source materials were publications of domestic and foreign authors on youth migration issues in recent years thirty years.

Research results and
their discussion.

The analysis showed that most of the studies youth migration is based on the analysis of statistical data and using various, including qualitative, sociological methods. Publications of an empirical nature predominate and reflect the results specific studies at country or regional levels. Developed conceptual scheme for studying youth migration in the peripheral territories of the South of European Russia using the example Stavropol Territory and Dagestan includes problem statement and determination within its framework of a specific goal, formulation of problematic questions and hypotheses, spatiotemporal framework of the study; his information and tool base. Feature Comparative Research Program spatial differentiation of youth migration in Stavropol region and the Republic of Dagestan includes five stages: preparatory - collection and systematization of statistical and documentary information about youth migration in the Stavropol Territory and Dagestan; sociological research; analytical – identification of spatial features youth migration in Dagestan and Stavropol Territory; practical – development of applied aspects, implementation of research results in practical activities of the authorities of the Stavropol Territory and Republic of Dagestan. Each stage includes intermediate goals, methods their achievements, a list of planned results.

Conclusions.

The current state of research in the field of youth migration, approaches to determining basic concepts The presented concept of youth migration research, reflects the main author's approaches to its study and acts theoretical basis for the implementation of a program-targeted approach when developing a program for specific research on migration processes in youth environment in the South of European Russia.

Keywords:

youth, youth migration, Stavropol Krai, Republic of Dagestan, research concept, research program

Введение

Усиление трендов негативного демографического развития России обостряет проблемы, связанные с нарастанием и массовым распространением миграционных настроений среди молодежи в периферийных регионах России. Масштабы и направленность миграционных потоков достаточно четко коррелирует с особенностями географического положения поселений, инфраструктурной обеспеченностью, наличием инвестиционных площадок и др. Особенно большие межрегиональные и внутрирегиональные диспропорции в демографическом развитии, протекании миграционных процессов, действии притягивающих и выталкивающих факторов прослеживаются на Юге Европейской части России между равнинными регионами и горными республиками. Сельские этнические сообщества, еще недавно сохранявшие черты традиционного демографического поведения, быстро урбанизируются и завершают демографический переход. Показатели рождаемости сокращаются и, соответственно, уменьшается доля детей и молодых возрастов в структуре населения. Одновременно негативная социально-экономическая ситуация провоцирует отток молодежи, что не способствует ее улучшению. В связи с этим обостряется необходимость поиска решений по сохранению и развитию человеческого капитала в периферийных регионах с низким уровнем социального развития. Наиболее эффективной современной формой проведения исследований является программно-целевой подход, позволяющий логично и последовательно выделить этапы достижения поставленных целей. Для разработки корректной и четко структурированной программы исследования необходимо провести обстоятельный анализ теоретико-методологических основ и установить концептуальные рамки. В данной работе осуществлена попытка разработки конкретной программы исследования молодежной миграции на примере двух, по многим параметрам, контрастных регионов Юга России – Дагестана и Ставропольского края.

Материалы и методы исследований

Анализ публикаций отечественных и зарубежных авторов за последние тридцать лет позволил выявить теоретико-методологические подходы к исследованию молодежной мигра-

ции и уточнить опорные понятия, что послужило основой для разработки концептуальной схемы исследования. В качестве базовой методологической платформы использован программно-целевой подход. Применение программно-целевого подхода позволило разработать комплексную многоуровневую программу исследования с системой иерархически связанных и четко сформулированных целей, методов их достижения и получения конкретных результатов.

Результаты исследований и их обсуждение

Теоретический обзор. Работ, в которых рассматриваются теоретико-методологические аспекты молодежной миграции как особого явления, немного. Выделяются три основные позиции, отражающие специфику молодежной миграции: повышенная миграционная мобильность; молодежь как главный ресурс демографического развития и особенности молодежного рынка труда.

На высокую мобильность молодежи обращает внимание в своей работе Переведенцев В.И. (1990), отмечая наличие специфичной тримодальной (три пиковых значения) структуры миграционной активности населения России [27]. В работе И.С. Кашницкого, Н.В. Мкртчяна, О.В. Лешукова (2016) говорится, что «молодежная миграция представляет собой отдельное самостоятельное направление исследований», а главным фактором миграции выступает потребность в получении образования [17]. Карачурина Л.Б., Флоринская Ю.Ф. (2019) также утверждают, что специфика молодежной миграции связывается с необходимостью получения образования [14]. В ряде зарубежных работ (Д. Смит, П. Рерата, Дж. Сэйдж (2014), К. Дастман, А. Глитц (2011), Т. Кнап и соавторов (2013)) молодёжная миграция рассматривается как самостоятельная исследовательская область [39, 42, 45]. Зарубежные исследователи обращают, главным образом, внимание на психологические аспекты молодёжной миграции, анализируя миграционные мотивы и установки, миграционное поведение молодых людей.

В большом числе работ рассматриваются методологические вопросы молодёжной миграции. Практически в каждом эмпирическом исследовании приводятся сведения методического плана. Однако

набор используемых методов невелик. Прежде всего, это анализ статистических данных и использование различных, в т.ч., качественных, социологических методов. Мкртчян Н.В. предлагает использование когортно-компонентного метода и метода передвижки возрастов [23, 24]. В работе Антосик Л.В. и Ивашиной Н.В. (2021) применялся метод гравитационного моделирования [4]. Редким примером использования данных социальных медиа является исследование, предпринятое Замятиной Н.Ю. (2012) [13]. Для визуализации полученных результатов широко используются графические методы. Отдельные публикации содержат картографические материалы.

Абсолютное большинство публикаций посвящено конкретным исследованиям на страновом или региональном уровнях. Имеется немного работ, в которых приводятся данные по Ставропольскому краю и Дагестану.

Главная терминологическая проблема исследования связана с определением категории «молодежь» и соответственно «молодежная миграция». В настоящее время понятие «молодежь» имеет широкое применение, а сама категория молодежи является объектом исследования многих научных направлений. Однако единых подходов к его определению не выработано, несмотря на широкое использование в научном дискурсе.

В социологии молодежь рассматривается как группа с особым социальным статусом, освоением новых социальных ролей; в психологии – как группа со спецификой социально-психологических свойств; в экономике – как основной фактор пополнения трудовых ресурсов.

В нормативных документах разных стран молодежь определяется неодинаково. Так, в Англии и Нидерландах молодежь не выделяется в особую группу, а объединяется вместе с детьми в возрастных рамках от момента рождения до 25 лет. В Испании молодежь определяется возрастом 14–30 лет, нередко отодвигая границы до 32–34 лет, т. к. в этом возрасте молодые испанцы начинают вести самостоятельную, экономически независимую жизнь. В Люксембурге для определения молодежного возраста установлены границы 15–25 лет. Современные возрастные границы понятия «молодежь» в большинстве европейских стран, США и Японии, определяются в интервале от 13–14 до 29–30 лет [28].

Для статистических целей Организация Объединенных Наций определяет «молодежь» как лиц в возрасте от 15 до 24 лет.

В ВОЗ используется другая классификация, в которой с медицинской точки зрения молодым считается возраст от 25 до 44 лет. В России возраст молодежи прописан законодательно. Как говорится в федеральном законе «О молодежной политике в РФ», «молодежь, молодые граждане – социально-демографическая группа лиц в возрасте от 14 до 35 лет включительно» [34]. Росстат считает молодежью население в возрасте от 15 до 29 лет.

В справочной отечественной литературе можно обнаружить различные определения понятия «молодежь». В Большой Российской энциклопедии отмечается, что возраст молодёжи охватывает период от 15 до 30 лет, хотя в последнее время эксперты ведут дискуссии относительно отодвигания верхних возрастных рамок молодёжного возраста (и даже формального продления этого периода до 35 лет) [25]. В энциклопедическом словаре молодежь определяется как «социально-демографическая группа, переживающая период становления социальной и психофизиологической зрелости, адаптации к исполнению социальных ролей взрослых». Возрастные границы молодежи размыты и подвижны, как правило, к молодёжи причисляют лиц в возрасте 14–30 лет [8]. В кратком словаре по социологии нижняя возрастная граница повышается до 15 лет [18].

Активно категория «молодежь» обсуждается в социологии. В.Т. Лисовский полагает, что в зависимости от исторических условий возрастные критерии молодежи могут колебаться в рамках от 16 до 30 лет [19]. В.Я. Суртаев отмечает, что молодёжь – это социальная возрастная группа молодых людей (иногда до 30 лет) [32].

Можно согласиться с А.Б. Ручкиным, который считает, что молодежный возраст довольно сложно рассматривать как целостный объект исследования, так как социальные функции, выполняемые индивидами в начале и конце этапа, существенно различаются. При изучении процесса молодежной социализации он предлагает выделять периоды: подростки – до 18 лет, молодёжь – 18–24, молодые взрослые – 25–30. Такая периодизация подкрепляется и рядом социальных позиций: получение паспорта, законодательное оформление прав и обязанностей, избирательное право, профессиональное образование

и др. [29]. На важность учета стратификации молодежи по возрастным группам обращают внимание Л.Б. Карачурина и Ю.Ф. Флоринская (2019) [14]: ссылаясь на работу О.В. Санниковой и В.Ю. Хотинец (2017) [31], они делают вывод о том, что единая молодежная группа разбивается на множество подгрупп, в основе миграции которых находятся совершенно различные цели, идеи, причины.

Таким образом, сопоставление различных подходов к определению понятия «молодежь» дает основание для использования в качестве операционной категории молодежи возрастной интервал от 15 до 29 лет, что соответствует большинству подходов и определению Федеральной статистической службы. Одновременно, предлагается углубленное рассмотрение более дробных возрастных когорт – школьников (14–17 лет), студентов (18–24 лет) и работающую молодежь (25–29 лет).

Анализ литературных источников свидетельствует о разнообразии и разноплановости проблематики, отражающей процессы, связанные с миграцией молодежи и решаемыми ими задачами.

Основная часть публикаций посвящена изучению тенденций и особенностей межрегиональной молодежной миграции в России, привлекательности отдельных регионов России для молодежи. В большинстве таких работ акцентируется внимание на миграции, связанной с получением образования. Исследования А.П. Катровского (1999) [16], Ю.Ф. Флоринской и Т.Г. Рощиной (2005) [35] на основе социологического опроса выпускников школ отдельных регионов России (Смоленской и Костромской обл., Татарстана, Ставропольского края) позволили выявить миграционные намерения, факторы миграционной мобильности, направления миграционного потока учебных мигрантов, мотивацию выбора места получения образования. Л.Б. Карачурина и Ю.Ф. Флоринская (2019), используя интервью экспертов в области образования и анкетирования выпускников из малых и средних городов России, сделали вывод, что свыше 90 % современных 11-классников намерены получить высшее образование, а это желание тесно связано со значительной образовательной миграцией в крупные города, в том числе собственные региональные центры [14].

Выявлению факторов, определяющих миграционные намерения выпускников российских вузов, мотивов выбора места жи-

тельства, перспектив трудоустройства посвящено исследование О.С. Чудиновских и М.Б. Денисенко (2003) [36]. В статье Е.Я. Варшавской и О.С. Чудиновских (2014) изучаются миграционные планы студентов выпускных курсов девяти региональных российских вузов. Отмечается, что выпускники склонны к миграции в первую очередь в пределах России, при этом большинство выпускников, в т.ч. иногородних студентов, не планируют переезда по окончании вуза. А планы студентов выпускных курсов, предполагающих продолжать обучение в той или иной форме, чаще связаны с отъездом за границу [10]. В работе Н. К. Габдрахманова, Н.Ю. Никифоровой и О.В. Лешукова (2019) проанализированы региональные особенности высшего образования, показана динамика востребованности региональных университетов выпускниками школ, проведена типология регионов по показателям вузовской и послевузовской миграции.

Отмечается, что в миграции молодежи есть два существенных пика: первый вызван выбором образовательного учреждения, второй – выбором места работы [12]. Исследование Н.К. Габдрахманова, Л.Б. Карачуриной, Н.В. Мкртчяна и О.В. Лешукова (2022) затрагивает проблему оптимизации сети вузов с точки зрения образовательной миграции молодежи в городах, различающихся по численности населения. Отмечается, что в процессе ликвидации неэффективных вузов их общее число в России за 2013–2019 гг. сократилось на 42 %, численность студентов при этом уменьшилась на 33 %. Сокращение вузовской системы сильнее всего затронуло города с численностью населения до 100 тыс. человек. Оптимизация вузовской сети происходила в период демографического спада в молодежных возрастных когортах. Концентрация вузов в крупнейших городах страны способствует усилению центростремительной миграции молодежи [11].

Л.В. Антосик и Н.В. Ивашина (2021) проанализировали миграционную активность молодых специалистов в период с 2013 по 2015 г. По их мнению, региональные особенности послевузовской миграции молодежи связаны с географией вузов и различиями в уровне социально-экономического развития регионов. В наибольшей степени молодых специалистов привлекают города федерального значения и северные промышленные регионы. Авторами в хо-

де исследования были выявлены факторы, оказывающие влияние на межрегиональную миграцию молодых специалистов в РФ (уровень заработной платы, уровень бедности и безработицы, развитость культурной среды, инновационная активность бизнеса) [4].

В статье Н.В. Мкртчяна (2013) проведен анализ миграции молодежи на уровне городов и районов 19 регионов России. Отмечается, что миграция направлена из периферии к столицам, потери молодежи в периферии нарастают по мере удаления от региональных центров, а притягательность региональных столиц почти не зависит от их размера. Практически все сельские районы теряют молодежь примерно одинаковыми темпами, в малых и средних городах на периферии регионов отток молодежи почти всегда достигает той же интенсивности, что и в сельской местности [23]. Исследование Н.В. Мкртчяна (2017) выявило, что отток молодежи из малых городов России имеет значительные масштабы и связан в основном с выездом на учебу в крупные города. Возвратная миграция в малые города после окончания учебы незначительна и связана с возможностью трудоустройства дома или неспособностью адаптироваться в крупном городе. Не все выпускники школ в малых городах имеют возможность переехать в Москву или Санкт-Петербург, чаще переезжают в центр своего региона или более крупную столицу соседнего региона [24], а М.А. Карцева, Н.В. Мкртчян, Ю.Ф. Флоринская (2021) на основе глубинных интервью с молодежью, приехавшей на обучение в крупные города России, выявили позитивное влияния межрегиональной миграции молодых людей 23–34 лет на успешность их карьеры, материальное благосостояние и становление самостоятельности [15].

Проблемы эмиграции молодежи из России, ее факторы, масштабы и формы, а также последствия рассматриваются в статье Рязанцева С.В. и А.С. Лукьянец (2015). Авторы отмечают, что эмиграция молодежи – явление негативное, подрывающее демографическую и социально-экономическую безопасность страны, что в последнее время она приобрела многообразные формы, значительные масштабы, сопровождается вывозом капитала и утратой интеллектуального и делового ресурса России [30]. В статье А.А. Байкова и соавторов (2018) рассматриваются тенденции эмиграции российской молодежи в 1990–2017 гг., даны оценки численности молодых

людей, покинувших Россию, величина вклада в демографические потери страны [7].

Вопросы миграции молодежи в отдельных регионах России исследуются во многих статьях. Рассматривается широкий круг вопросов, связанных с безработицей и занятостью, получением образования, развитием демографического потенциала и др.

Часть региональных исследований молодежной миграции посвящена выявлению факторов оттока молодежи из региона и анализу мер по его снижению. Выявлению причин оттока молодежи из Кузбасса посвящена статья Е.А. Морозовой и О.П. Кочневой (2021), в которой отмечается, что молодежь, окончив школу, стремится уехать из родного региона для продолжения обучения или поиска работы. Среди причин оттока называются отсутствие перспектив для личностного и профессионального роста, недостаток интересных рабочих мест для успешного трудоустройства, стремление жить в более крупных и комфортных городах, невысокие заработки, неудовлетворительная экологическая ситуация, плохие условия для культурного развития [26].

Миграционное настроение молодежи Республики Татарстан рассмотрены в работе А.Р. Тузикова и Р.И. Зинуровой (2022), в которой на основе расчета авторского интегрального индекса миграционных настроений проведена классификация основных групп молодежи по уровню удовлетворения основных потребностей в контексте формирования миграционных настроений, действия удерживающих и выталкивающих факторов [33].

Исследование Атаевой А.Г. и Уляевой А.Г. (2018) выявило тенденции и факторы миграции молодежи в Башкортостане на фоне других регионов Приволжского федерального округа. Определены направления межрегиональной миграции молодежи, показано место Республики Башкортостан в миграционном пространстве округа, проанализированы факторы миграционной привлекательности регионов для абитуриентов из Республики Башкортостан. Авторы дают оценку влияния географического положения региональных столиц округа на выбор места обучения [6].

Шалаева Н.И. (2015), анализируя миграцию молодежи в Приморском крае, отмечает, что ежегодно вузы Владивостока выпускают около 1000 студентов, владеющих иностранными языками, по

востребованным в соседних странах специальностям с ориентацией на работу в Китае, Японии, Корее, США [37].

Исследования молодежной миграции в южных регионах страны достаточно редки. Имеется несколько примеров изучения миграции молодежи в Ставропольском крае. В работе И.С. Кашницкого, Н.В. Мкртчяна и О.В. Лешукова (2016) наряду с другими регионами представлен и Ставропольский край. Отмечается, что учебные заведения Ставропольского края притягивают молодежь из республик Северного Кавказа, но одновременно имеет место и отток местной молодежи в другие регионы страны, в частности, в Москву и Санкт-Петербург [17]. В ряде публикаций Е.В. Мезиной (2010, 2011) затрагиваются проблемы и тенденции миграции сельской молодежи в города, причины, последствия и значимость этих процессов для социально-экономического развития Ставропольского края [20, 21]. В 2011 г. исследование миграции студенческой молодежи в новых экономических условиях проводилось Алексеевой Е.А. Автором были выявлены тенденции и динамика миграции молодежи, определен миграционный потенциал и социально-демографические последствия миграции молодежи для Ставропольского края [3].

Миграционная тематика обсуждается рядом дагестанских авторов. Высказываются различные точки зрения при оценке причин и направленности миграционных потоков, при этом во всех публикациях говорится о преобладании миграционной убыли населения из республики. Однако идущие процессы оцениваются неоднозначно. В некоторых работ (Абдулманапов П.Г. (2012), Абдулманапов П.Г., Абасова Х.У. (2018), Асриянц К.Г. (2019) и др.) указывается, что миграционный отток ведет к потере человеческого потенциала и является серьезной социальной проблемой для Дагестана [1, 2, 5]. Другие авторы, например, Мирзабалаева Ф.И. (2013), отмечая сложность современной социально-экономической ситуации в республике, считает, что одним из условий сокращения негативных последствий трудоизбыточности региона является стимулирование миграционной мобильности молодежи [22]. Имеются немногочисленные работы, анализирующие миграционные процессы в Дагестане на муниципальном уровне, например, Борисова Л.А. и Тагиров Ш.М. (2019) [9].

Сходная проблематика анализируется в зарубежных исследованиях. Так, Венхорст В. и др. (2011) изучали особенности внут-

ренной миграции выпускников вузов в Голландии [46], Арджент Н. и Уолмсли Дж. (2008) анализировали особенности миграции молодежи из сельской местности в Австралии [38], Уильямс А.М., Джефкот К. и др. (2018) рассматривали факторы миграции молодежи в Европе [47]. М. Хэдлер (2006) выявил значительную миграцию молодежи из наиболее отстающих территорий в развитии внутри некоторых стран Евросоюза [41].

В ряде работ проводятся исследования различных аспектов студенческой миграции на разных территориальных уровнях – от межстранового до межагломерационного и межгородского: МакХью Р., Морган Дж. (1984), Плейн Д., Хайнс Ф. (2003), Финдли А. (2011) [40, 43, 44].

Анализ теоретико-методологической базы позволил разработать концепцию исследования молодежной миграции в соответствии с целью проекта.

**Концепция исследования молодежной миграции
в периферийных территориях
Юга Европейской России на примере
Ставропольского края и Дагестана**

Постановка проблемы. Общее ухудшение демографической ситуации в России в XXI в. сочетается с высокими пространственными диспропорциями в ее показателях и характеристиках. Наблюдаются существенные различия в протекании демографических и миграционных процессов не только между регионами, но и между разными типами местности и поселениями внутри регионов. Депопуляция в Европейской части России, начавшись в XX в. в центральных регионах, постепенно охватывала все новые ареалы. В равнинных южных территориях она проявилась несколько позже, по сравнению с Центральной Россией, но развивалась в более сжатые сроки. А в последние двадцать лет ухудшение демографических показателей прослеживается и в горных северокавказских республиках. К началу третьего десятилетия XXI в. негативный демографический тренд усилился за счет роста миграционного оттока, в возрастной структуре которого повышена доля молодого населения. Выпускники школ безвозвратно уезжают на учебу, выпускники региональных вузов стремятся найти работу в более перспективных цен-

трах страны. Сохранение данных тенденций сдерживает социально-экономическое развитие периферийных территорий, создавая реальную угрозу их «социального опустынивания». Обострение проблемы сохранения демографических ресурсов, как важнейшего компонента человеческого капитала, присуща всем южнороссийским регионам. Вместе с тем, очевидно, что протекание молодежной миграции пространственно неравномерно и заметно различается в регионах с различными демографическими параметрами на разных территориальных уровнях. В связи с этим необходим выбор исследовательских кейсов с контрастными векторами демографического развития, позволяющий на примере ключевых территорий диагностировать наиболее важные с точки зрения молодежной миграции проблемы и определить пути их, если не решения, то корректировки.

Цель исследования – провести сравнительный анализ и выявить локально-региональные особенности миграционного поведения молодежи в регионах Юга Европейской России на примере Ставропольского края и Республики Дагестан и разработать практические рекомендации в области региональной молодежной миграционной политики.

В ходе исследования необходимо дать ответы на следующие **проблемные вопросы**:

Каковы современные особенности и тенденции развития молодежной миграции в России?

Каковы выталкивающие и притягивающие факторы молодежной миграции?

Каковы региональные и внутрирегиональные различия в миграционной убыли молодежи на Юге Европейской России?

Каковы механизмы и средства сдерживания миграционного оттока молодого населения в исследуемых регионах России?

Поставленные вопросы позволяют очертить круг исследуемых **проблем**:

1. Современное состояние, тенденции и факторы молодежной миграции в России.
2. Территориальная дифференциация миграционных потоков молодежи в Ставропольском крае и Дагестане.

3. Модели миграционного поведения разных групп молодого населения в поселениях разного типа под влиянием выталкивающих и притягивающих факторов.
4. Оценка перспектив молодежной миграции в исследуемых регионах в контексте сохранения человеческого потенциала.

Научные подходы исследования:

1. Опора на современные теории и концепции в изучении молодежной миграции и миграционного поведения молодежи.
2. Полимасштабный подход предполагает изучение проблем молодежной миграции на трех пространственных уровнях (региональном, муниципальном и поселенческом).
3. Компаративный подход предполагает проведение сравнительно-географического исследования по выявлению межрегиональных и внутрирегиональных различий в протекании молодежной миграции.
4. Факторный подход позволит выявить роль притягивающих и выталкивающих факторов в формировании миграционных настроений и миграционного поведения молодежи
5. Комплексный подход ориентирует исследование на всесторонний охват изучаемых процессов, использование комплекса объективных (статистических) данных и материалов, отражающих субъективные мнения и оценки.
6. Междисциплинарный подход предполагает интеграцию гуманитарного и естественно-научного знания и методов исследования (в т.ч. общественной географии, социологии, геоинформатики и картографии, миграциологии, демографии, культурологии, физической географии) при выявлении основных факторов и моделей миграционного поведения молодых людей.
7. Поведенческий подход направлен на исследование

выбора индивидуальных жизненных траекторий молодых людей.

Пространственно-временные рамки

исследования. Для решения поставленной цели выбраны два региона-ключа с разными демографическими характеристиками – Дагестан и Ставропольский край. Дагестан представляет собой один из самых молодых регионов России (средний возраст населения – 33,6 лет, доля молодежи 15–29 лет – 23,2 %) и характеризуется относительно благоприятным характером демографического развития (суммарный коэффициент рождаемости 1,87, естественный прирост положительный и составляет 7,79 ‰). Ставропольский край по своим демографическим параметрам ближе к среднероссийским показателям и заметно отличается от северокавказских республик (средний возраст – 39,8 лет, доля молодежи 17,1 %, суммарный коэффициент рождаемости 1,43, естественный прирост отрицательный -3,3 ‰).

В пространственном отношении исследование охватывает разные уровни – региональный, муниципальный, поселенческий (региональная столица, большой город, малый город, сельское поселение).

Исследование ориентировано на изучение и оценку современной миграционной ситуации и включает статистические данные за 2017–2023 гг. и социологические, полученные в 2023–2024 гг.

Гипотезы исследования:

1. Молодежная миграция характеризуется пространственной неоднородностью как на региональном, так и внутрирегиональном уровнях.
2. Процессы территориальной дифференциации молодежной миграции во многом зависят от социально-экономического состояния и географического положения территории проживания.
3. Модели миграционного поведения молодежи обусловлены действием этнокультурных, семейно-бытовых, географических (тип поселения, природно-экологические условия и др.) факторов.

Информационно-инструментальная база

исследования включает данные официальной статистики, представленные в единой межведомственной информационно-статистической системе «ЕМИСС», витрине статистических данных Росстата и базах данных муниципальных образований. Вторым важным источником информации являются социологические исследования, включающие массовые опросы (в т.ч. в онлайн режиме), фокус-группы, экспертные опросы, углубленные интервью, контент-анализ социальных медиа.

Исследование предполагает создание серии картографических материалов.

Программа сравнительного исследования особенностей пространственной дифференциации молодежной миграции в Ставропольском крае и Республике Дагестан

1. Подготовительный этап

- 1.1.** Всесторонний анализ теоретико-методологических подходов и эмпирических исследований молодежной миграции в отечественной и зарубежной науке, выработка собственной исследовательской позиции по выявлению локально-региональных особенностей и дифференциации молодежной миграции на разных пространственных уровнях.
- 1.2.** Разработка структуры баз данных, подготовка картографической основы.

Методы исследования: описательно-аналитический, описательно-объяснительный, геоинформационные

Результаты: обзор и концептуализация подходов отечественных и зарубежных авторов к изучению молодежной миграции; уточнение понятийно-категориального аппарата исследования; структура базы данных на основе программы для работ с электронными таблицами Microsoft Excel и базами данных Microsoft Access; обладающая возможностями оперативного пополнения новой информацией и визуализацией в виде графических и картографических моделей; картографическая основа Ставропольского края и республики Дагестан.

2. Этап сбора и систематизации статистической и документальной информации о молодежной миграции в Ставропольском крае и Дагестане на фоне странных процессов.
- 2.1. Формирование базы статистических данных.
- 2.2. Формирование базы данных документальных источников.
- 2.3. Формирование базы данных из социальных медиа, в т.ч. Интерактивного атласа «Виртуальное население России», содержащих информацию о миграционном поведении молодежи в Ставропольском крае и Дагестане.

Методы: статистический, изучения документов, геоинформационный, контент-анализ социальных медиа.

Результаты: база статистических данных, основанная на сведениях из ЕМИСС, Росстата, МВД за 2017–2023 гг., включающая информацию о демографической ситуации, миграционных процессах в регионах Юга Европейской части России, (ЮФО и СКФО), Ставропольского края и Республики Дагестан. Данные собираются в виде абсолютных и относительных показателей (численность населения, естественный прирост, поло-возрастная структура, этнический состав населения, среднегодовые коэффициенты миграционного прироста, выбытия, прибытия, по отношению к среднегодовой численности данной группы, удельный вес молодежи в структуре населения миграционного прироста, выбытия и прибытия, данные о структуре миграционного прироста молодежи по направленности потоков: международная, межрегиональная и внутрирегиональная).

База данных, включающая документы стратегического и территориального развития регионального и поселенческого уровней Ставропольского края и Дагестана.

База данных социальных медиа из наиболее популярных в молодежной среде мессенджеров: «ВКонтакте», WhatsApp и Telegram, видеостинг YouTube.

Интерактивный атлас «Виртуальное население России», имеющий отношение к миграционному поведению молодежи Ставропольского края и Дагестана.

3. Этап социологического исследования. Разработка и проведение полномасштабного социологического исследования миграционного поведения молодежи (по специальной программе).
4. Аналитический этап выявления пространственных особенностей молодежной миграции в Дагестане и Ставропольском крае.
 - 4.1. Построение на основе статистических социологических и социомедийных данных графических моделей, составление серии карт, отражающих территориальные особенности миграционного поведения молодежи Ставропольского края и Дагестана; анализ графо-картографической информации и выявление пространственных особенностей.
 - 4.2. Сравнительный анализ параметров социально-экономической ситуации, рынка труда в Ставропольском крае и Дагестане.
 - 4.3. Составление социально-демографических портретов молодежи с учетом регионально-локальных особенностей на основе статистических материалов, данных социологических опросов и социальных медиа, анализ индивидуальной траектории выбора жизненного пути молодых людей в Дагестане и Ставропольском крае
 - 4.5. Выявление и сравнение основных моделей миграционного поведения разных групп молодежи в Ставропольском крае и Дагестане.
 - 4.6. Типологизация и ранжирование: по значимости притягивающие и выталкивающие факторы миграционного поведения молодежи в Ставропольском крае и Дагестане.

Методы статистико-математические (сводки, группировки, классификации и типологии, факторный анализ, корреляционный анализ и др.), методы графического и геоинформационно-картографического моделирования, методы анализа социальных медиа, проекта «Виртуальное население России», в т.ч. с применением метода контент-анализа.

Результаты: пространственно дифференцированная картина молодежной миграции, типология выталкивающих и притягивающих факторов формирования миграционных намерений молодежи в контексте новых социально-экономических, геополитических и эпидемиологических вызовов; типы моделей миграционного поведения молодежи, социально-демографические портреты молодежи в периферийных регионах Юга Европейской части России (на материалах Ставропольского края и Дагестана).

- 5. Практический этап. Разработка прикладных аспектов. Внедрение результатов исследования в практическую деятельность органов власти Ставропольского края и Республики Дагестан.
- 5.1. Разработка демографического прогноза изменения численности населения в Ставропольском крае и Дагестане с учетом миграционных процессов.
- 5.2. Выработка предложений по формированию региональной молодежной политики для эффективного регулирования миграционных и демографических процессов в Ставропольском крае и Дагестане.

Методы: SWOT-анализ, методы сценарного прогнозирования и экспертного прогнозирования, метод разработки практических рекомендаций.

Результаты: демографический прогноз изменения численности населения в Ставропольском крае и Дагестане; практические предложения по формированию региональной миграционной молодежной политики в Ставропольском крае и Дагестане.

Выводы

Комплексный анализ отечественных и зарубежных публикаций позволили выявить основные исследовательские позиции в области молодежной миграции, установить основные подходы к определению ключевого понятия «молодежь». Обзор источников показал преобладание эмпирических исследований и относительно слабую проработанность теоретических подходов в области молодежной миграции.

Представленная концепция исследования молодежной миграции в периферийных территориях России опирается на опыт предшественников и содержит авторские принципиальные подходы и служит теоретической базой для создания программы конкретного исследования.

Программа исследования разработана с позиций методологии программно-целевого подхода, разбита на этапы с четкой системой целей, методов их достижения и получения конкретных результатов.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 23-27-00056.

Acknowledgments

The study was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation within the framework of scientific project No. 23-27-00056.

Библиографический список

1. Абдулманапов П. Г. Роль миграции в развитии Республики Дагестан // Проблемы. Поиск. Решения. 2012. № 39 (270). С. 64–68.
2. Абдулманапов П. Г., Абасова Х. У. Миграция в Республике Дагестан как фактор перераспределения рабочей силы // Вопросы структуризации экономики. 2018. № 1. С. 79–81.
3. Алексеева Е. А. Миграция студенческой молодежи в новых экономических условиях: тенденции и социально-демографические последствия (на материалах Ставропольского края): автореф. дис. ... канд. экон. наук. Институт социально-политических исследований РАН. 2011. 23 с.
4. Антосик Л. В., Ивашина Н. В. Факторы и направления межрегиональной миграции выпускников вузов в России // Вопросы образования/Educational Studies Moscow. 2021. № 2. С. 107–125. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-2-107-125>
5. Асриянц К. Г. Состояние и оценка причин миграции в Республике Дагестан // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки»: сетевой журнал. 2019. № 11(38). Т. 2. URL: <https://alley-science.ru/> (дата обращения 19.10.2023).

6. Атаева А. Г., Уляева А. Г. Межрегиональная молодежная миграция как угроза утери человеческого капитала территории (на материалах Республики Башкортостан и регионов Приволжского федерального округа) // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2018. №44. С. 38–57.
7. Байков А. А., Лукьянец А. С., Письменная Е. Е., Ростовская Т. К., Рязанцев С. В. Эмиграция молодежи из России: масштабы, каналы, последствия // Социологические исследования. 2018. № 11. С. 75–84.
8. Большой энциклопедический словарь. URL: <https://gufo.me/dict/bes> (дата обращения 19.10.2023).
9. Борисова Л. А., Тагиров Ш. М. Влияние миграции на социально-экономическое положение Республики Дагестан // Демографический и миграционный портрет Кавказа. Сер. «Демография. Социология. Экономика» / Под редакцией С.В. Рязанцева, Г.И. Гаджимурадовой. Москва, 2019. Т. 5. №2. С. 64–71.
10. Варшавская Е. Я., Чудиновских О. С. Миграционные планы выпускников региональных вузов России // Вестник Московского университета. Сер. 6: Экономика. 2014. №3. С. 36–58.
11. Габдрахманов Н. К., Карачурина Л. Б., Мкртчян Н. В., Лешуков О. В. Образовательная миграция молодежи и оптимизация сети вузов в разных по размеру городах // Вопросы образования / Educational Studies Moscow. 2022. №2. С. 88–116. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2022-2-88-116>
12. Габдрахманов Н. К., Никифорова Н. Ю., Лешуков О. В. «От Волги до Енисея...»: образовательная миграция молодежи в России. Москва: НИУ ВШЭ, 2019. 48 с.
13. Замятина Н. Ю. Метод изучения миграций молодежи по данным социальных интернет-сетей: Томский государственный университет как «центр производства и распределения» человеческого капитала (по данным социальной интернет-сети «ВКонтакте») // Региональные исследования. 2012. №2. С. 15–28.
14. Карачурина Л. Б., Флоринская Ю. Ф. Миграционные намерения выпускников школ малых и средних городов России // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2019. №6. С. 82–89.
15. Карцева М. А., Мкртчян Н. В., Флоринская Ю. Ф. Межрегиональная миграция молодежи в России и выстраива-

- ние жизненных стратегий // Журнал Новой экономической ассоциации. 2021. №4 (52). С. 162–180. <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2021-52-4-7>
16. Катровский А. П. Учебная миграция в вузы России: факторы и мотивация // Миграция и урбанизация в СНГ и Балтии в 90-е годы: сб. статей / Под ред. А. Зайончковской. Москва: Совет по миграциям стран СНГ; Центр демографии и экологии человека, 1999. С. 269–276.
 17. Кашницкий И. С., Мкртчян Н. В., Лешуков О. В. Межрегиональная миграция молодежи в России: комплексный анализ демографической статистики // Вопросы образования. 2016. №3. С. 169–203.
 18. Краткий словарь по социологии / Под общ. ред. Д. М. Гвишиани, Н. И. Лапина. Москва: Политиздат, 2001. 480 с.
 19. Лисовский В.Т. Социология молодежи / В.Т. Лисовский. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1996. 361 с.
 20. Мезина Е. В. Миграция сельской молодежи в города в контексте социально-экономической безопасности Ставропольского края // Научное обозрение. Серия 1: Экономика и демография. 2010. №6. С. 61–64.
 21. Мезина Е. В. Причинно-следственная взаимосвязь причин и последствий миграции молодежи из сельской местности Ставропольского края в города // Научное обозрение. Серия 2. Гуманитарные науки. 2011. №1. С. 19–24.
 22. Мирзабалаева Ф. И. Миграционное настроение молодежи периферийного региона // «Современные проблемы науки и образования»: сетевой журнал. 2013. №4. URL: <https://science-education.ru/> (дата обращения 19.10.2023).
 23. Мкртчян Н. В. Миграция молодежи в региональные центры России в конце XX – начале XXI веков // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2013. №6. С. 19–32.
 24. Мкртчян Н. В. Миграция молодежи из малых городов России // Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. 2017. №1. С. 225–242.
 25. Молодежь. Большая Российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/molodiozh-91560e> (дата обращения 19.10.2023).
 26. Морозова Е. А., Кочнева О. П. Миграционные настроения молодежи Кемеровской области – Кузбасса // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Поли-

- тические, социологические и экономические науки. 2021. №6 (3). С. 326–338.
27. Переведенцев В. И. Молодежь и социально-демографические проблемы СССР. М.: Наука, 1990. 150 с.
 28. Радченко А. Ф. Молодежь и ее возрастные границы // Социология власти. 2012. №3. С. 19–29.
 29. Ручкин Б. А. Молодежь и становление новой России // СОЦИС. 1998. №5. С. 90–98.
 30. Рязанцев С. В., Лукьянец А. С. Эмиграция молодежи из России: факторы, формы и последствия // Научное обозрение. Серия 1. Экономика и право. 2015. №4. С. 7–18.
 31. Санникова О. В., Хотинец В. Ю. Транзитный университет как фактор межрегиональной образовательной миграции // Вестник Удмуртского университета. Сер. Философия. Психология. Педагогика. 2017. Т. 27. №1. С. 41–45.
 32. Суртаев В. Я. Молодежь и культура. СПб.: Изд-во СПб. гос. ун-та культуры и искусств, 1999. 224 с.
 33. Тузиков А. Р., Зинурова Р. И. Молодежная миграция в Республике Татарстан: опыт социально-демографического портретирования // Управление устойчивым развитием. 2022. №5(42). С. 75–80.
 34. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. N 489-ФЗ «О молодежной политике в Российской Федерации». URL: <https://rg.ru/documents/2021/01/11/molodez-dok.html> (дата обращения 19.10.2023).
 35. Флоринская Ю. Ф., Рощина Т. Г. Миграционные намерения выпускников школ малых городов // Мониторинг общественного мнения. 2005. №74(2). С. 77–87.
 36. Чудиновских О. С., Денисенко М. Б. Где хотят жить выпускники российских вузов // Демоскоп Weekly. 2003. С. 119–120.
 37. Шалаева Н. И. Безработица и миграция молодежи в Приморском крае // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2015. №4(33). С. 159–161.
 38. Argent N., Walmsley J. Rural Youth Migration Trends in Australia: an Overview of Recent Trends and Two Inland Case Studies // Geographical Research. 2008. Vol. 46. No. 2. P. 139–152.
 39. Dustmann C., Glitz A. Migration and Education // Handbook of the Economics of Education. 2011. No. 4. P. 327–439.
 40. Findlay A. M. An Assessment of Supply and Demand-Side Theorizations of International Student Mobility // International Migration. 2011. No. 49 (2). P. 162–190.

41. Hadler M. Intentions to migrate within the European Union: A challenge for simple economic macro-level explanations // *European Societies*. 2006. Vol. 8. No.1. P. 111–140.
42. Knapp T. A., White N. E., Wolaver A. M. The Returns to Migration: The Influence of Education and Migration Type // *Growth and Change*. 2013. No. 44 (4). P. 589–607.
43. McHugh R., Morgan J. The Determinants of Interstate Student Migration: A Place-to-Place Analysis // *Economics of Education Review*. 1984. No. 3 (4). P. 269–278.
44. Plane D., Heins F. Age Articulation of U. S. Inter-Metropolitan Migration Flows // *The Annals of Regional Science*. 2003. No. 37 (1). P. 107–130.
45. Smith D., Rérat P., Sage J. Youth Migration and Spaces of Education // *Children's Geographies*. 2014. No. 12 (1). P. 1–8.
46. Venhorst V., Van Dijk J., Van Wissen L. An analysis of trends in spatial mobility of Dutch graduates // *Spatial Economic Analysis*. 2011. Vol. 6. No. 1. P. 57–82.
47. Williams A.M., Jephcote C., Janta H., Li G. The migration intentions of young adults in Europe: A comparative, multilevel analysis // *Population, Space and Place*. 2018. Vol. 24. No.1. P. 21–23.

References

1. Abdulmanapov P. G. The role of migration in the development of the Republic of Dagestan. *Problems. Search. Decisions*. 2012. No. 39 (270). P. 64–68 (In Russ.).
2. Abdulmanapov P. G., Abasova H. U. Migration in the Republic of Dagestan as a factor of labor redistribution. *Issues of structuring the economy*. 2018. No. 1. P. 79–81 (In Russ.).
3. Alekseeva E. A. Migration of student youth in new economic conditions: trends and socio-demographic consequences (based on the materials of the Stavropol Krai). Abstract of the dissertation of the Candidate of Economic Sciences. Institute of Socio-Political Studies of the Russian Academy of Sciences. 2011. 23 p. (In Russ.).
4. Antosik L. V., Ivashina N. V. Factors and directions of interregional migration of university graduates in Russia. *Questions of education / Educational Studies Moscow*. 2021. No. 2. P. 107–125. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-2-107-125> (In Russ.).
5. Asriyants K. G. The state and assessment of the causes of migration in the Republic of Dagestan. *Scientific and practical electronic journal "Alley of Science": online journal* 2019.

- No. 11(38). Vol. 2. URL: <https://alley-science.ru/> (Accessed 19.10.2023) (In Russ.).
6. Ataeva A. G., Ulyayeva A. G. Interregional youth migration as a threat to the loss of human capital of the territory (based on the materials of the Republic of Bashkortostan and the regions of the Volga Federal District). *Bulletin of Tomsk State University. Economy*. 2018. No. 44. P. 38–57 (In Russ.).
 7. Baykov A. A., Lukyanets A.S., Pishchennaya E.E., Rostovskaya T. K., Ryazantsev S.V. Emigration of youth from Russia: scales, channels, consequences. *Sociological research*. 2018. No. 11. P. 75–84 (In Russ.).
 8. A large encyclopedic dictionary. URL: <https://gufo.me/dict/bes> (Accessed 19.10.2023) (In Russ.).
 9. Borisova L. A., Tagirov S. M. The impact of migration on the socio-economic situation of the Republic of Dagestan. *Demographic and migration portrait of the Caucasus. Ser. "Demography. Sociology. The economy"*. Edited by S.V. Ryazantsev, G.I. Gadzhimuradova. Moscow, 2019. Volume 5. No. 2. P. 64–71 (In Russ.).
 10. Varshavskaya E. Ya., Chudinovskikh O. S. Migration plans of graduates of regional universities of Russia. *Bulletin of the Moscow University. Ser. 6: Economics*. 2014. No. 3. P. 36–58 (In Russ.).
 11. Gabdrakhmanov N. K., Karachurina L. B., Mkrtchyan N. V., Leshukov O. V. Educational migration of youth and optimization of the network of universities in different cities. *Questions of education / Educational Studies Moscow*. 2022. No. 2. P. 88–116. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2022-2-88-116> (In Russ.).
 12. Gabdrakhmanov N. K., Nikiforova N. Yu., Leshukov O. V. "From the Volga to the Yenisei ...": educational migration of youth in Russia. Moscow: Higher School of Economics, 2019. 48 p. (In Russ.).
 13. Zamyatina N. Y. Method of studying youth migration according to social Internet networks: Tomsk State University as a "center of production and distribution" of human capital (according to the social Internet network VKontakte). *Regional studies*. 2012. No. 2. P. 15–28 (In Russ.).
 14. Karachurina L. B., Florinskaya Yu. F. Migration intentions of school graduates of small and medium-sized cities of Russia. *Bulletin of the Moscow University. Ser. 5. Geography*. 2019. No. 6. P. 82–89 (In Russ.).

15. Kartseva M. A., Mkrtchyan N. V., Florinskaya Yu. F. Interregional migration of youth in Russia and building life strategies. *Journal of the New Economic Association*. 2021. No. 4 (52). P. 162–180. <https://doi.org/10.31737/2221-2264-2021-52-4-7> (In Russ.).
16. Katrovsky A. P. Educational migration to Russian universities: factors and motivation. *Migration and urbanization in the CIS and the Baltic States in the 90s: collection of articles*. Edited by A. Zaionchkovskaya. Moscow: Council for Migration of the CIS countries; Center for Demography and Human Ecology, 1999. P. 269–276.
17. Kashnitsky I. S., Mkrtchyan N. V., Leshukov O. V. Interregional migration of youth in Russia: a comprehensive analysis of demographic statistics. *Education issues*. 2016. No. 3. P. 169–203 (In Russ.).
18. A short dictionary of sociology / Under the general editorship of D. M. Gvishiani, N. I. Lapina. M.: Politizdat, 2001. 480 p. (In Russ.).
19. Lisovsky V. T. *Sociology of youth* / V. T. Lisovsky. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg University, 1996. 361 p. (In Russ.).
20. Mezina E. V. Migration of rural youth to cities in the context of socio-economic security of the Stavropol Krai. *Scientific review. Series 1: Economics and Demography*. 2010. No. 6. P. 61–64 (In Russ.).
21. Mezina E. V. The causal relationship between the causes and consequences of youth migration from rural areas of the Stavropol Krai to cities. *Scientific Review. Series 2. Humanities*. 2011. No. 1. P. 19–24 (In Russ.).
22. Mirzabalayeva F. I. Migration mood of youth in the peripheral region. "Modern problems of science and education": Network journal 2013. No. 4. URL: <https://science-education.ru> / (Accessed 19.10.2023) (In Russ.).
23. Mkrtchyan N. V. Migration of youth to regional centers of Russia in the late XX – early XXI centuries. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. The series is geographical*. 2013. No. 6. P. 19–32 (In Russ.).
24. Mkrtchyan N. V. Migration of youth from small towns in Russia. *Monitoring public opinion: Economic and social changes*. 2017. No. 1. P. 225–242 (In Russ.).
25. Youth. *The Great Russian Encyclopedia*. URL: <https://bigenc.ru/c/molodiozh-91560e> (Date of appeal 19.10.2023) (In Russ.).

26. Morozova E. A., Kochneva O. P. Migration sentiments of the youth of the Kemerovo region – Kuzbass. Bulletin of Kemerovo State University. Series: Political, Sociological and Economic Sciences. 2021. No. 6 (3). P. 326–338 (In Russ.).
27. Perevedentsev V. I. Youth and socio-demographic problems of the USSR. M.: Nauka, 1990. 150 p. (In Russ.).
28. Radchenko A. F. Youth and its age limits. Sociology of power. 2012. No. 3. P. 19–29 (In Russ.).
29. Ruchkin B. A. Youth and the formation of a new Russia. SO-CIS. 1998. No. 5. P. 90–98 (In Russ.).
30. Ryazantsev S. V., Lukyanets A. S. Emigration of youth from Russia: factors, forms and consequences. Scientific review. Series 1. Economics and law. 2015. No. 4. P. 7–18 (In Russ.).
31. Sannikova O. V., Khotinets V. Yu. Transit University as a factor of interregional educational migration. Bulletin of the Udmurt University. Ser. Philosophy. Psychology. Pedagogy. 2017. Vol. 27. No. 1. P. 41–45 (In Russ.).
32. Surtaev V. Ya. Youth and culture. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University of Culture and Arts, 1999. 224 p. (In Russ.).
33. Tuzikov A. R., Zinurova R. I. Youth migration in the Republic of Tatarstan: the experience of socio-demographic portraiture. Management of sustainable development. 2022. No. 5(42). P. 75–80 (In Russ.).
34. Federal Law No. 489-FZ of December 30, 2020 “On Youth Policy in the Russian Federation”. URL: <https://rg.ru/documents/2021/01/11/molodez-dok.html> (Accessed 19.10.2023) (In Russ.).
35. Florinskaya Yu. F., Roshchina T. G. Migration intentions of graduates of schools of small towns. Monitoring of public opinion. 2005. No. 74(2). P. 77–87 (In Russ.).
36. Chudinovskikh O. S., Denisenko M. B. Where graduates of Russian universities want to live. Demoscope Weekly. 2003. P. 119–120 (In Russ.).
37. Shalaeva N. I. Unemployment and youth migration in Primorsky Krai. Business. Education. Right. Bulletin of the Volgograd Institute of Business. 2015. No. 4(33). P. 159–161 (In Russ.).
38. Argent N., Walmsley J. Rural Youth Migration Trends in Australia: an Overview of Recent Trends and Two Inland Case Studies. Geographical Research. 2008. Vol. 46. No. 2. P. 139–152.
39. Dustmann C., Glitz A. Migration and Education. Handbook of the Economics of Education. 2011. No. 4. P. 327–439.

40. Findlay A. M. An Assessment of Supply and Demand-Side Theorizations of International Student Mobility. *International Migration*. 2011. No. 49 (2). P. 162–190.
41. Hadler M. Intentions to migrate within the European Union: A challenge for simple economic macro-level explanations. *European Societies*. 2006. Vol. 8. No.1. P. 111–140.
42. Knapp T. A., White N. E., Wolaver A. M. The Returns to Migration: The Influence of Education and Migration Type. *Growth and Change*. 2013. No. 44 (4). P. 589–607.
43. McHugh R., Morgan J. The Determinants of Interstate Student Migration: A Place-to-Place Analysis. *Economics of Education Review*. 1984. No. 3 (4). P. 269–278.
44. Plane D., Heins F. Age Articulation of U. S. Inter-Metropolitan Migration Flows. *The Annals of Regional Science*. 2003. No. 37 (1). P. 107–130.
45. Smith D., Rérat P., Sage J. Youth Migration and Spaces of Education. *Children's Geographies*. 2014. No. 12 (1). P. 1–8.
46. Venhorst V., Van Dijk J., Van Wissen L. An analysis of trends in spatial mobility of Dutch graduates. *Spatial Economic Analysis*. 2011. Vol. 6. No. 1. P. 57–82.
47. Williams A.M., Jephcote C., Janta H., Li G. The migration intentions of young adults in Europe: A comparative, multilevel analysis. *Population, Space and Place*. 2018. Vol. 24. No. 1. P. 21–23.

**Статья поступила в редакцию 11.09.2023;
одобрена после рецензирования 02.11.2023;
принята к публикации 20.11.2023.**

**The article was submitted to the editorial office 11.09.2023;
the article was approved after reviewing 02.11.2023;
the article was accepted for publication 20.11.2023.**

Информация об авторах

Щитова **Наталья Александровна**, доктор географических наук, профессор кафедры социально-экономической географии Высшей школы географии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета. Researcher ID: ABA-1080-2021. Scopus ID: 6602786751.
E-mail: stavgeo@mail.ru

Белозеров Виталий Семенович, доктор географических наук, заведующий кафедрой социально-экономической географии Высшей школы географии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета. Researcher ID: ENB-8594-2022. Scopus ID: 24464148100.
E-mail: vsbelozarov@yandex.ru

Зольникова Юлия Федоровна, кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии Высшей школы географии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета.
Scopus ID: 57219554702. E-mail: zolnst@mail.ru

Полян Павел Маркович, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН. Scopus ID: 6603630160. E-mail: pavel.polian@gmail.com

Information about the authors

Natalia A. Shchitova, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Department of Socio-Economic Geography, Higher School of Geography and Geoinformatics, North-Caucasus Federal University. Researcher ID: ABA-1080-2021.
Scopus ID: 6602786751. E-mail: stavgeo@mail.ru

Vitaly S. Belozarov, Doctor of Geographical Sciences, Head of the Department of Socio-Economic Geography, Higher School of Geography and Geoinformatics, North-Caucasus Federal University. Researcher ID: ENB-8594-2022. Scopus ID: 24464148100. E-mail: vsbelozarov@yandex.ru

Julia F. Zolnikova, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Socio-Economic Geography, Higher School of Geography and Geoinformatics, North-Caucasus Federal University.
Scopus ID: 57219554702. E-mail: zolnst@mail.ru

Pavel M. Polyani, Doctor of Geographical Sciences, Leading Researcher, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences. Scopus ID: 6603630160. E-mail: pavel.polian@gmail.com

1.6.13.
УДК:911.3:911.6:528.9
DOI:

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ
10.37493/2308-4758.2023.4.3

Эшроков В.М.,
Черкасов А.А.,
Сопнев Н.В.

Северо-Кавказский федеральный университет
г. Ставрополь, Россия

АГЛОМЕРАЦИИ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ: СРАВНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ И ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ

Введение.

В Ставропольском крае сформировались две системы расселения агломерационного типа – моноцентрическая Ставропольская агломерация и полицентрическая агломерация Кавказских Минеральных Вод. На современном этапе демографические процессы в Ставропольском крае наиболее интенсивно происходят в «границах» представленных агломераций, наблюдаются миграционные процессы, приводящие к стягиванию населения в центры агломераций, что повышает их роль в системе расселения. Целью настоящего исследования является сравнение пространственной и демографической динамики агломераций Ставропольского края, выделение общих черт в демографических процессах и особенностей, свойственных для каждой из агломераций.

Материалы и методы
исследований.

В работе использованы данные Управления Федеральной службы государственной статистики по Ставропольскому краю (с 2012 по 2021 г.), материалы переписей населения (1989, 2002, 2010, 2021 гг.), документы территориального планирования и градостроительного проектирования, собственные наблюдения и результаты «полевых» исследований территории. На основе этих данных представлена общая характеристика Ставропольской агломерации и агломерации КМВ, выполнен анализ пространственной организации расселения, определены современные тенденции её демографического развития.

Результаты исследований
и их обсуждение.

В ходе исследования авторы анализируют рождаемость, смертность, естественный прирост населения, миграционные процессы, динамику численности населения, этнический состав населения каждой агломерации Ставропольского края. Анализ выполнен на уровне городов, городских и муниципальных округов, что позволяет оценить внутри агломерационные процессы, едины ли они для всей агломерации или имеют пространственные закономерности.

Выводы.

Анализ демографической динамики двух агломераций Ставропольского края позволяет сделать выводы. Ставропольская агломерация и агломерация Кавказских минеральных вод выступают очагами концентрации городского населения на Ставрополье, являются главными ареалами притяжения мигрантов. Агломерации характеризуются увеличением численности и естественным приростом населения. Миграционный прирост населения, который в настоящее время снижается, все постсоветское время способствовал увеличению численности населения. В настоящее время агломерации сконцентрировали значительный демографический потенциал Ставрополя.

Ключевые слова:

Ставропольский край, Ставропольская агломерация, агломерация Кавказских Минеральных Вод, демографические процессы.

Eshrokov V.M.,
Cherkasov A.A.,
Sopnev N. V.

North-Caucasus Federal University,
Stavropol,
Russia

Agglomerations of The Stavropol Region: Comparison of Spatial and Demographic Dynamics

Introduction.

Two agglomeration-type settlement systems have formed in the Stavropol Krai, – the monocentric Stavropol agglomeration and the polycentric agglomeration of the Caucasian Mineral Waters (the CMW). At the present stage, demographic processes in the Stavropol Krai most intensively occur within the “borders” of the represented agglomerations; migration processes are observed leading to the population being drawn into the centers of agglomerations, which increases their role in the settlement system.

The purpose of this study is to compare the spatial and demographic dynamics of agglomerations in the Stavropol Krai, highlighting common features in demographic processes and features characteristic of each agglomeration.

Materials and research methods.

The work uses data from the Office of the Federal State Statistics Service for the Stavropol Territory (from 2012 to 2021), population census materials (1989, 2002, 2010, 2021), documents from territorial planning and urban planning, our own observations and field results territory research. Based on these data, a general description of the Stavropol agglomeration and the CMW agglomeration is given, spatial organization of settlement is analyzed, and current trends in its demographic development are determined.

Research results and their discussion.

In the course of the study, the authors analyze the birth rate, mortality, natural population growth, migration processes, population dynamics, and the ethnic composition of the population of each agglomeration of the Stavropol Territory. The analysis was carried out at the level of cities, urban and municipal districts, which makes it possible to assess intra-agglomeration processes, whether they are uniform for the entire agglomeration or have spatial patterns.

Conclusions.

The analysis of demographic dynamics of two agglomerations of the Stavropol Krai allows the authors to draw conclusions. The Stavropol agglomeration and the agglomeration of the Caucasian Mineral Waters act as centers of concentration of the urban population in the Stavropol region and are the main areas of attraction for migrants. Agglomerations are characterized by increasing numbers and natural population growth. Migration population growth, which is currently declining, has contributed to an increase in population throughout the post-Soviet period. Currently, agglomerations have concentrated the significant demographic potential of the Stavropol region.

Keywords:

Stavropol Krai, Stavropol agglomeration, Caucasian Mineral Waters agglomeration, demographic processes

Введение

Городские агломерации являются ключевыми узлами опорного каркаса расселения населения страны и важнейшими территориями на демографической карте России [2, 7, 12, 13, 19]. В Ставропольском крае сформировались две системы расселения

агломерационного типа – моноцентрическая Ставропольская агломерация и полицентрическая агломерация Кавказских Минеральных Вод [4].

Ставропольская агломерация как одна из главных устойчивых систем расселения Ставрополя развивается в соответствии с закономерностями, которые характерны для подобного рода систем:

- поляризация пространства – неравномерность развития разных частей агломерации, формирование зон различной интенсивности хозяйственной (в т.ч. и в первую очередь градостроительной) деятельности;
- преимущественное развитие городов-центров систем расселения (агломерационной и локальных) – высокая концентрация всех агломерационных функций в центре агломерации 1-го порядка – Ставрополе (науки, производства, образования, культуры, инноваций и т.п.), центрах 2-го и 3-го порядка – Невинномыске, Изобильном;
- формирование и развитие планировочного каркаса, состоящего из урбанизированных и природоохраненных компонентов.

Агломерация КМВ, в отличие от Ставропольской, не имеет одного четко выраженного ядра и согласно подходам, сложившимся в геоурбанистике, считается полицентрической [3, 6, 8, 9, 18]. Данная территория обладает целым рядом отличительных особенностей, что позволяет рассматривать ее как исключительный урбанизированный ареал Ставропольского края [16]:

- положение практически всей территории агломерации в пределах особо охраняемого эколого-курортного региона Кавказские Минеральные Воды;
- особый правовой статус территории¹;

1

Постановление Правительства Российской Федерации от 06.07.1992 №462 «Об особо охраняемом эколого-курортном регионе Российской Федерации – Кавказских Минеральных Водах».

- законодательно закреплённые границы региона и наличие документов территориального планирования для всей территории КМВ;
- положение в пределах региона городов-курортов федерального значения (Ессентуки, Железноводск, Кисловодск, Пятигорск) и выполнение ими функций ядер-центров агломерации;
- особая роль железнодорожного транспорта в обеспечении внутри агломерационных связей.

Этот перечень далеко не полный, поскольку территория агломерации является уникальной не только на территории Ставропольского края, или СКФО, но и в Российской Федерации. Из всех полицентрических агломераций страны (например, агломерации Кузбасса, Самарско-Тольяттинской, Тульско-Новомосковской) – это единственная высоко урбанизированная территория агломерированного расселения с приоритетом экологических функций и рекреационной специализацией [8, 9].

На современном этапе демографические процессы в Ставропольском крае наиболее интенсивно происходят в «границах» представленных агломераций, наблюдаются миграционные процессы, приводящие к стягиванию населения в центры агломераций, что повышает их роль в системе расселения [1, 11, 14, 15].

Целью настоящего исследования является сравнение пространственной и демографической динамики агломераций Ставропольского края, выделения общих черт в демографических процессах и особенностей, свойственных для каждой из агломераций.

Материалы и методы исследований

В работе использованы данные Управления Федеральной службы государственной статистики по Ставропольскому краю (с 2012 по 2021 г.), материалы переписей населения (1989, 2002, 2010, 2021 гг.), документы территориального планирования и градостроительного проектирования, собственные наблюдения и результаты «полевых» исследований территории. На основе этих данных представлена общая характеристика Ставропольской агло-

мерации и агломерации КМВ, выполнен анализ пространственной организации расселения, определены современные тенденции её демографического развития.

Делимитация границ обеих агломераций выполнена на основании ряда базовых критериев. Во-первых, наличие города с численностью населения более 100 тыс. чел. (ядро(а) агломерации), размещение не менее 2-х городских поселений во внешней зоне агломерации, жители которых имеют относительно высокую связь с большим (главным) городом, при этом их общая численность – не менее 10% от числа жителей города-центра. Сельское население агломерации выступает на равных с городским (сельская местность включается на основе построения изохрон транспортной доступности каждого сельского поселения [групп сельских поселений]) [8]. Интенсивность связей поселений внешней зоны с главным городом агломераций, которая определяется наличием устойчивых трудовых маятниковых корреспонденций с главным городом [5]. Наличие производственно-технологических связей градообразующих предприятий главного города и городов его внешней зоны. Выявление зоны влияния рекреационных функций главного города на его окружение (определяется по размещению дачных поселений и учреждений отдыха и рекреации, зон массового отдыха жителей главного города). Наличие сельскохозяйственных предприятий и их сельхозугодий, призванных обеспечивать главный город продовольствием [6, 9].

Практически по всем обозначенным выше критериям Ставропольская агломерация и агломерация КМВ – объективно существующие образования системы расселения Ставропольского края (см. рис. 1).

В рамках исследования агломерации определены административными границами городских и муниципальных округов. Таким образом Ставропольская агломерация рассматривается в границах Изобильненского городского округа, Труновского, Грачевского, Кочубеевского и Шпаковского муниципального округа с городами: Ставрополь и Невинномысск. Агломерация Кавказских Минеральных вод рассматривается в границах Предгорного муниципального округа, Минераловодского, Георгиевского городского

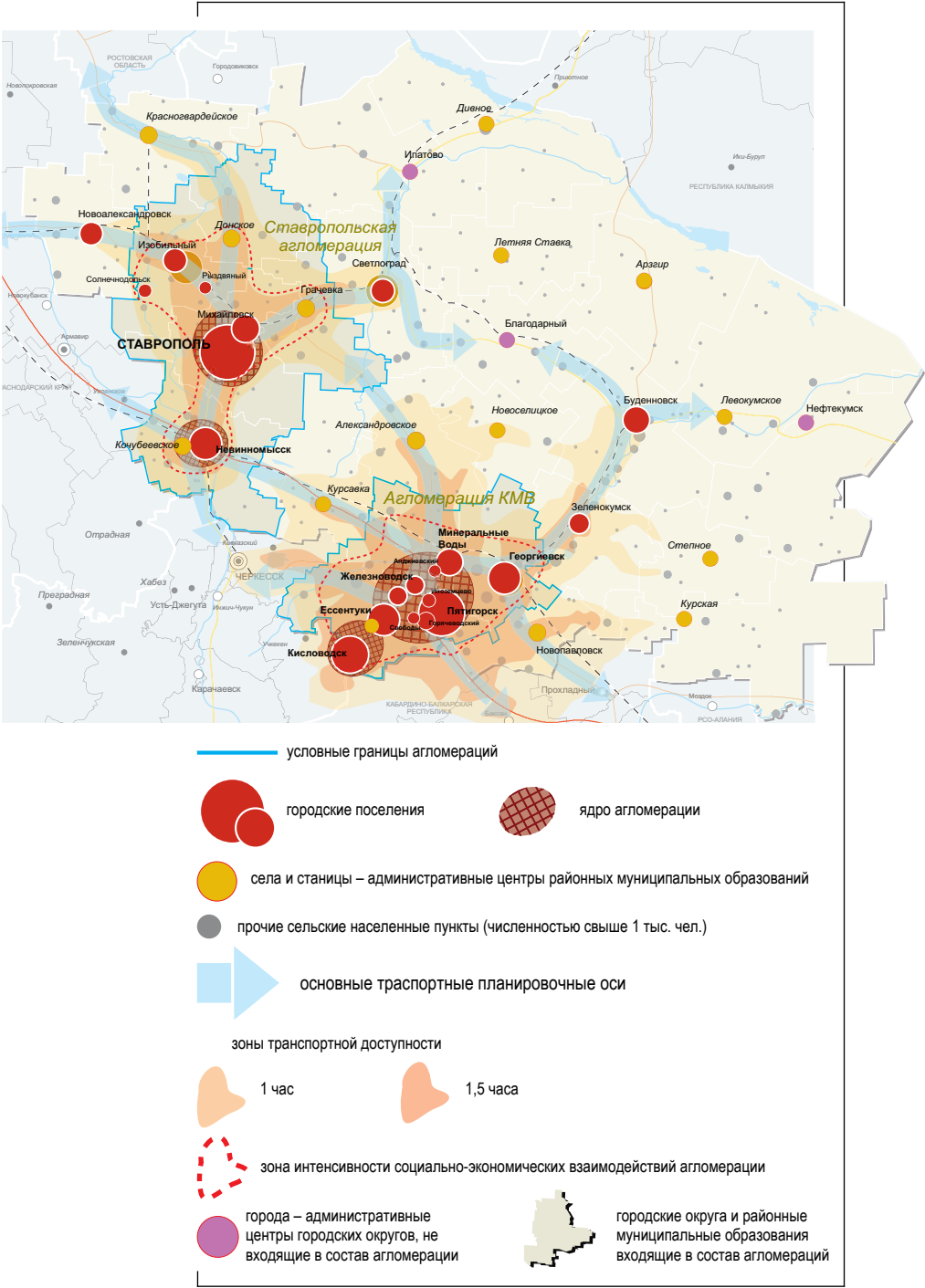


Рис. 1. Положение Ставропольской агломерации и агломерации КМВ в системе расселения Ставропольского края.
Fig. 1. The position of the Stavropol agglomeration and the KMV agglomeration in the settlement system of the Stavropol Territory.

го округа и городов: Ессентуки, Железноводск, Кисловодск, Пятигорск, Лермонтов.

Результаты исследований и их обсуждение

По данным переписи населения 2021 г. численность населения Ставропольской агломерации составляла 1087,5 тыс. человек, это почти 37,4 % населения Ставропольского края (см. табл. 1). Из них городские жители – 75,1 %.

Демографические процессы протекают в Ставропольской агломерации также территориально неравномерно. Самая высокая рождаемость отмечается в Ставрополе и Шпаковском округе. Здесь же самая низкая смертность. Самая низкая рождаемость – в Изобильненском и Кочубеевском округе. Самая высокая смертность – в Кочубеевском и Труновском округах (см. табл. 2 и 3).

С 2012 по 2019 год устойчивый положительный естественный прирост населения отмечается только в Ставрополе и Шпаковском округе (за счет г. Михайловска), в остальных округах – естественная убыль населения. В период распространения пандемии негативные процессы усилились, и в 2021 году естественная убыль отмечается во всех рассматриваемых территориях Ставропольской агломерации.

Ставропольская агломерация в последнее десятилетие стала одним из главных центров притяжения мигрантов не только в Ставропольском крае, но и на Юге России. С 2012 г. устойчивый миграционный прирост отмечался в Ставрополе, Грачевском и Шпаковском округах, миграционная убыль – только в Труновском округе. В Невинномыске, Изобильненском городском округе и Кочубеевском округе – прирост сменялся убылью.

В Ставрополе демографический кризис начался в 1993 г. и закончился в 2007 г. с временным ухудшением в период пандемии в 2021 г. Миграционный прирост всегда был положительным с провалом в 2001 и 2017 г. В целом миграция делает значимый вклад в общий прирост населения. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей жителей в трудоспособном возрасте – 65,8 %, при этом доля жителей моложе трудоспособного возраста – 15,2 %, а пенсионеров – 19,0 %.

Таблица 1. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, ТЫС. ЧЕЛОВЕК, 2012–2021 ГГ.
Table 1. Population dynamics of the Stavropol agglomeration, people, 2012–2021

Муниципальные образования агломерации	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Городское население	655,3	675,3	690,5	696,6	699,3	685,8	700,9	717,1
Сельское население	244,9	243,2	242,7	242,5	241,7	258,9	257,8	270,4
Город Ставрополь	404,8	420,0	429,8	433,8	434,1	437,4	450,7	447,4
Город Невинномысск	118,2	117,6	117,9	117,7	117,4	116,8	116,7	117,5
Изобильненский городской округ	102,6	100,4	99,6	99,3	99,3	98,9	98,9	105,7
Шпаковский муниципальный округ	125,0	132,2	138,6	141,2	144,2	147,2	150,0	167,8
Кочубеевский муниципальный округ	78,6	77,5	77,2	77,0	76,4	75,5	74,6	78,5
Грачевский муниципальный округ	36,6	37,1	37,3	37,7	37,8	37,8	37,4	37,9
Труновский муниципальный округ	34,4	33,7	32,8	32,4	31,8	31,1	30,4	32,7
Итого	900,2	918,5	933,2	939,1	941,0	944,7	958,7	1087,5

* Составлено авторами по данным Росстат [10]

Таблица 2.

РОЖДАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, ‰

Table 2. Birth rate of the population of the Stavropol agglomeration, ‰

Муниципальные образования агломерации	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Город Ставрополь	13,0	13,4	14,5	14,4	14,5	13,1	12,9	11,2	11,1	10,7
Город Невинномысск	12,1	11,9	12,9	14,2	13,2	10,7	10,4	8,6	8,4	8,6
Изобильненский городской округ	11,6	11,1	11,6	10,3	10,7	9,5	9,0	8,6	8,0	7,4
Шпаковский муниципальный округ	13,4	13,4	14,2	13,9	13,6	12,3	11,4	10,8	10,7	10,7
Кочубеевский муниципальный округ	13,5	13,4	13,0	12,1	11,8	9,9	9,2	9,0	8,9	8,6
Грачевский муниципальный округ	13,5	14,2	12,9	13,4	13,5	10,6	10,2	9,6	8,6	8,9
Труновский муниципальный округ	13,6	13,2	14,6	11,6	12,5	12,0	10,8	10,6	9,3	10,0

* Составлено авторами по данным Росстат [10]

Таблица 3.

СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, ‰

Table 3. Mortality of the population of the Stavropol agglomeration, ‰

Муниципальные образования агломерации	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Город Ставрополь	9,8	9,3	9,4	9,3	9,2	8,9	9,2	9,1	11,0	13,0
Город Невинномысск	13,4	12,9	13,1	13,1	12,9	13,3	13,1	12,9	15,3	18,1
Изобильненский городской округ	13,1	13,2	13,3	13,3	13,9	13,1	13,5	13,2	14,9	18,6
Шпаковский муниципальный округ	10,1	10,1	9,5	9,9	10,1	9,1	9,7	9,0	11,3	13,3
Кочубеевский муниципальный округ	15,0	15,4	15,1	14,6	15,5	14,5	13,7	14,3	16,3	18,6
Грачевский муниципальный округ	13,5	13,7	13,4	14,1	12,0	12,8	12,8	13,0	15,3	15,5
Труновский муниципальный округ	14,0	13,3	13,4	13,2	14,4	14,4	14,0	15,2	17,9	19,6

* Составлено авторами по данным Росстат [10]

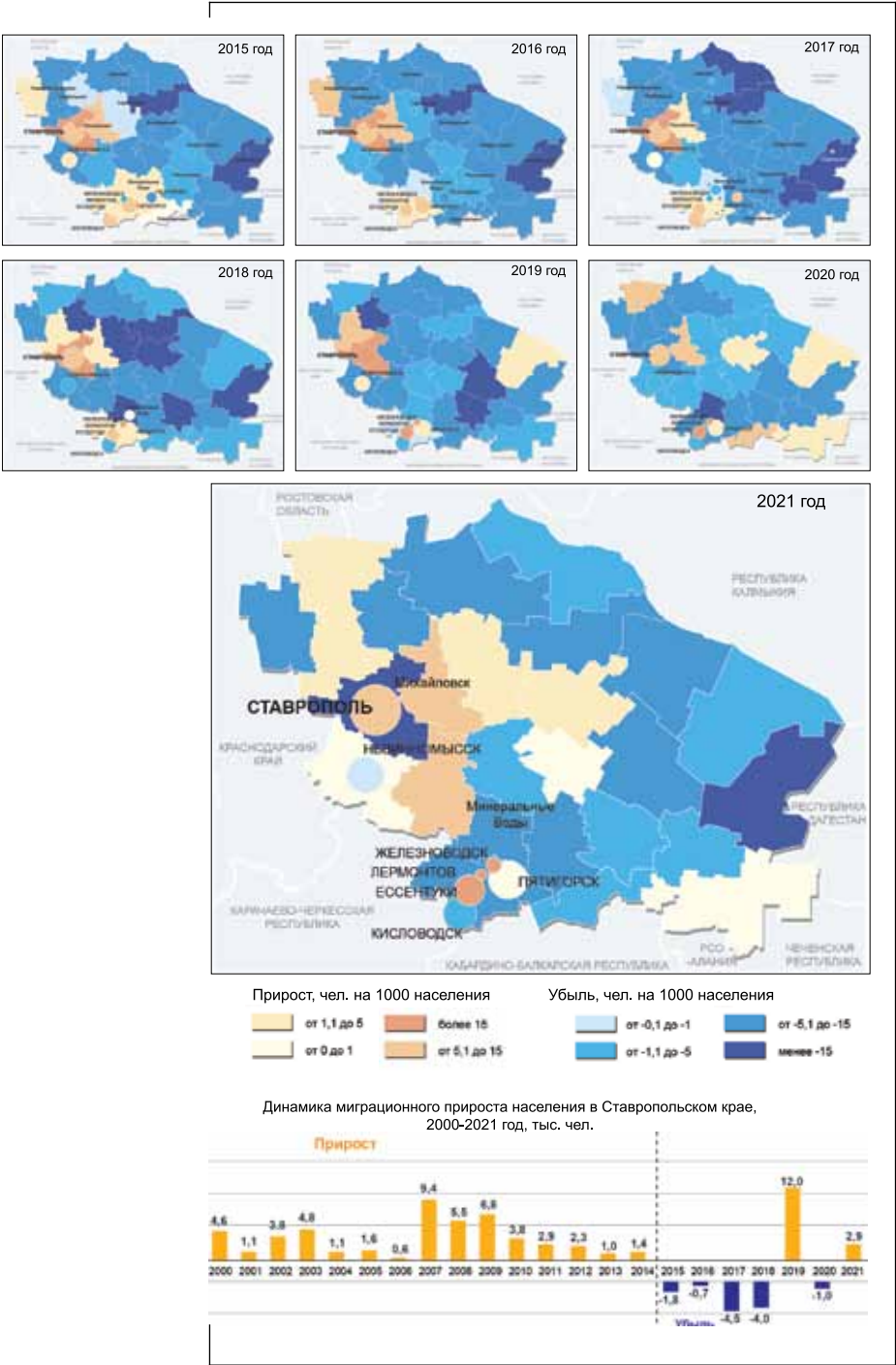


Рис. 2. Динамика миграционного прироста населения Ставропольского края, с 2015 по 2021 год
Fig. 2. Dynamics of migration growth of the population of the Stavropol Territory, from 2015 to 2021

Таблица 4. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ПРИРОСТ НАСЕЛЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, ‰

Table 4. Natural population growth of the Stavropol agglomeration, ‰

Муниципальные образования агломерации	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Город Ставрополь	3,2	4,1	5,1	5,1	5,3	4,2	3,7	2,1	0,1	-2,3
Город Невинномысск	-1,3	-1	-0,2	1,1	0,3	-2,6	-2,7	-4,3	-6,9	-9,5
Изобильненский городской округ	-1,5	-2,1	-1,7	-3	-3,2	-3,6	-4,5	-4,6	-6,9	-11,2
Шпаковский муниципальный округ	3,3	3,3	4,7	4	3,5	3,2	1,7	1,8	-0,6	-2,6
Кочубеевский муниципальный округ	-1,5	-2	-2,1	-2,5	-3,7	-4,6	-4,5	-5,3	-7,4	-10
Грачевский муниципальный округ	0	0,5	-0,5	-0,7	1,5	-2,2	-2,6	-3,4	-6,7	-6,6
Труновский муниципальный округ	-0,4	-0,1	1,2	-1,6	-1,9	-2,4	-3,2	-4,6	-8,6	-9,6

* Составлено авторами по данным Росстат [10]

В Невинномысске демографический кризис начался в 1991 г. Миграционный прирост в начале 1990-х увеличивался, но во второй половине десятилетия резко уменьшился, в дальнейшем чередовался с убылью. В целом он не перекрыл естественной убыли населения. Возрастной состав горожан характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 26,2%, доля жителей в трудоспособном возрасте – 59,1%, а моложе трудоспособного возраста – 14,7%.

В Грачевском округе демографический кризис начался в 1992 г. Миграционный прирост был всегда положительным, но постепенно снижался. В целом он за последние 25 лет обеспечил общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 24,9% и жителей моложе трудоспособного возраста – 20%, доля жителей в трудоспособном возрасте – 55,1%.

В Изобильненском городском округе демографический кризис начался в 1993 г. Миграционный прирост в начале 1990-х гг. увеличивался, во второй половине десятилетия резко уменьшился, затем чередовался с убылью. В целом он за последние 25 лет обеспечил общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 27,9%, доля жителей в трудоспособном возрасте – 54,9%, а моложе трудоспособного возраста – 17,2%.

В Кочубеевском округе демографический кризис начался в 1992 г. Миграционный прирост в начале 1990-х увеличивался, во второй половине десятилетия резко уменьшился, в дальнейшем чередовался с убылью. В целом он за последние 25 лет обеспечил общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 25,6%, доля жителей в трудоспособном возрасте – 55,2%, а моложе трудоспособного возраста – 19,2%.

В Труновском округе демографический кризис начался в 1993 г. Миграционная убыль началась в 2005 г. В целом миграционный прирост за последние 25 лет обеспечил общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 26,5%, при этом доля жителей в трудоспособном возрасте – 53,9%, а моложе трудоспособного возраста – 19,6%.

В Шпаковском округе демографический кризис начался в 1993 г. Миграционный прирост был всегда положительным, за исключением 2002, 2006, 2020 и 2021 гг. В целом он за последние 25 лет обеспечил общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей жителей моложе трудоспособного возраста – 19,7%, доля жителей в трудоспособном возрасте – 57,5%, а пенсионеров – 22,8%.

Ставропольская агломерация – крупнейший ареал расселения русских и армян в Ставропольском крае и на Юге страны в целом. Здесь проживают также цыгане, даргинцы, азербайджанцы, чеченцы, украинцы, карачаевцы, лезгины, татары, греки и представители других этносов. При этом доля русских сокращается. Так, напри-

Таблица 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПО ОСНОВНЫМ ВОЗРАСТНЫМ ГРУППАМ ПО ГОРОДСКИМ ОКРУГАМ И МУНИЦИПАЛЬНЫМ РАЙОНАМ СТАВРОПОЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ В 2021 Г., %
Table 5. Distribution of the population by major age groups by urban districts and municipal districts of the Stavropol agglomeration in 2021, %

Муниципальные образования агломерации	Моложе трудоспособного	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного
Город Ставрополь	15,2	65,8	19,0
Город Невинномысск	14,7	59,1	26,2
Грачевский муниципальный округ	20,4	55,3	24,3
Изобильненский городской округ	17,2	55,9	26,9
Кочубеевский муниципальный округ	16,6	58,5	24,9
Труновский муниципальный округ	19,6	53,6	26,8
Шпаковский муниципальный округ	19,5	59,8	20,7

* Составлено авторами по данным Росстат [10].

мер, в Ставрополе в 1979 г. удельный вес русских составлял 91,5 %, в 1989 г. – 90,3 %, в 2002 г. – 88,7%, в 2010 г. – 87,9%, в 2021 г. – 86,6 % [17]. В некоторых населенных пунктах Ставропольской агломерации сложился уникальный этнический состав. В Грачевском округе армяне в основном проживают в с. Старомарьевка, даргинцы – в селах Бешпагир и Старомарьевка, кумыки – в с. Бешпагир. В Изобильненском городском округе цыган много в г. Изобильном и с. Птичьем, даргинцев – в с. Подлужном. Корейцы в основном проживают в ст. Баклановской.

В Кочубеевском округе наибольшее количество армян проживает в селах Заветном и Кочубеевском, цыган – в селах Кочубеевс-

Таблица 6. ЭТНИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАСЕЛЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ В 2010 Г. И 2021 Г.
Table 6. Ethnic composition of the population of the Stavropol agglomeration in 2010 and 2021

Этносы	2010, тыс. человек	2010, %	2021, тыс. человек	2021, %
Русские	774,0	87,9	942,0	86,6
Армяне	38,6	4,3	35,8	3,3
Цыгане	5,9	0,6	8,6	0,8
Даргинцы	4,5	0,5	6,2	0,6
Азербайджанцы	2,4	0,3	4,4	0,4
Чеченцы	1,8	0,2	3,9	0,4
Украинцы	10,4	1,2	3,7	0,3
Карачаевцы	2,4	0,3	3,3	0,3
Лезгины	2,1	0,2	3,2	0,3
Татары	1,8	0,2	2,3	0,2
Греки	2,4	0,3	1,4	0,1
Другие	53,1	4	73,4	6,7

* Составлено авторами по данным Росстат [10]

ком и Ивановском (на хут. Калиновском они являются преобладающим этносом), ногайцев – в а. Карамурзинский и с. Балахоновском, татары – в с. Кочубеевском и а. Карамурзинском, азербайджанцы – в ст. Барсуковской, черкесы – в а. Карамурзинском. В Труновском районе армяне проживают в селах Донском, Труновском и Безопасном, цыгане – селах Безопасном, Донском и на х. Невдахин, чеченцы – в селах Безопасном и Ключевском, лезгины – в с. Безопасном, езиды – в с. Безопасном, хуторах Невдахин и Эммануэлевский.

В Шпаковском районе основные населенные пункты проживания армян и цыган – г. Михайловск и с. Надежда, даргинцев – с. Надежда, х. Жилейка (преобладающий этнос), с. Дубовка, лезгин – с. Надежда и пос. Верхнедубовский.

По данным переписи населения в 2021 г. численность населения агломерации Кавказских Минеральных Вод составляла 951 тыс. человек, это 34 % населения Ставропольского края (табл. 1). Из них городские жители – 70 %.

Таблица 7.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ АГЛОМЕРАЦИИ КАВКАЗ-
СКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД, ТЫС. ЧЕЛОВЕК

Table 7. Population dynamics of the Caucasian Mineral Waters
agglomeration, thousand people

Муниципальные образования агломерации	2012	2014	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Городское население	659,6	662,8	663,2	663,6	662,4	679	682,3	678,3
Сельское население	288,7	289,8	290,9	291	290,6	273,1	271,9	272,7
Город-курорт Ессентуки	101,4	103,1	105,9	107,4	108,7	110,5	113,1	119,7
Город-курорт Железноводск	52,9	52,5	52,8	52,7	52,4	52,8	53,9	50,4
Город-курорт Кисло- водск	136,1	136,8	136,8	136,7	136,4	135,9	135,5	135,0
Город Лермонтов	24,8	24,9	24,8	24,5	24,7	24,6	24,9	24,0
Город-курорт Пятигорск	212,2	214,1	213,4	213,7	213,8	214,0	214,6	215,5
Георгиевский городской округ	173,1	172	170,8	169,5	167,3	165,8	164,4	160,2
Минераловодский городской округ	140,8	141,0	140,3	140,0	139,1	137,7	137,2	133,5
Предгорный муни- ципальный округ	107,0	108,2	109,3	110,1	110,6	110,8	110,6	112,7
Итого	948,3	952,6	954,1	954,6	953,0	952,1	954,2	951

* Составлено авторами по данным Росстат [10].

При общекраевой тенденции незначительной динамики насе-
ления в агломерации Кавказских Минеральных Вод отмечается зна-
чительный рост численности жителей в период с 1989 по 2021 годы,
население агломерации КМВ выросло на 24,4 %. Однако в послед-
нее десятилетие темпы роста замедлились, и отмечается стабилиза-
ция, а в отдельные годы – сокращение численности.

В целом, рост численности населения в составе агломерации
обеспечивается за счет более высокого уровня жизни в городах, а
также дополнительно стимулируется активной политикой жилищ-
ного строительства. Население Ессентуков, Пятигорска и Предгор-

ТАБЛИЦА 8. РОЖДАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ АГЛОМЕРАЦИИ КАВКАЗСКИХ МИ-
НЕРАЛЬНЫХ ВОД, ‰
Table 8. Birth rate of the population of the agglomeration of Caucasian
Mineral Waters, ‰

Муниципальные образования агломерации	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Город-курорт Ессентуки	10,6	11,6	13,4	16,9	16,0	13,8	12,7	11,7	9,4	11,9
Город-курорт Железноводск	11,7	12,3	12,0	14,6	15,1	11,5	10,8	9,6	10,3	8,9
Город-курорт Кисловодск	9,0	9,0	8,9	10,3	12,2	11,1	10,9	9,8	8,3	8,7
Город Лермонтов	12,4	11,3	12,3	13,4	13,8	10,6	9,3	9,7	10,0	9,5
Город-курорт Пятигорск	10,6	10,7	10,7	11,4	12,0	10,1	9,6	9,4	8,4	7,6
Георгиевский городской округ	10,9	10,7	10,8	11,9	12,8	9,7	9,5	8,6	8,7	8,4
Минераловодский городской округ	12,2	12,7	12,2	12,2	12,4	10,6	10,6	9,1	9,9	9,9
Предгорный муниципальный округ	14,1	14,5	14,4	13,3	13,3	12,1	11,1	10,3	10,4	9,7

* Составлено авторами по данным Росстат [10]

ного округа увеличивается, а остальных муниципальных образова-
ний – Железноводска, Кисловодска, Лермонтова, Георгиевского и
Минераловодского городских округов сокращается.

Демографические процессы протекают в составе агломерации
Кавказских Минеральных Вод также территориально неравномер-
но. Самая высокая рождаемость отмечается в Ессентуках, Железно-
водске и Предгорном округе. Самая низкая смертность – в Кисло-
водске и Пятигорске. Самая низкая рождаемость – в Кисловодске и
Пятигорске. Самая высокая смертность – в Пятигорске, Лермонтове
и Георгиевском городском округе (см. табл. 8 и 9).

Таблица 9.

СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ АГЛОМЕРАЦИИ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД, ‰

Table 9. Mortality of the population of the agglomeration of Caucasian Mineral Waters, ‰

Муниципальные образования агломерации	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Город-курорт Ессентуки	11,7	10,9	10,8	10,8	11,2	10,5	10,3	10,5	11,6	13,0
Город-курорт Железноводск	13,5	12,8	12,6	12,9	14,2	12,1	13,2	12,4	15,0	16,1
Город-курорт Кисловодск	10,2	9,6	9,9	9,4	9,8	9,6	9,9	10,3	11,0	12,3
Город Лермонтов	11,5	12,3	12,8	14,1	14,3	13,3	12,3	12,4	15,3	17,1
Город-курорт Пятигорск	10,5	10,5	10,1	10,3	10,2	10,0	10,0	9,7	11,3	13,8
Георгиевский городской округ	13,6	12,9	12,5	12,9	13,8	13,1	12,0	11,7	13,5	15,7
Минераловодский городской округ	11,9	11,3	12,0	12,1	11,8	11,1	11,5	11,8	13,8	15,5
Предгорный муниципальный округ	11,9	11,2	12,2	11,9	11,5	11,4	10,7	11,5	12,7	15,9

* Составлено авторами по данным Росстат [10]

Устойчивый естественный прирост населения в период с 2012 по 2019 год отмечается в Ессентуках, Кисловодске, Пятигорске и Предгорном округе, в остальных муниципальных образованиях – естественная убыль населения. В период распространения пандемии Covid-19 негативные процессы усилились, в 2020 и 2021 году естественная убыль отмечается во всех рассматриваемых территориях агломерации КМВ (см. табл. 10).

Агломерация Кавказских Минеральных Вод – один из главных центров притяжения мигрантов не только в Ставропольском крае, но и на Юге России. С 2012 г. миграционный прирост отмечался в

Таблица 10. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ПРИРОСТ НАСЕЛЕНИЯ АГЛОМЕРАЦИИ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД, ‰
Table 10. Natural population growth of the Caucasian Mineral Waters agglomeration, ‰

Муниципальные образования агломерации	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Город-курорт Ессентуки	-1,1	0,7	2,6	6,1	4,8	3,3	0,4	1,2	-2,2	-1,1
Город-курорт Железноводск	-1,8	-0,5	-0,6	1,7	0,9	-0,6	-2,4	-2,8	-4,7	-7,2
Город-курорт Кисловодск	-1,2	-0,6	-1	0,9	2,4	1,5	1	-0,5	-2,7	-3,6
Город Лермонтов	0,9	-1	-0,5	-0,7	-0,5	-2,7	-3	-2,7	-5,3	-7,6
Город-курорт Пятигорск	0,1	0,2	0,6	1,1	1,8	0,1	-0,4	-0,3	-2,9	-6,2
Георгиевский городской округ	-2,7	-2,2	-1,7	-1	-1	-3,4	-2,5	-3,1	-4,8	-7,3
Минераловодский городской округ	0,3	1,4	0,2	0,1	0,6	-0,5	-0,9	-2,7	-3,9	-5,6
Предгорный муниципальный округ	2,2	3,3	2,2	1,4	1,8	0,7	0,4	-1,2	-2,3	-6,2

* Составлено авторами по данным Росстат [10].

Ессентуках, миграционная убыль – только в Георгиевском городском округе. В Железноводске, Кисловодске, Лермонтове, Минераловодском городском округе, Предгорном округе, Пятигорске прирост сменялся убылью.

В Пятигорске демографический кризис начался в 1992 г. Миграционный прирост был всегда положительным с провалом в 2002 г. и 2014 – 2016 гг. В целом он обеспечивал общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей жителей в трудоспособном возрасте – 61,7%, доля жителей моложе трудоспособного возраста – 15,2%, а пенсионеров – 23,1%.

В Кисловодске демографический кризис начался в 1990 г. Миграционный прирост всегда был положительным с провалом в

2002 г. и в 2015–2017 гг. В целом, он обеспечил общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 25,2 %, доля жителей в трудоспособном возрасте – 57,5 %, а моложе трудоспособного возраста – 17,3 %.

В Ессентуках демографический кризис начался в 1990 г. Миграционный прирост всегда был положительным, но до 2005 г. он снижался, а затем довольно резко увеличился. В целом он обеспечил общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 26,5 %, доля жителей в трудоспособном возрасте – 55,8 %, а моложе трудоспособного возраста – 17,6 %.

В Георгиевске демографический кризис начался в 1992 г. Миграционный прирост в начале 1990-х увеличивался, но во второй половине десятилетия резко уменьшился, в дальнейшем чередовался с убылью. В целом, он нивелировал естественную убыль населения, что позволило сохранить количество жителей на уровне начала 1990-х гг. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 26,2 %, доля жителей в трудоспособном возрасте – 57,2 %, а моложе трудоспособного возраста – 16,6 %.

В Железноводске демографический кризис начался в 1993 г. Миграционный прирост в начале 1990-х увеличивался, но во второй половине десятилетия резко уменьшился, в дальнейшем чередовался с убылью. В целом, он нивелировал естественную убыль населения, что позволило сохранить количество жителей на уровне начала 1990-х гг. Возрастной состав населения городского округа характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 24,9 %, доля жителей в трудоспособном возрасте – 56,5 %, а моложе трудоспособного возраста – 18,6 %.

В Лермонтове демографический кризис начался в 1991 г. Миграционный прирост в начале 1990-х увеличивался, но во второй половине десятилетия резко уменьшился, в дальнейшем чередовался с убылью. В целом, он нивелировал естественную убыль населения, что позволило сохранить количество жителей на уровне начала 1990-х гг. Возрастной состав населения характеризуется самой вы-

сокой в крае долей пенсионеров – 29,4 %, при этом доля жителей в трудоспособном возрасте – 53,4 %, а моложе трудоспособного возраста – 17,2 %.

В Минераловодском городском округе демографический кризис начался в 1993 г. Миграционный прирост в начале 1990-х гг. увеличивался, во второй половине десятилетия резко сократился, затем чередовался с убылью. За последние 25 лет он обеспечил общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей пенсионеров – 24,8 %, доля жителей в трудоспособном возрасте – 56,2 %, а моложе трудоспособного возраста – 19 %.

В Предгорном районе демографический кризис начался в 1993 г. Миграционный прирост был всегда положительным. В целом он за последние 25 лет обеспечил общий прирост населения вопреки естественной убыли. Возрастной состав населения характеризуется относительно повышенной долей жителей моложе трудоспособного возраста – 20 %, доля жителей в трудоспособном возрасте – 56,1 %, а пенсионеров – 23,8 % (табл. 11).

Агломерация Кавказских Минеральных Вод – крупнейший ареал расселения русских, армян и греков в Ставропольском крае и на Юге России в целом (табл. 12). Здесь проживают также карачаевцы, украинцы, азербайджанцы, цыгане, ногайцы, кабардинцы и представители других этносов. При этом доля русских сокращается. Так, например, в Пятигорске в 1970 г. их удельный вес составлял 82,3 %, в 1989 г. – 80,5 %, в 2002 г. – 76,2 %, в 2010 г. – 71,3 %. Таким образом, основной приток неславянского населения в город пришелся на 1990–2000-е гг. А в Кисловодске удельный вес русских был низким всегда: в 1970 г. – 78,7 %, в 1989 г. – 73,7 %, в 2002 г. – 73,4 %, в 2010 г. – 75,5 %.

В некоторых населенных пунктах агломерации Кавказских Минеральных Вод сложился уникальный этнический состав. Много армян и греков проживает в пгт Иноземцево. В Георгиевском городском округе армяне расселяются в станицах Незлобной, Лысогорской и Александрийской, с. Краснокумском; цыгане – в станицах Незлобной и Подгорной, агулы – в поселках Новоульяновском, Крутойрском (здесь это преобладающий этнос), Балковском, Ульяновка,

Таблица 11.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПО ОСНОВНЫМ ВОЗРАСТНЫМ ГРУППАМ ПО ГОРОДСКИМ ОКРУГАМ И МУНИЦИПАЛЬНЫМ РАЙОНАМ АГЛОМЕРАЦИИ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В 2021 Г., %

Table 11. Distribution of the population by major age groups by urban districts and municipal districts of the agglomeration of Caucasian Mineral Waters in 2021, %

Муниципальные образования агломерации	Моложе трудоспособного	Трудоспособный возраст	Старше трудоспособного
Город-курорт Ессентуки	14,8	63,3	21,9
Город-курорт Железноводск	14,7	58,5	26,8
Город-курорт Кисловодск	12,5	60,3	27,2
Город Лермонтов	16,4	55,8	27,8
Минераловодский городской округ	16,6	58,3	25,1
Город-курорт Пятигорск	13,2	63,9	22,9
Георгиевский городской округ	18,7	57,2	24,1
Предгорный муниципальный округ	16,9	57,8	25,3

* Составлено авторами по данным Росстат [10]

азербайджанцы – в ст. Лысогорской, пос. Балковском, с. Краснокумском, корейцы – в ст. Александрийской, езиды – в ст. Лысогорской.

В Минераловодском городском округе расселение ногайцев локализовано в одном селе – Канглы. Греки проживают в основном в г. Минеральные Воды, селах Греческое (здесь они преобладают) и Ульяновка, цыгане – в г. Минеральные Воды и с. Левокумка, азербайджанцы – в г. Минеральные Воды, даргинцы – в с. Нагутском.

В Предгорном районе греки проживают в станицах Ессентукской и Суворовской, в поселке Санамер, Урожайном, х. Порт-Артур греческое население доминирует. Армяне расселены в селах Юца,

Таблица 12. ЭТНИЧЕСКИЙ СОСТАВ НАСЕЛЕНИЯ АГЛОМЕРАЦИИ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В 2010 Г. И 2021 Г.
Table 12. Ethnic composition of the population of the Caucasian Mineral Waters agglomeration in 2010 and 2021

Этносы	2010, тыс. человек	2010, %	2021, тыс. человек	2021, %
Русские	726,4	76,6	715,2	75,2
Армяне	83,6	8,9	75,4	7,9
Греки	27,7	2,9	21,5	2,3
Карачаевцы	11,9	1,3	11,6	1,2
Цыгане	5,1	0,5	7,7	0,8
Азербайджанцы	6,9	0,7	6,3	0,7
Ногайцы	3,6	0,4	4,5	0,5
Украинцы	7,4	0,8	4,2	0,4
Кабардинцы	1,9	0,2	2,6	0,3
Другие	73,0	7,7	102,0	10,7

* Составлено авторами по данным Росстат [10].

Этока, Винсады, станицах Константиновской, Суворовской, Ессентукской, поселках Пятигорском и Нижнеподкумском. Карачаевцы являются преобладающим этносом в 7 населенных пунктах, самый крупный из них – пос. Мирный, кроме него пос. Нарзанный, пос. Белореченский, пос. Новокисловодский, пос. Индустрия, пос. Правоберезовский, пос. Высокогорный. В ст. Суворовской большое количество езидов.

Выводы

Анализ демографической динамики двух агломераций Ставропольского края позволяет сделать некоторые выводы, в том числе определить общие черты. В целом Ставропольская агломерация и агломерация Кавказских минеральных вод выступают очагами концентрации городского населения на Ставрополье, явля-

ются главными ареалами притяжения мигрантов. Агломерации характеризуются увеличением численности и естественным приростом населения. Миграционный прирост населения, который в настоящее время снижается, все постсоветское время способствовал увеличению численности населения. В настоящее время агломерации сконцентрировали значительный демографический потенциал Ставрополя.

Особенности динамики численности населения, демографические и миграционные процессы в Ставропольской агломерации не являются едиными для всей агломерации, при этом в агломерации КМВ, наоборот, они более или менее единые.

Обе агломерации являются крупнейшими ареалами на Ставрополье и Юге России расселения русских и армян, на КМВ и греков. В обеих агломерациях в постсоветский период снижается удельный вес русских, при этом растет удельный вес других народов, например, цыган, чеченцев, даргинцев, карачаевцев и др.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-27-20117, <https://rscf.ru/project/22-27-20117/>. Проект «Геоинформационный мониторинг пространственно-временных трансформаций демографических процессов в городских и сельских поселениях Ставропольского края».

Acknowledgement

The study was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 22-27-20117, <https://rscf.ru/en/project/22-27-20117/>. Project "Geoinformation monitoring of spatio-temporal transformations of demographic processes in urban and rural settlements of Stavropol Kr".

Библиографический список

1. Белозеров В.С., Панин А.Н., Приходько Р.А., Чихичин В.В. Миграционные процессы на Ставрополье: тенденции и современная ситуация // Наука. Инновации. Технологии. 2014. №4. С. 96–108.
2. Белозеров В. С., Щитова Н. А., Сопнев Н. В. Нормативно-документальное обеспечение устойчивого развития городских агломераций в РФ // ИнтерКарто. ИнтерГИС.

2021. Т. 27. № 1. С. 17–28. <https://doi.org/0.35595/2414-9179-2021-1-27-17-28>
3. Белозеров В. С., Щитова Н. А., Сопнев Н. В., Подолкин М. О. Территориальное планирование и демографическое развитие Кавминводской городской агломерации // Географический вестник. 2022. №4(63). С. 19–33. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2022-4-19-33>
 4. Зубаревич Н. В. Развитие российских агломераций: тенденции, ресурсы и возможности управления // Общественные науки и современность. 2017. №6. С. 5–21.
 5. Карачурина Л. Б., Мкртчян Н. В. Внутрорегиональная миграция населения в России: пригороды выигрывают у столиц // Известия РАН. Серия географическая. 2021. Т. 85. № 1. С. 24–38. <https://doi.org/10.31857/S2587556621010076>
 6. Лаппо Г. М. Развитие городских агломераций в СССР. Москва: Наука, 1978. 152 с.
 7. Махрова А.Г., Бочкарев А.Н. Маятниковая миграция в Московском регионе: новые данные // Демоскоп Weekly. 2017. № 727–728.
 8. Панин А.Н., Эшроков В.М., Махмудов Р.К., Верозуб Н.В. Геоинформационный анализ агломерации Кавказских Минеральных Вод: градостроительные и функционально-планировочные аспекты // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М: Изд-во Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 2. С. 79–94.
 9. Полян П.М. Методика выделения и анализа опорного каркаса расселения: монография. М.: Институт географии АН СССР, 1988. Ч. 1. 220 с.
 10. Росстат – База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/> (дата обращения 11.05.2023).
 11. Соловьев И.А. Динамика внутрорегиональных особенностей миграции населения Ставропольского края // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2022. Т. 67. № 1. С. 156–180.
 12. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. С. 3.
 13. Трейвиш А.И. Географическая полимасштабность развития России (город, район, страна и мир): Автореферат дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.24 / Ин-т географии РАН. Москва, 2006. 50 с.

14. Турун П.П. Малые города в системе расселения Ставропольского края // Глобальные и региональные аспекты устойчивого развития: современные реалии: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции. Грозный, 2020. С. 67–72.
15. Турун П.П. Районные центры в системе расселения Ставропольского края // Возможности развития социально-экономического пространства сибирского макрорегиона в условиях глобальной нестабильности: материалы Научных чтений памяти сибирских географов. Иркутск, 2021. С. 136–138.
16. Научно-исследовательская работа: «Внесение изменений в схему территориального планирования Ставропольского края». Т. 2. Материалы по обоснованию. Книга 1. Концепция пространственного (градостроительного) планирования Ставропольского края. Концепция Ставропольской агломерации. Концепция агломерации КМВ. Ставрополь, 2018. 395 с.
17. Черкасов А.А., Сопнев Н.В., Гайдуков В.Р. ГИС-мониторинг формирования этнической структуры населения городских агломераций в России // Наука. Инновации. Технологии. 2020. № 1. С. 89–110. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2020.1.6>
18. Щитова Н. А., Белозеров В. С., Соловьев И. А. Концепция исследования демографического развития городских агломераций (на примере агломераций Европейской России) // Наука. Инновации. Технологии. 2020. № 4. С. 125–136. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2020.4.9>
19. Kabisch, N., Haase D. Diversifying European agglomerations: Evidence of urban population trends for the 21st century // Population, Space and Place. 2011. No. 17 (3). P. 236–253.

References

1. Belozеров V.S., Panin A.N., Prikhodko R.A., Chikhichin V.V. Migration processes in the Stavropol Krai: trends and the current situation. Science. Innovation. Technology. 2014. No. 4. P. 96–108 (In Russ.).
2. Belozеров V.S., Shchitova N.A., Sopnev N.V. Regulatory and documentary standards of sustainable development of urban agglomerations in the Russian Federation. InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: MSU,

- Faculty of Geography, 2021. Vol. 27. Part 1. P. 17–28. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2021-1-27-17-28> (In Russ.).
3. Belozеров V.S., Shchitova N.A., Sopnev N.V., Podolkin M.O. Territorial planning and demographic development of the Kavminvodskaya urban agglomeration. *Geographical Bulletin*. 2022. No. 4(63). P. 19–33. doi: 10.17072/2079-7877-2022-4-19-33 (In Russ.).
 4. Zubarevich N. V. Agglomeration development in Russia: trends, resources and governing. *Social sciences and modernity*. 2017. No. 6. P. 5–21 (In Russ.).
 5. Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V. Intraregional Population Migration in Russia: Suburbs Outperform Capitals. *Izvestiya Rossiiskoy Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2021. No. 85(1). P. 24–38. <https://doi.org/10.31857/S2587556621010076> (In Russ.).
 6. Lappo G.M. Development of urban agglomerations in the USSR. Moscow: Nauka, 1978. 152 p. (In Russ.).
 7. Makhrova A.G., Bochkarev A.N. Pendulum migration in the Moscow region: new data. *Demoscope Weekly*. 2017. No. 727–728 (In Russ.).
 8. Panin A.N., Eshrokov V.M., Makhmudov R.K., Verozub N.V. Geoinformation analysis of agglomeration of the Caucasian Mineral Waters: architectural and functional planning aspects InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2020. Vol. 26. Part 2. P. 79–94 (in Russ.).
 9. Polyan P.M. Methods of selection and analysis of the supporting frame of settlement: monograph. M.: Institute of Geography of the Academy of Sciences of the USSR, 1988. Part 1. 220 p. (in Russ.).
 10. Rosstat – Database of indicators of municipalities [Electronic resource]. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/> (accessed 11.05.2023) (in Russ.).
 11. Soloviev I.A. Dynamics of intra-regional features of migration of the population of the Stavropol Territory. *Bulletin of St. Petersburg University. Earth Sciences*. 2022. Vol. 67. No. 1. P. 156–180 (In Russ.).
 12. Strategy for the spatial development of the Russian Federation for the period up to 2025. P. 3 (In Russ.)
 13. Treivish A.I. Geographic polyscale development of Russia (city, district, country and world). Abstract dis. ... Doctor

- of Geographical Sciences: 25.00.24. Institute of Geography RAS. Moscow, 2006. 50 p. (in Russ.).
14. Turun P.P. Small towns in the settlement system of the Stavropol Territory. Global and regional aspects of sustainable development: modern realities. Collection of materials of the All-Russian scientific-practical conference. Grozny, 2020. P. 67–72 (In Russ.).
 15. Turun P.P. Regional centers in the settlement system of the Stavropol Territory Opportunities for the development of the socio-economic space of the Siberian macro-region in the context of global instability. Materials of Scientific readings in memory of Siberian geographers. Irkutsk, 2021. P. 136–138 (In Russ.).
 16. Research work: "Introduction of changes in the scheme of territorial planning of the Stavropol Territory" Volume 2. Substantiation materials. Book 1. The concept of spatial (urban planning) planning of the Stavropol Territory. The concept of the Stavropol agglomeration. The concept of the CMS agglomeration. Stavropol, 2018. 395 p. (In Russ.).
 17. Cherkasov A.A., Chernova I.V., Sopnev N.V. GIS and cartographic modeling of people's dispersion in Russia InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2019. Vol. 25. Part 1. P. 298–307. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2019-1-25-298-307> (In Russ.).
 18. Shchitova N.A., Belozerov V.S., Soloviev I.A. The research concept of metropolitan areas demographic development (In the case of European part of Russia metropolitan areas). Science. Innovations. Technologies. 2020. No. 4. P. 125–136. <https://doi.org/10.37493/2308-4758.2020.4.9> (In Russ.).
 19. Kabisch, N., Haase D. Diversifying European agglomerations: Evidence of urban population trends for the 21st century. Population, Space and Place. 2011. No. 17 (3). P. 236–253.

**Статья поступила в редакцию 08.09.2023;
одобрена после рецензирования 01.11.2023;
принята к публикации 21.11.2023.**

**The article was submitted to the editorial office 08.09.2023;
the article was approved after reviewing 01.11.2023;
the article was accepted for publication 21.11.2023.**

Информация об авторах

Эшроков **Виталий Мурадинович**, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и кадастров Северо-Кавказского федерального университета. Scopus ID: 6504346545. E-mail: eshrokov@mail.ru

Черкасов **Александр Александрович**, кандидат географических наук, заведующий кафедрой картографии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета. Scopus ID: 57192379694. E-mail: cherkasov_stav@mail.ru

Сопнев **Николай Владимирович**, кандидат географических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета. Scopus ID: 57211742939. E-mail: sopnev.stav@gmail.ru

Information about the authors

Vitaly M. Eshrokov, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Geography and Cadastres, North-Caucasus Federal University. Scopus ID: 6504346545. E-mail: eshrokov@mail.ru

Alexander A. Cherkasov, Candidate of Geographical Sciences, Head of the Department of Cartography and Geoinformatics, North-Caucasus Federal University. Scopus ID: 57192379694. E-mail: cherkasov_stav@mail.ru

Nikolai V. Sopnev, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, North-Caucasus Federal University. Scopus ID: 57211742939. E-mail: sopnev.stav@gmail.ru

1.6.18.
УДК 551.515.4
DOI:

НАУКИ ОБ АТМОСФЕРЕ И КЛИМАТЕ
(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)
10.37493/2308-4758.2023.4.4

Аджиев А.Х.,
Черкесов А.А.,
Керефова З.М.

Высокогорный геофизический институт,
г. Нальчик,
Россия

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)

Введение.

Грозовая активность относится к одной из региональных климатических характеристик ограниченной территории. Следствием гроз являются молниевые разряды и возрастание напряженности электрического поля приземного слоя атмосферы. Рассмотрены молниевые разряды, которые подразделяются на положительные и отрицательные. Проанализировано и подсчитано количество грозовых дней зафиксированных на территории КБР за период с 2012 по 2022 г. Показано, что рельеф и климат территории исследования способствуют неоднородному развитию грозовых процессов.

Материалы и методы исследований.

В работе использована грозопеленгационная сеть ФГБУ «ВГИ» с пространственно разнесенными датчиками LS8000 и LS7002. Для определения характеристик грозовой деятельности в работе использованы многолетние данные указанной грозопеленгационной сети. Проведенный анализ данных с грозопеленгационной системы LS8000 (ГПС) подтверждает, что по территории Кабардино-Балкарской республики наземные молнии распределены неравномерно. Для анализа грозовой активности использовались данные с 2012 г. по 2022 г. и исследовался многолетний ход следующих характеристик:

- количество грозовых дней в различные месяцы года;
- общее количество зарегистрированных на территории Кабардино-Балкарской Республики молний всех типов;
- количество молний отрицательной полярности;
- количество зарегистрированных положительных молний;
- значения (пиковые) токов молний в наземных разрядах;
- средняя температура воздуха за теплый период года.

Результаты исследований

и их обсуждение.

За исследуемый период времени на территории КБР было зафиксировано системой грозорегистрации 869 дней с грозой. День считался грозовым, если было отмечено не менее че-

	number of thunderstorm days in different months of the year; the total number of lightning of all types registered in the territory of the Kabardino-Balkarian Republic; number of lightnings of negative polarity; number of registered positive lightning; values (peak) of lightning currents in ground discharges; average air temperature for the warm period of the year.
Research results and their discussion.	During the studied period of time on the territory of the KBR, 869 days with a thunderstorm were recorded by the lightning registration system. A day was considered a thunderstorm if at least four lightning strikes were recorded per day. The largest number of days with 90 thunderstorms were noted in 2016 and 2018; the smallest number of days with thunderstorms was noted in 2022. This year, according to the data of Roshydromet, weather stations on the territory of the KBR, was marked as the driest year. The average annual number of days with thunderstorms in the considered time interval was 79 days, which is 19 more than recommended for lightning protection measures.
Conclusions.	The analysis performed showed a trend towards a decrease in thunderstorm activity on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic, as well as the values of the number of lightning per year of negative polarity. Linear trend expressions for the indicated characteristics are obtained.
Keywords:	thunderstorm, lightning, lightning activity, lightning discharges, orography, lightning protection

Введение

Одной из региональных климатических характеристик ограниченной территории является грозовая активность. В научной и справочной литературе [7, 8, 4] принято, что гроза – это атмосферное явление, при котором в кучево-дождевых облаках или между облаком и земной поверхностью возникают сильные электрические разряды, сопровождающиеся громом.

Следствиями грозовой деятельности являются молниевые разряды и существенные изменения напряженности электрического поля приземной атмосферы. При этом молниевые разряды подразделяются на: наземные положительные, наземные отрицательные, облачные и межоблачные [4]. Наземные положительные молнии – это разряды между отрицательно заряженной областью облака и

земной поверхностью. Как правило, из грозового облака фиксируется значительно большее количество отрицательных молний. Эта особенность характерна на всей грозоактивной территории Земли. Для Северного Кавказа соотношение по многолетним данным [1] составляет в среднем 1 положительный разряд к 19 отрицательным.

Международным советом по большим электрическим системам 75% СИГРЭ (Conseil International des Grands Réseaux Electriques — CIGRE) для проведения молниезащитных мероприятий рекомендовано соотношение 95% в общем количестве молний облако-земля отрицательных 90%, а положительных 10% [10]. Аналогичные рекомендации представлены и в российском нормативном документе [9].

Облачные и межоблачные молниевые разряды происходят между разнозаряженными областями в одном облаке или в соседних облаках и поэтому не принято их классифицировать по знаку. Грозовая активность и молнии представляют значительную опасность для объектов жизнедеятельности, людей и животных. Особо подверженными грозовой активности являются авиация, линии электроснабжения, помехозависимые объекты и сооружения. Для правильной организации молниезащитных мероприятий и для определения региональных особенностей климата актуальной задачей является мониторинг и анализ многолетней динамики грозовой активности на ограниченной территории с использованием инструментальных средств измерений.

Одним из негативных воздействий грозовых явлений на природную среду являются ежегодные пожары, вызываемые разрядами молний на землю. Отмечено, что более 10% пожаров в лесах России инициированы молниями и ущерб от их последствий составляет миллиарды рублей в год [6].

Данная работа посвящена исследованию региональных особенностей развития грозовой активности на примере территории Кабардино-Балкарской республики. Общая территория исследования составляет 12500 км².

По особенностям своего строения и характеру рельефа территория делится на три части: равнинную (33%), предгорную (16%) и горную (51%). Горная часть представлена тремя параллельными

хребтами, протянувшимися с северо-запада на юго-восток: Главный Кавказский или Водораздельный хребет, Боковой и Скалистый.

Как и весь Северный Кавказ, территория находится в южной части умеренного климатического пояса. По сочетанию тепла и влаги она расположена в двух климатических областях: в Предкавказье и Высокогорном Кавказе. Расположенная в относительно низких южных широтах территория республики получает значительные суммы солнечной радиации, что определяет обилие солнечного света и тепла. Максимальные суммы радиации поступают в мае-июле при наибольших высотах солнца и продолжительности дня. Территория Кабардино-Балкарии, отгороженная с юга и юго-запада горами Большого Кавказа, открыта с севера и северо-запада для свободного вторжения холодных воздушных масс из Арктики, что способствует частому развитию здесь в теплый период года конвективных грозоградовых облаков.

Таким образом, рельеф и климат территории исследования способствует неоднородному развитию грозовых процессов.

Материалы и методы исследований

Для исследования многолетней динамики грозовой активности на территории Кабардино-Балкарской республики были использованы данные грозопеленгационной системы LS 8000 (LS7002) ФГБУ «Высокогорный геофизический институт» [2]. В используемой системе грозопеленгации для определения координат местоположения молнии и времени разряда применяется комбинация разностно-дальномерного и магнитно-пеленгационного методов.

Производителем системы грозорегистрации является фирма Vaisala (Финляндия). Указанные типы грозорегистрации широко используются как за рубежом [12–17], так и на территории Российской Федерации [3, 11].

В настоящее время датчиками систем LS8000 (LS7002) представляется возможным сбор грозоразрядной информации со всей территории европейской части России, включая Закавказье и Крым. Кроме того, на территории России в Хабаровском крае развернуты 16 датчиков системы LS 7002.

Использованная в настоящей работе система грозопеленгации фиксирует координаты молниевых разрядов в системе DVG, деля их на типы:

- наземные положительные;
- наземные отрицательные;
- облачные (межоблачные).

Ошибки в определении координат места разряда молнии не превышают 300 м. Точность определения времени разряда 100 наносекунд. Аппаратно-программное обеспечение системы позволяет архивировать и осуществлять анализ данных, синтезировать координаты молнии с картами местности, картинками радиозахвата и космоснимками.

Одним из погодоформирующих факторов является температура воздуха. В работе выполнен сравнительный анализ грозовых факторов с температурой воздуха. Сравнивались многолетний ход грозовых явлений и средней температуры теплого периода года. Общепринято, что грозовые процессы являются следствием процессов облако- и осадкообразования. На развитие конвективных облаков существенное влияние оказывает температура окружающей среды. При этом следует отметить, что, как отмечено в работах А.В.Шапалова и других [5], электрические силы оказывают ускоряющее воздействие на процессы коагуляции, агрегации облачных частиц, ускоряя рост облачных частиц и как следствие облако- и осадкообразование.

Анализируемые данные грозовой активности охватывают период с 2012 г. по 2022 г. В работе исследуется многолетний ход следующих характеристик:

- количество грозовых дней в различные месяцы года;
- общее количество зарегистрированных на территории Кабардино-Балкарской Республики молний всех типов;
- количество молний отрицательной полярности;
- количество зарегистрированных положительных молний;

- значения (пиковые) токов молний в наземных разрядах;
- средняя температура воздуха за теплый период года.

При этом следует отметить, что для исключения возможных ошибок в работе днем с грозой считается, если в течение суток зарегистрировано не менее 4-х молний. Данное решение принято исходя из опыта эксплуатации грозорегистратора LS8000 и в целях исключения возможных ошибок в определении грозового дня на основе инструментальных наблюдений.

На метеорологических станциях Росгидромета грозовой день определяется визуально-слуховым методом. И грозовым днем считается, если зафиксирован видимый разряд молнии или слышимый гром от разряда молнии. Радиус сбора такой информации в зависимости от орографии местности 20–30 км. У грозопеленгаторов LS 8000 и LS 7002 дальность уверенной регистрации наземных молний — 625 км, а облачных около 325 км.

Результаты исследований и их обсуждение

Всего на территории исследования за период с 2012 г. по 2022 г. зарегистрировано используемой системой грозорегистрации 869 дней, классифицированные, как грозовые (табл. 1). При этом наибольшее число дней с грозой – 90 отмечены в 2016 и в 2018 гг. Наименьшее число дней с грозой отмечено в 2022 г. Этот год по данным метеостанций Росгидромета на территории КБР отмечен как наиболее засушливый год. Количество осадков на исследуемой территории по метеостанциям Нальчик, Прохладный составили 384 и 339 мм соответственно. Теплый период этого года также был наиболее холодным в рассматриваемом временном периоде.

Среднегодовое число дней с грозами в рассматриваемом временном интервале составило 79 дней, что на 19 превышает рекомендованное для молниезащитных мероприятий. Количество дней с грозой в средних широтах принято 60 [8]. Оно основано на данных метеостанций и к настоящему времени алгоритм сопоставления инструментальных (грозопеленгационных) данных с визуально-слуховыми наблюдениями не разработан.

Таблица 1. КОЛИЧЕСТВО ДНЕЙ С ГРОЗОВЫМИ РАЗРЯДАМИ
НА ТЕРРИТОРИИ КБР
Tab. 1. The number of days with lightning discharges in the territory of the
KBR

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Январь	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Февраль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Март	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0
Апрель	6	3	4	4	6	4	2	4	0	7	0
Май	24	16	21	9	18	13	20	14	10	15	0
Июнь	14	22	16	21	18	16	22	26	21	19	10
Июль	17	17	16	15	17	15	20	22	21	17	13
Август	16	14	18	19	24	22	12	11	9	11	15
Сентябрь	3	8	12	12	6	11	11	5	0	5	9
Октябрь	4	0	0	2	0	1	1	2	2	2	0
Ноябрь	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Декабрь	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего	84	81	87	82	90	82	90	85	65	76	47

Из таблицы 1 следует, что на территории КБР грозы наблюдаются также в марте и апреле, хотя возможны отдельные грозовые разряды и в зимний период при вторжении теплого атмосферного фронта. На территории КБР это явление наблюдается редко и имеет место 1–2 раза в 10 лет. Несмотря на большую длительность сезона грозовых явлений – 8 месяцев в году, основное количество гроз на исследуемой территории наблюдается с мая по август месяцы.

В рассматриваемом временном интервале, анализ данных показывает, что за указанные четыре месяца (май, июнь, июль и август) в среднем наблюдались 14,5; 18,6; 17,3 и 15,7 день с грозowymi разрядами соответственно. И наиболее грозоактивным месяцем в рассматриваемом периоде является июнь месяц (рис. 1).

Из собранных данных наибольшее число дней с грозой в месяц наблюдалось в июне 2019 года. В этом месяце системой грозорегистрации ФГБУ «Высокогорный геофизический институт» грозы регистрировались 27 дней. Наименьшее количество грозowych дней в течение месяца зарегистрировано в мае 2015 года и августе 2020 г. Всего 9 дней с грозой за один месяц.

Статистический анализ показал, что рассматриваемый временной интервал для территории исследования характеризовался ежегодным уменьшением грозовой активности (рис. 2).

На рисунке 2 представлен линейный тренд числа дней с грозой на территории Кабардино-Балкарской республики.

Выражение линейного тренда снижения грозовой активности на исследуемой территории имеет вид:

$$y = -2,409x + 93,455 \quad (1),$$

где x — годы;

y — количество грозowych дней.

Как видно из рисунка 2 и выражения (1), грозовая активность на территории КБР за последние 11 лет снижается в среднем на 2,4 грозowych дня в год.

Важной характеристикой грозовой деятельности на ограниченной территории является количество зарегистрированных разрядов молний различных типов. На рисунке 3 представлены количество зарегистрированных ударов молний в землю (LF-разряды) в различные годы исследуемого периода. Для сравнения на этом же рисунке представлены значения среднемесячной температуры теплого периода года по данным метеостанции «Нальчик».

Из рисунка следует, что в различные годы анализируемого периода фиксировались от 5 000 до 22 500 разрядов в землю в год. При

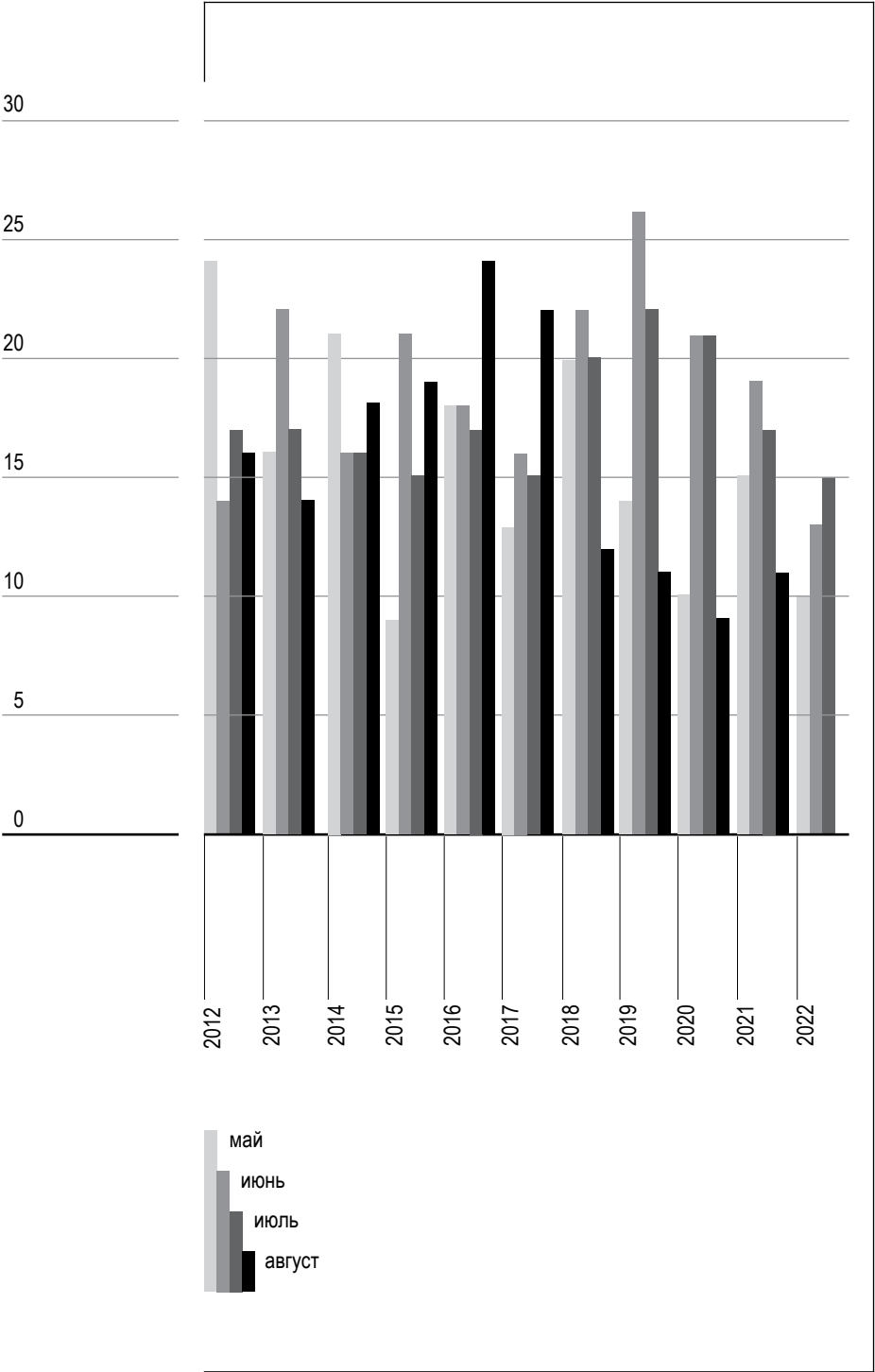


Рис. 1. Количество дней с грозой с мая по август.
Fig. 1. The number of days with a thunderstorm from May to August.

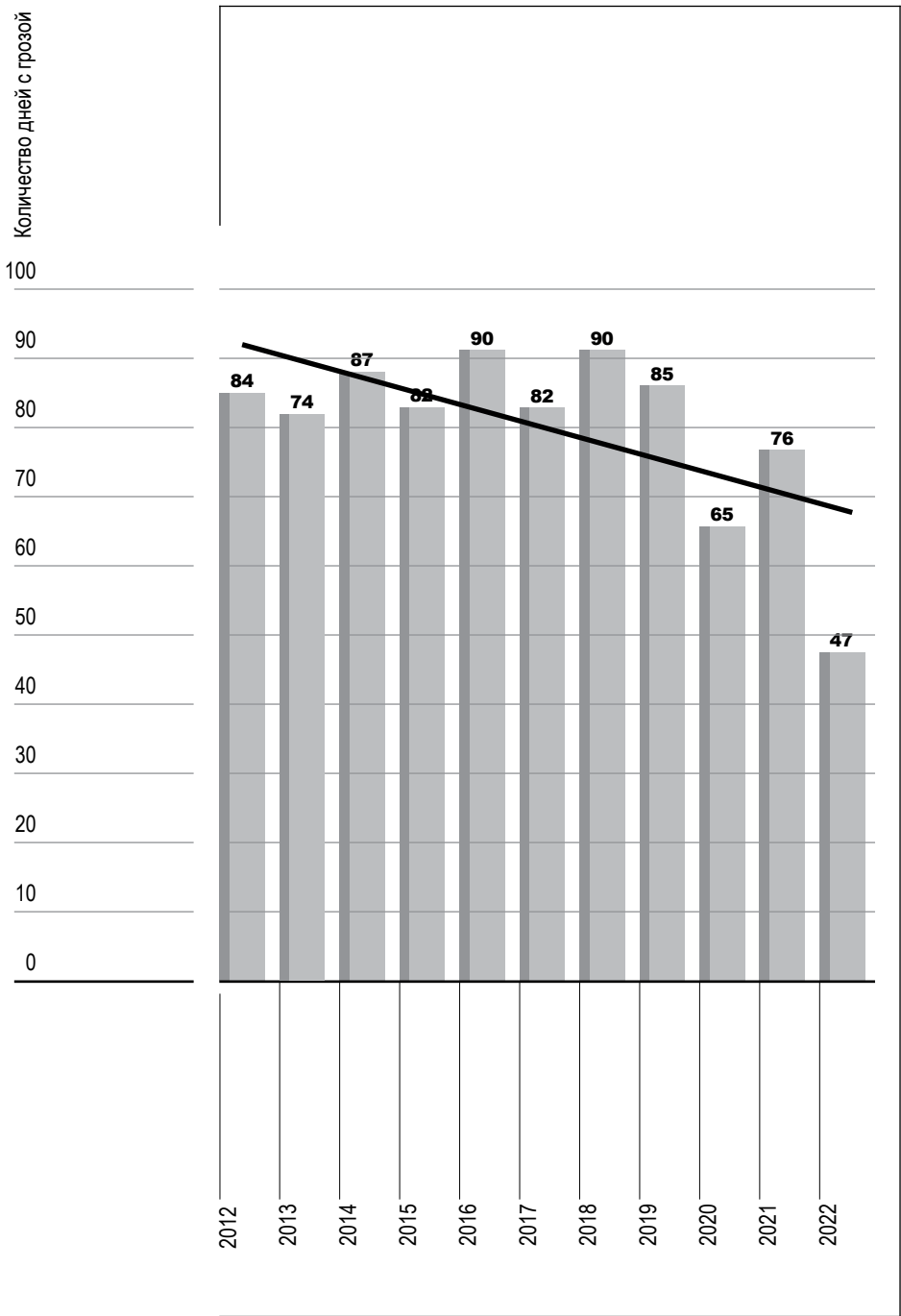


Рис. 2. Линейный тренд грозовой активности на территории Кабардино-Балкарской республики.
Fig. 2. Linear trend of thunderstorm activity on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic.

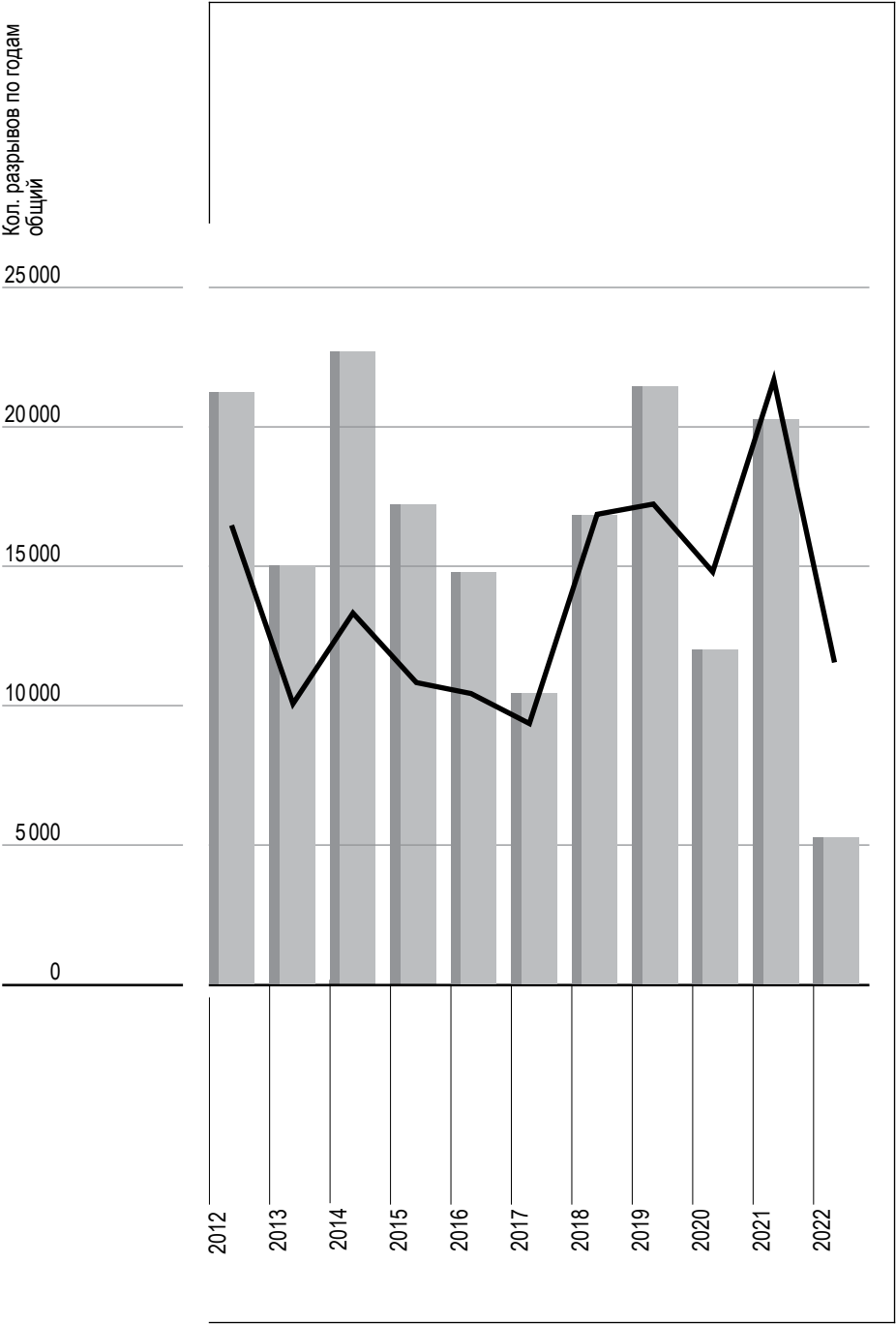


Рис. 3. Количество грозовых разрядов в LF диапазоне (наземные молнии) на территории КБР.
Fig. 3. The number of lightning discharges in the LF range (ground lightning) on the territory of the KBR.

этом с 2012 по 2022 г. в год в среднем зарегистрировано 16 106 ударов молний в год.

Прослеживается достаточно хорошая корреляция между количеством наземных молний в год на территории КБР N и среднегодовой температурой T . В качестве базовой метеостанции в данной работе рассмотрена метеостанция «Нальчик».

Получено выражение корреляционной взаимосвязи между N и T в виде:

$$N = 6333,2T - 117943, \quad (2)$$

где N – количество наземных молний в год;

T – среднегодовая температура.

Коэффициент корреляции составляет 0,55.

Таким образом, выявлено, что наиболее «прохладные» года характеризуются меньшим числом грозовых дней и меньшим числом ударов молний. И наоборот для «теплых» лет характерны большие количества гроз в месяц и наземных молний. Соотношение между количеством облачных и наземных молний характеризуется значениями долей наземных и облачных в общем количестве всех разрядов и составляют 12 и 88 % соответственно [1].

Вышеотмеченное утверждение можно отнести ко всем типам молний. Отмечаемая особенность количественных соотношений между отрицательными и положительными молниями [1] достаточно хорошо выражена и на территории КБР. Их количество за теплый период 2012–2022 гг. соотносится как: 155 983 отрицательных разрядов за май-август и 8059 положительных разрядов за тот же период. На каждый положительный разряд приходится около 19 отрицательных молний.

На рисунке 4 (а-б) представлено количество зарегистрированных с мая по август наземных положительных и наземных отрицательных молний.

Отмечается уменьшение количества отрицательных молний в течение года при не выраженном изменении динамики положительных молний.

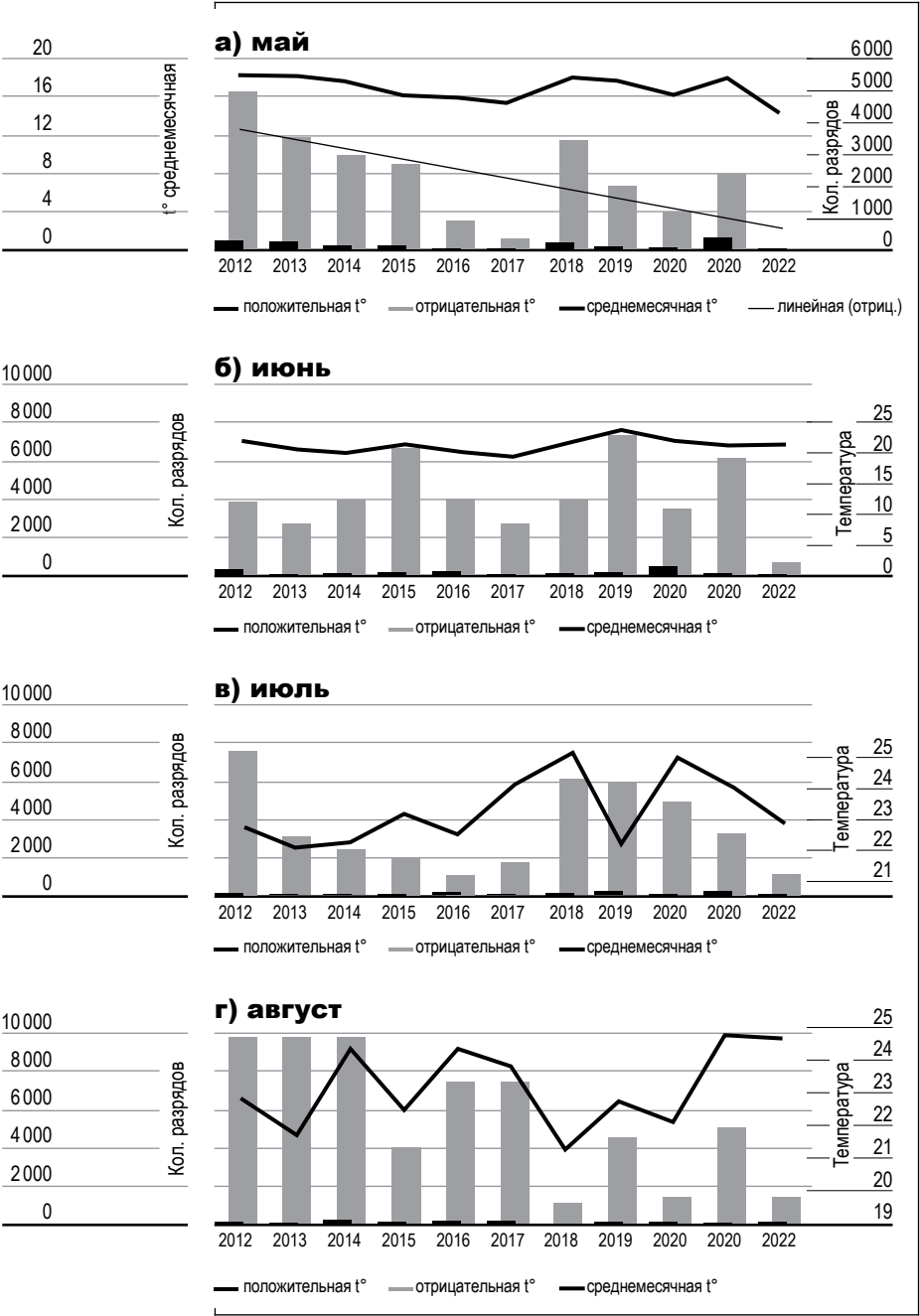


Рис. 4. Количество наземных положительных и наземных отрицательных молний с мая по август и среднемесячная температура теплого периода года.

Fig. 4. The number of ground positive and ground negative lightning from May to August and the average monthly temperature of the warm period of the year.

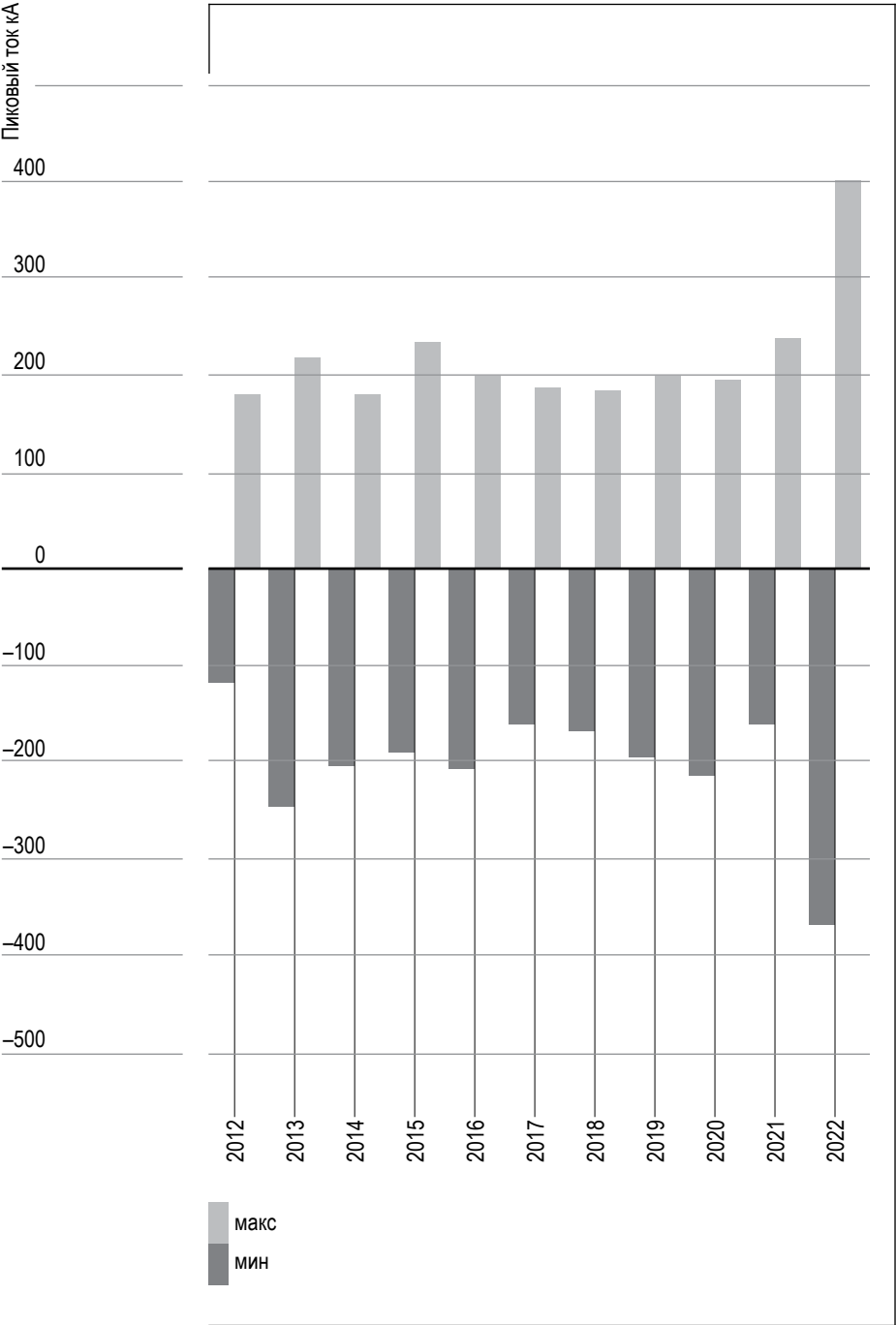


Рис. 5. Минимальные и максимальные значения пикового тока в канале молний на территории КБР.
Fig. 5. Minimum and maximum values of the peak current in the lightning channel on the territory of the KBR.

Линейный тренд снижения числа наземных отрицательных молний имеет вид:

$$y = -304x + 4073. \quad (3)$$

Из рисунка 4 и выражения (3) следует, что в среднем в год количество наблюдаемых отрицательных молний уменьшается на 334 разряда. При этом следует отметить, что пиковые значения токов молний из года в год слабо меняются (рис. 5).

Среднегодовые значения пикового тока составляют в среднем -10 – -11 кА и меняются из года в год незначительно для КБР.

Выводы

1. С использованием данных грозопеленгационной сети и метеостанций выполнен анализ среднегодовых факторов грозовой активности: числа дней с грозой, числа разрядов на землю положительной и отрицательной полярности, токов молний и среднемесячных и среднегодовых значений температур воздуха.
2. Выявлены тенденции снижения грозовой активности на территории КБР и значений количества молний в год отрицательной полярности.
3. Получены выражения линейного тренда для указанных характеристик.

Библиографический список

1. Аджиев А.Х., Кулиев Д.Д. Характеристики грозовой активности и параметры молниевых разрядов на территории юга европейской части России // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2018. Т. 54. №4. С. 437–445.
2. Аджиев А.Х., Кулиев Д.Д., Стасенко В.Н. Оценка параметров работоспособности грозопеленгационных систем LS8000 и ENTLS в регионе Северного Кавказа // Метеорология и гидрология. 2022. №4. С. 117–126.
3. Аджиев А. Х., Стасенко В. Н., Тапасханов В. О. Система

- грозопеленгации на Северном Кавказе // Метеорология и гидрология. 2013. № 1. С. 5–11.
4. Атмосфера. Справочник. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 510 с.
 5. Ашабоков Б.А., Шаповалов А.В., Шаповалов В.А., Гучаева З.Х. Численное моделирование термодинамических и микроструктурных параметров конвективного облака в процессе его эволюции // Итоги науки и техники. Современная математика и ее приложения. Тематические обзоры. 2018. Т. 154. С. 22–31.
 6. Иванов В.А. Возникновение лесных пожаров от гроз на Енисейской равнине // Лесные пожары и борьба с ними. М.: ВНИИЛМ, 1988. С. 126–132.
 7. Имянитов И.М., Шифрин К.С. Современное состояние исследований атмосферного электричества // Успехи физических наук, 1962. Т. LXXVI. Вып. 4. С. 593–642.
 8. Правила устройства электроустановок, 2003. 504 с.
 9. РД 153-34.3-35.125-99 «Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений».
 10. СИГРЭ, Lightning Parameters for Engineering Applications, бюллетень 549, 2013 г.
 11. Снегуров А. В., Снегуров В. С. Экспериментальная грозопеленгационная система // Труды Главной геофизической обсерватории. 2012. Вып. 567. С. 188–200.
 12. MacGorman D. R., Straka J. M., and Ziegler C. L. A lightning parameterization for numerical cloud models // J. Appl. Meteorol. 2001. Vol. 40. P. 459–478.
 13. Marchand M., Hilburn K., and Miller S. D. Geostationary lightning mapper and Earth networks lightning detection over the contiguous United States and dependence on flash characteristics // J. Geophys. Res. Atmos. 2019. Vol. 124. No. 21. P. 11552–11567.
 14. Schultz C. J., Carey L. D., Schultz E. V., Blakeslee R. J. Kinematic and microphysical significance of lightning jumps versus nonjump increases in total flash rate // Weather and Forecast, 2017. Vol. 32. No. 1. P. 275–288.
 15. Schultz C. J., Petersen W. A., Carey L. D. Lightning and severe weather: A comparison between total and cloud-to-ground lightning trends // Weather and Forecast. 2011. Vol. 26, No. 5. P. 744–755.
 16. Williams E., Boldi B., Matlin A., Weber M., Hodanish S., Sharp D., Goodman S., Raghavan R., and Buechler D. The behavior

of total lightning activity in severe Florida thunderstorms // Atmos. Res., 1999. Vol. 51. No. 3–4. P. 245–265.

17. Zhu Y., Rakov V. A., Tran M. D., Stock M. G., Heckman S., Liu C., Sloop C. D., Jordan D. M., Uman M. A., Caicedo J. A., Kotovsky D. A. Evaluation of ENTLN performance characteristics based on the ground truth natural and rocket-triggered lightning data acquired in Florida // J. Geophys. Res. Atmos., 2017. Vol. 122. No. 18. P. 9858–9866.

References

1. Adzhiev A.Kh., Kuliev D.D. Characteristics of thunderstorm activity and parameters of lightning discharges in the south of the European part of Russia. News of the Russian Academy of Sciences. Physics of the atmosphere and ocean. 2018. Vol. 54. No. 4. P. 437–445 (In Russ.).
2. Adzhiev A.Kh., Kuliev D.D., Stasenko V.N. Assessment of performance parameters of lightning direction systems LS8000 and ENTLS in the North Caucasus region. Meteorology and hydrology. 2022. No. 4. P. 117–126 (In Russ.).
3. Adzhiev A. Kh., Stasenko V. N., Tapaskhanov V. O. Lightning direction finding system in the North Caucasus. Meteorology and hydrology. 2013. No. 1. P. 5–11 (In Russ.).
4. Atmosphere. Directory. L.: Gidrometeoizdat, 1984. 510 p (In Russ.).
5. Ashabokov B.A., Shapovalov A.V., Shapovalov V.A., Guchayeva Z.Kh. Numerical modeling of thermodynamic and microstructural parameters of a convective cloud during its evolution. Results of science and technology. Modern mathematics and its applications. Thematic reviews. 2018. V. 154. P. 22–31 (In Russ.).
6. Ivanov V.A. The occurrence of forest fires from thunderstorms on the Yenisei Plain. Forest fires and fighting them. M.: VNIILM, 1988. P. 126–132 (In Russ.).
7. Imyanitov I.M., Shifrin K.S. The current state of research in atmospheric electricity, Advances in Physical Sciences, 1962, vol. LXXVI, Issue 4. P. 593–642.
8. Rules for electrical installations, 2003. 504 p. (In Russ.).
9. RD 153-34.3-35.125-99 Guide to the protection of electrical networks 6-1150 kV from lightning and internal overvoltages (In Russ.).
10. CIGRE, Lightning Parameters for Engineering Applications, Bulletin 549, 2013 (In Russ.).

11. Snegurov A.V., Snegurov V.S. Experimental lightning direction detection system. Proceedings of the Main Geophysical Observatory. 2012. Issue 567. P. 188–200 (In Russ.).
12. MacGorman D. R., Straka J. M., Ziegler C. L. A lightning parameterization for numerical cloud models. J. Appl. Meteorol. 2001. Vol. 40. P. 459–478.
13. Marchand M., Hilburn K., and Miller S. D. Geostationary lightning mapper and Earth networks lightning detection over the contiguous United States and dependence on flash characteristics. J. Geophys. Res. Atmos. 2019. Vol. 124. No. 21. P. 11552–11567.
14. Schultz C. J., Carey L. D., Schultz E. V., and Blakeslee R. J. Kinematic and microphysical significance of lightning jumps versus nonjump increases in total flash rate. Weather and Forecast. 2017. Vol. 32. No. 1. P. 275–288.
15. Schultz C. J., Petersen W. A., and Carey L. D. Lightning and severe weather: A comparison between total and cloud-to-ground lightning trends. Weather and Forecast. 2011. Vol. 26. No. 5. P. 744–755.
16. Williams E., Boldi B., Matlin A., Weber M., Hodanish S., Sharp D., Goodman S., Raghavan R., Buechler D. The behavior of total lightning activity in severe Florida thunderstorms. Atmos. Res. 1999. Vol. 51. No. 3–4. P. 245–265.
17. Zhu Y., Rakov V. A., Tran M. D., Stock M. G., Heckman S., Liu C., Sloop C. D., Jordan D. M., Uman M. A., Caicedo J. A., Kotovsky D. A. Evaluation of ENTLN performance characteristics based on the ground truth and natural rocket-triggered lightning data acquired in Florida. J. Geophys. Res. Atmos., 2017. Vol. 122. No. 18. P. 9858–9866.

**Статья поступила в редакцию 22.05.2023,
статья одобрена после рецензирования 06.10.2023,
статья принята к публикации 10.10.2023.**

**The article was submitted to the editorial office 22.05.2023,
the article was approved after reviewing 06.10.2023,
the article was accepted for publication 10.10.2023.**

Информация об авторах

- Аджиев Анатолий Хабасович**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом стихийных явлений Высокогорного геофизического института (360000, Россия, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Тургенева, д. 52). E-mail: adessa1@yandex.ru.
- Керефова Залина Музариновна**, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Высокогорного геофизического института (360000, Россия, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, д. 181). E-mail: zknyaz-kbsu@mail.ru.
- Черкесов Аслан Артурович**, младший научный сотрудник Высокогорного геофизического института (361821 Россия, Кабардино-Балкарская республика, с. Аушигер, Канкошева, д. 3). E-mail: cherkesov2018@yandex.ru

Information about the authors

- Anatoly Kh. Adzhiev**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Natural Phenomena of High-Mountain Geophysical Institute (360000, Russia, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Turgenev St., 52). E-mail: adessa1@yandex.ru.
- Zalina M. Kerefova**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Researcher of the High-Mountain Geophysical Institute (360000, Russia, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Chernyshevsky St., 181). E-mail: zknyaz-kbsu@mail.ru.
- Aslan A. Cherkesov**, Junior Researcher of the High-Mountain Geophysical Institute (361821, Russia, Kabardino-Balkarian Republic, Aushiger village, Kankosheva St., 3). E-mail: cherkesov2018@yandex.ru.

1.6.21. ГЕОЭКОЛОГИЯ
УДК 913:930:631.171
DOI: 10.37493/2308-4758.2023.4.5

Мишвелов Е. Г.,
Белоусов А. И.,
Иванов А. Л.,
Сигида С. И.,
Корниенко А. И.

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь,
Россия

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ СТАВРОПОЛЬСКОЙ
ГУБЕРНИИ В ПОРЕФОРМЕННЫЙ ПЕРИОД**

Введение. Исследование посвящено особенностям использования возобновляемых источников энергии в Ставропольской губернии пореформенного периода, главным образом в сфере мукомольного производства, от которого во многом зависело благополучие не только местного, но и населения прилегающих регионов.

Материалы и методы исследований. В ходе исследования проведен анализ исторических статистических данных, отражающих состояние мукомольной промышленности Ставропольской губернии в пореформенный период. Основой исследования являются открытые литературные источники периода XIX–XX вв.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследования проанализирована динамика численности и территориальные особенности размещения ветряных и водяных мельниц Ставропольской губернии для пореформенного периода. Охарактеризовано состояние мукомольного производства в Ставропольской губернии периода XIX и начала XX вв., а также дан обзор особенностей использования в сельском хозяйстве различных видов мельниц. Представлены данные о современном состоянии альтернативной энергетики в Ставропольском крае.

Выводы. Использование возобновляемых источников энергии в Ставропольской губернии для переработки зерна преобладало вплоть до второй половины XIX века, а различные территории Ставропольской губернии были неоднородны по количественному составу используемых видов мельниц. К началу XX века водяные и ветряные мельницы вытесняются паровыми мельницами, на стабильности работы которых погодно-климатические условия территории сказывались в меньшей степени.

Ключевые слова: водяные и ветровые мельницы, мукомольное производство, Ставропольская губерния, возобновляемые источники, ветровая энергия, гидроэнергия

Mishvelov E. G., North-Caucasus Federal University,
Belousov A.I., Stavropol,
Ivanov A.L., Russia
Sigida S.I.,
Kornienko A.I.

The use of Renewable Energy Sources in the Agriculture of the Stavropol Province in the Post-Reform Period

- Introduction.** The article studies the peculiarities of the use of renewable energy sources in the Stavropol province of the post-reform period, mainly in the field of flour milling, which added most to the well-being of both local population and the population of adjacent regions.
- Materials and research methods.** The study analyzes historical statistical data reflecting the state of the flour milling industry of the Stavropol province in the post-reform period. The research is based on open literary sources of the XIX–XX centuries.
- Research results and their discussion.** In the course of the study, the dynamics of the number and territorial features of the placement of windmills and watermills of the Stavropol province for the post-reform period were analyzed. The state of flour milling in the Stavropol province of the XIX and early XX centuries is characterized, and an overview of the features of the use of various types of mills in agriculture is given. Data on the current state of alternative energy in the Stavropol Krai are presented.
- Conclusions.** The use of renewable energy sources in the Stavropol province for grain processing prevailed until the second half of the XIX century, and the various territories of the Stavropol province were heterogeneous in the quantitative composition of the types of mills used. By the beginning of the XX century, water and windmills were being replaced by steam mills, the stability of which was less affected by the weather and climatic conditions of the territory.
- Keywords:** mill, flour milling, Stavropol province, renewable sources, wind energy, water energy

Введение

Современный Ставропольский край располагается в основном в пределах территории бывшей Кавказской губернии (учреждена в 1785 году), которая в 1822 году в свою очередь была преобразована в Кавказскую область [8]. На момент переименования Кавказской области в Ставропольскую губернию (указом от 2 мая 1847 года) общее количество населенных пунктов в ее границах составляло 115. По данным 1848 года в губернии насчитыва-

лось 231 037, а 1897 г. – 873 301 человек, причем 95 % населения оставалось сельским, с характерным традиционным сельскохозяйственным укладом жизни, к 1912 г. численность населения достигла 1 239 800 человек. В основном население формировалось переселенцами из Курской, Воронежской, Орловской, Полтавской, Екатеринославской, Киевской, Черниговской, Слободско-Украинской губерний [6]. Темпы прироста численности населения, особенности зернопроизводящего экономического уклада при сложившейся стратегии расселения и освоения главным образом пойменных территорий губернии в пореформенный период требовали освоения доступных региональных источников энергии, в первую очередь в сфере переработки зерна на муку и крупу, что позволяло удовлетворять не только региональный спрос, но и выходить на внешние рынки. Экономическая эффективность производства при этом существенно возрастала. В этой связи практически весь пореформенный период в Ставропольской губернии строились и использовались водяные и ветряные мельницы, обеспечивающие доступ к соответствующим видам возобновляемой энергии. В настоящей работе основной целью ставилось рассмотрение временных и территориальных особенностей размещения и использования водяных и ветряных мельниц Ставропольской губернии, а также перспективы современного освоения отмеченных возобновляемых источников энергии.

Материалы и методы исследований

Настоящее исследование охватывает период с середины XIX по начало XX века. Географически исследование ограничено территорией Ставропольской губернии XIX–XX вв., а также современного Ставропольского края.

Основными материалами исследования являются исторические статистические данные, представленные разновременными источниками, охватывающими период с начала XIX по начало XX века. С применением исторического метода анализу подверглись данные о фактах использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве на территории Ставропольской губернии.

Результаты исследований и их обсуждение

Как справедливо отмечает ряд авторов [21; 22; 12; 17; 14; 23; 9; 7; 2; 11; 3; 4; 15 и др.], особенностью рассматриваемого пореформенного периода как для всей России, так и для Ставрополя являлось, в том числе, становление и развитие товарного характера сельскохозяйственной деятельности, в основном это касалось сферы производства зерна. Данный период для Ставрополя характеризуется значительным ростом предприятий капиталистического типа по переработке сельскохозяйственных продуктов и производству фабричных изделий (в рамках таких отраслей промышленности, как мукомольная, винодельческая и спиртоводочная, маслобойная, воскобойная и воско-свечная, скотобойная, кожевенная, обувная) – от промыслов и мелких структур до крупных производств. Вплоть до XX века лидирующее место в этой череде занимали предприятия, перерабатывающие зерновые растительные продукты преимущественно на ветряных и водяных мельницах.

Следует подчеркнуть, что мукомольное производство, как высокотехнологический механизм глубокой переработки зерновых, отличалось высокой долей добавочной стоимости и, безусловно, обеспечивало ускоренное развитие товарно-денежных отношений, при этом получаемая продукция традиционно относилась к товарам повышенного повседневного спроса как для автохтонного населения и переселенцев на территории губернии, так и для населения других российских регионов, а также за рубежом. Отчасти такой высокий спрос формировался находящимися на Кавказе войсками. Следует отметить, что губерния полностью удовлетворяла не только собственные потребности в хлебе, но и запросы других регионов государства. Н.Н. Забудский отмечает, что в урожайный год избыток зерновых мог составлять до 400000 четвертей, а с учетом количества мельниц в губернии в 1848 г., на одну могло приходиться до 700 четвертей зерновых [6].

На протяжении первой половины XIX века растениеводство являлось ведущим видом деятельности, а выращивание зерновых культур – важнейшим из приоритетов в силу сложившихся военно-политических, социально-экономических, этнокультурных, а также природных особенностей Ставропольской губернии. Авторы Военно-статистического обозрения отмечают в этой связи: «...ежегод-

ный избыток хлеба в урожайный год в губернии простирается до 400 тыс. четвертей; эти цифры нам показывают, что губерния никогда не нуждается в хлебе, а напротив, большим избытком может снабдить другие места» [6]. Значительное развитие при этом получила переработка зерна как для собственных нужд населения, так и для целей торговли. По статистическим данным из упомянутого источника, общее количество всех видов мельниц на 1848 г. достигало 1 701 ед., причем доля ветряных была лишь незначительно выше, чем водяных и составляла – 54%.

К концу XIX – началу XX века в сельском хозяйстве Российской империи возрастает экономическое значение Ставропольской губернии и ее вклад в производство и переработку зерна, при этом население Ставрополя «...с 1886 по 1897 гг. ... увеличилось на 210 004 человека, т. е. на 32 %» [26]. Там же, в Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона, отмечается для этого периода: «Население С. губернии занимается главным образом земледелием и скотоводством. Главные посевные растения: озимая и яровая пшеница, затем рожь, овес, ячмень, просо». Далее в источнике отмечено: «Отпускная торговля губернии состоит главным образом в вывозе зерновых хлебов (преимущественно пшеницы)», при этом «...в 1898 г. было отправлено (на вывоз) 948 811 четвертей разных хлебов и льна». При столь значительном росте населения и объемов производства зерновых в структуре фабрично-заводской промышленности губернии особенно выделяется такое производство как «...мукомольное, с оборотом в 886 010 руб...», тогда как общие торговые обороты товаров и услуг всей хозяйственной деятельности в этот год достигали суммы в 21 600 000 руб.

Каковы же основные особенности мукомольного производства и обеспеченности мельницами на территории Ставропольской губернии для пореформенного периода? В Ставропольской губернии для последней четверти XIX века (1880 г.) отмечено всего 1980 единиц различных мельниц, что на 16 % выше, чем в 1848 г. [25].

В этот период доля ветряных мельниц губернии составляла 60 % от общего числа всех видов мельниц, доля водяных мельниц не достигала и трети (табл. 1). В то же время следует обратить внимание на снижение как количества, так и доли водяных мельниц для

Таблица 1. МЕЛЬНИЦЫ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ГУБЕРНИИ (ПО ДАННЫМ [25])
Table 1. Mills of stavropol province (according to the [25])

Наименование уезда	Населе- ние, чел.	Водя- ные мель- ницы, ед.	Ветря- ные мель- ницы, ед.	Мель- ницы б/н, ед.	Конные мель- ницы, ед.	Паро- вые мель- ницы, ед.
Ставропольский	72945	223	24	95	2	–
Александровский	108644	158	43	49	–	–
Новогригорьевский	139190	151	138	45	–	–
Медвежинский	137655	31	985	26	9	1
Итого	458434	563	1190	215	11	1

1880 г. по отношению к 1848 г., с 781 ед. (46 % от всех видов мельниц) до 563 ед. (28 %), соответственно. Ветряные мельницы получают преимущественное развитие, наиболее высокая обеспеченность ветряными мельницами в 1880 г. фиксировалась в Медвежинском уезде, их доля – 83 % от общего числа всех ветряных мельниц губернии, при этом на 1 ветряную мельницу приходилось 140 жителей. Как пример интересны данные по ветряным мельницам для отдельных сел уезда, так в с. Ладовско-Балковское отмечено 53, а в с. Белая Глина – 72 мельницы. Но уже на 1897 г. А. Твалчрелидзе отмечает наличие в с. Белая Глина 5 мельниц с конным приводом, 3 водяных, 35 ветряных и 1 паровую [21].

Обеспеченность водяными мельницами и их распространение складывались для последней четверти XIX века следующим образом. Больше всего водяных мельниц отмечено в Ставропольском уезде – 223 единицы (63 % от общего числа всех видов в уезде), при этом одна мельница приходилась на 327 жителей. В отдельных населенных пунктах число водяных мельниц могло составлять десятки единиц, например, в с. Московском и с. Донском по р. Ташле – 37 и 25 ед. соответственно. Самое низкое число водяных мельниц отмечено в Медвежинском уезде, где на одну приходилось 4 440

чел. В Александровском и Новогригорьевском уездах число водяных мельниц примерно одинаково – по 150 единиц.

Конных мельниц для Ставропольской губернии этого периода отмечено всего лишь 11 единиц, а паровых – 1.

Следует отметить те минусы, с которыми сталкивались сельскохозяйственные производители при работе с ветряными и водяными мельницами. Периодические паводки и наводнения на водотоках наносили весомые ущербы населенным пунктам, при этом в первую очередь страдали близкие к руслу постройки, в том числе и водяные мельницы. Отмечается, что разливы, к примеру, р. Кумы в нижнем и среднем течении могли иметь ширину до 4 верст (4,3 км). Антропогенная деятельность, в том числе и возведение многочисленных плотин водяных мельниц, приводила к увеличению повторяемости значительных наводнений, которые становились практически ежегодным явлением [19]. Проблема иного характера существовала на реках губернии в засушливые летние периоды, когда сток уменьшался до критических состояний, что приводило не только к проблемам с питьевой водой, но и к невозможности нормального функционирования мельниц.

В начале XX века использование энергии воды и ветра на жерновах ветряных или водяных мельницах резко сократилось. Жерновые поставы – важнейший элемент жерновых мельниц, интенсивно использовались более двух тысяч лет. Сегодня их можно увидеть в качестве экспонатов в краеведческих и этнографических музеях. На смену жерновым мельницам в конце XIX века пришли вальцовые, отличающиеся большей производительностью и эффективностью. Первая паровая вальцовая мельница, имевшая чугунные вальцы, была установлена в Москве в 1881 году, она перерабатывала до 65 тонн зерна в сутки.

Паровые мельницы на начало XX века получили весьма широкое распространение в России. К примеру, по данным на 1907 г. [20] в Ставропольской губернии упоминается 69 собственников, имевших мельницы такого типа, следует заметить, что, вероятно, не все мельницы попали в реестр, скорее всего включение в подобный перечень зависело от их производительности (отмечено минимально 90 000 п., максимально – 1 500 000 п. на одну мельницу). Большин-



Рис. 1. «Старая мельница» – картина работы В.Д. Поленова, 1880 (слева) и картина Н.Е. Маковского «Мельница», 1870–1880 (справа).

Fig. 1. "Old Mill" – a painting by V.D. Polenov, 1880 (left) and a painting by N.E. Makovsky "Mill", 1870–1880. (right).

ство мельниц списка отнесены к паровым (45 ед.), присутствуют водяные мельницы (14 ед.), отмечено по одной мельнице с нефтяным и газогенераторным двигателем. Ветряные мельницы в Ставропольской губернии этого периода не упомянуты. С расширением использования в промышленности электрической энергии паровые двигатели на мельницах были вытеснены электрическими.

Мельница и все с ней связанное не кануло в лету, но прочно вошло в культуру человека, многое дошло и до наших дней. Особому месту и роли мельницы в культурном ландшафте дореволюционной России посвящены работы ряда исследователей [5; 18; 16; 13; 1; 10 и др.]. И на сегодняшний день в наш культурный код встроены образы с рисунков и картин «Мельница» Н.Е. Маковского и «Старая мельница», работы В.Д. Поленова и других авторов (рис. 1). Для нас живы и актуальны образы героев пушкинской «Русалки», вспоминается плавное повествование поэта:

«Вот мельница! Она уж развалилась;
Веселый шум ее колес умолкнул...»

Не только в поэзии или прозе, но и в нашей современной повседневной жизни прочно закреплены поговорки и пословицы, например, «Мели, Емеля, твоя неделя»; «Пьян как мельник», «Мельницу строить — за подтоп отвечать», «Перемелется — мука будет».

Таким образом, во второй половине XIX века в Ставропольской губернии важнейший из хозяйственных видов деятельности — переработка зерна — основывался в основном на возобновляемых источниках энергии, при использовании ветряных и водяных мельниц, число которых превышало 1 700 единиц.

Ситуация с мельницами на начало XX века меняется, на 1907 г. в официальных документах упоминается менее одной сотни всех видов мельниц (без ветряных) на всю территорию губернии [20]. Преимущественное положение получают более мощные паровые мельницы (до 70 % от всех мельниц губернии в этот период). Технологически более сложные, дорогостоящие, требующие подготовленных специалистов, паровые мельницы были нетребовательны к выбору территории размещения: на них не влияли половодья (наводнения) и штили как в случае с водяными и ветряными мельницами, но самое важное — их производительность могла быть существенно выше.

Для современного Ставрополя орографические, гидрографические и климатические особенности территории, обуславливающие возможность развития некоторых видов нетрадиционной энергетики, по-прежнему являются ведущими природными факторами энергетической безопасности и устойчивого развития. Интерес к возобновляемым источникам энергии в наши дни не исчез. Так, в современном энергетическом развитии Ставропольского края отмеченные физико-географические особенности территории (в основном Армавирского ветрового коридора между Ставропольским плато и предгорьями Кавказа) вновь задействованы для хозяйственных целей. Ветроэнергетический потенциал отмеченной территории позволил АО «НоваВинд» разработать и запустить программу строительства ветропарков, ориентированных на производство 765 МВт «зеленой» электроэнергии. С января 2021 г. на территории Ставропольского края введена в эксплуатацию самая крупная в России ВЭС — Кочубеевская ВЭС, мощностью 210 МВт, в пери-

од 2021–2023 г. была начата эксплуатация еще 6 ВЭС с суммарной мощностью в 460 МВт: Кармалиновской, Бондаревской, Медвеженской, Берестовской и Кузьминской. Ведутся работы по строительству Труновской ВЭС, планируемая мощность которой составит 95 Мвт. С экологических позиций подобное производство электроэнергии позволит ежегодно сократить выбросы загрязняющих веществ предприятиями топливной энергетики примерно на 1 396 010 т. Менее интенсивно идет использование солнечной энергии. С 2020 года в крае действует Старомарьевская солнечная электростанция, мощностью 100 МВт.

Энергия движущейся воды, то есть ее гравитационная составляющая, сегодня вновь задействована на территории Ставрополя. Кубанский каскад ГЭС, как и водяная мельница прошлого, ориентирован на использование энергии движения воды в русловых потоках и ее трансформацию в более удобную форму – электрическую, являющуюся в данном случае «зеленой». С 1967 г. функционирует и развивается Кубанский каскад ГЭС — комплекс ГЭС и ГАЭС по реке Кубань на территориях Ставропольского края и КЧР, состоящий из трех групп ГЭС с суммарной мощностью более 560 МВт: Куршавской, Барсучковской и Сенгилеевской [24]. Подобная энергетическая составляющая региона имеет и определенные перспективы роста.

Выводы

В ходе исследования проанализирована динамика численности и территориальные особенности размещения ветряных и водяных мельниц Ставропольской губернии для пореформенного периода. Использование возобновляемых источников энергии в Ставропольской губернии для переработки зерна преобладало во второй половине XIX века. Различные территории Ставропольской губернии были неоднородны по количественному составу используемых видов мельниц. Так, значительное преобладание водяных мельниц отмечается для Ставропольского уезда, тогда как ветряные мельницы были основным видом в Медвежинском уезде. К началу XX века ситуация кардинально меняется, предпочтение все чаще отдается производительным паровым мельницам, на стабильности

работы которых практически не сказывались погодно-климатические условия территории. В то же время, необходимо отметить, что использование возобновляемых источников энергии для переработки зерна позволяло Ставропольской губернии на протяжении XIX века оставаться одним из лидирующих и самодостаточных регионов страны в этой отрасли. На современном этапе развития энергетического комплекса Ставропольского края возобновляемые источники энергии вновь занимают видное место.

Библиографический список

1. Ведерникова Н.М. Мельницы и мельник в русской мифологии // Научный диалог. Филология. 2014. № 12 (36). С. 6–22.
2. Герман Р.Э. Формирование дорожно-транспортной инфраструктуры на Кавказе и в Кавказской (Ставропольской) губернии в конце XVIII – начале 60-х годов XIX в. // Историко-археологический альманах. Армавир, 2002. С. 163–167.
3. Дмитриев Е.В. Экономическое и социальное развитие Ставрополя в середине XIX – начале XX в.: автореф. дис... канд. ист. наук по специальности 07.00.02 Отечественная история. Пятигорск, 2006. 28 с.
4. Ермоленко Д.В. Зарождение и становление бизнеса на Кубани: условия, проблемы и инструменты решения // Научный журнал КубГАУ. № 36(2). 2008. С. 1–16.
5. Ефименко П.С. Материалы по этнографии русского населения Архангельской губернии, собранные П.С. Ефименком, д. членом Императорского Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, состоящего при Московском университете в типографии О. Б. Миллера, 1877–1878. Ч/ 1: Описание внешнего и внутреннего быта: сб. науч. тр. 1877. VII. 192 с.
6. Забудский Н.Н. Военно-статистическое обозрение Ставропольской губернии по рекогносцировкам и материалам, собранным на месте // Военно-статистическое обозрение Российской империи. СПб., 1851. Т.1. С. 1851.
7. Зольникова Ю.Ф. Изучение климата Кавказских Минеральных Вод как рекреационного ресурса в конце XIX-начале XX века // Наука. Инновации. Технологии. 2018. №. 3. С. 155–164.

8. Каторгин И.Ю. Картографирование и пространственный анализ развития административных границ Ставрополя за 1785–2021 годы // Наука. Инновации. Технологии. 2022. №2. С. 139–162.
9. Край наш Ставрополье: Очерки истории / Ред. комис.: Черногоров А.Л. и др. Ставрополь: Шат-Гора, 1999. 525 с.
10. Кривоноженко А.Ф., Захарова Е.В., Литвин Ю.В. Мельницы в жизни российского крестьянства пореформенного периода // Вестник Санкт-Петербургского университета. История. 2021. Т. 66. Вып. 3. С. 699–717.
11. Круглов А.И. и др. История городов и сел Ставрополя. Ставрополь, 2002. 701 с.
12. Куприянова Л.М. Города Северного Кавказа во второй половине XIX века. М. 1981. 230 с.
13. Логинов К.К. Колдуны Заонежья: истинные и мнимые // Мастер и народная художественная традиция Русского Севера (доклады III научной конференции «Рябининские чтения 99»): сб. науч. докл. Петрозаводск, 2000. С. 176–186.
14. Невская Т.А. Столыпинская реформа на Северном Кавказе. СПб.: Нестор, 1997. 195 с.
15. Подмогильная И.А. Торгово-промышленное развитие Ставрополя и Терека в XIX – начале XX века: автореф. дис... канд. ист. наук. Ставрополь, 2011. 30 с.
16. Померанцева Э.В. Мифологические персонажи в русском фольклоре. Москва: Наука, 1975. 194 с.
17. Ратушняк В.Н. Сельскохозяйственное производство Северного Кавказа в конце XIX – начале XX века. Ростов-на-Дону, 1989. 251 с.
18. Садовников Д.Н. Загадки русского народа. Москва: Изд-во Московского ун-та, 1959. 334 с.
19. Семилуцкий А.П. Село Покойное Ставропольской губернии, Новогригорьевского уезда // Сборник материалов для описания местностей и племен Кавказа. Вып. 23. Тифлис. 1897. С. 253–356.
20. Список мукомольных мельниц России в 1908 году: Ч. 1. Товарные мельницы. Санкт-Петербург: тип. Ред. период. изд. М-ва фин., 1909. VIII, 64 с.
21. Твалчрелидзе А. Ставропольская губерния в статистико-географическом, историческом и сельскохозяйственном отношениях. 1897. 378 с.

22. Шацкий П.А., Муравьев В.Н. Ставрополь. Исторический очерк. Ставрополь, 1977. С. 7–85.
23. Шебзухова Т.А. Торговля и товарообмен в сельском хозяйстве Ставропольской губернии: автореф. дис. ... канд. ист. наук. Ставрополь, 1998. 22 с.
24. Каскад Кубанских ГЭС РусГидро [Электронный ресурс]. URL: <https://kkges.rushydro.ru/> (дата обращения: 01.09.2023).
25. Список населенных мест Ставропольской губернии // Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/001908_000036_75DB68C1-86D6-45EA-A180-A0B82B81038D/ (дата обращения: 20.06.2023).
26. Ставропольская губерния // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона (Энциклопедия Брокгауза и Ефрона) – российская универсальная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: http://gatchina3000.ru/big/096/96646_brockhaus-efron.htm (дата обращения: 30.08.2023).

References

1. Vedernikova N.M. Mills and the miller in Russian mythology. Nauchnyi dialog. 2014. No. 12 (36). P. 6–22 (In Russ.).
2. German R.E. Development of road transport infrastructure in the Caucasus and in the Caucasus (Stavropol) province in the late 18th century – early 60s of the 19th century). Historical and archaeological anthology: collection of articles. Armavir, 2002. P. 163–167. (In Russ.).
3. Dmitriev E.V. Economic and social development of Stavropol in the mid-19th – early 20th centuries: thesis abstract for the degree of candidate of historical sciences in specialty 07.00.02 Domestic History. Pyatigorsk, 2006. 28 p. (In Russ.).
4. Ermolenko D.V. The origin and development of business in Kuban: conditions, problems and tools for solutions. Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. No. 36(2), 2008. P. 1–16 (In Russ.).
5. Efimenko P.S. Materials on the ethnography of the Russian population in the Arkhangelsk province, collected by P.S. Efimenko, member of the Imperial Society of enthusiasts of Natural History, Anthropology and Ethnography, affiliated to Moscow University. Moskva: In the printing house O. B. Millera, 1877–1878. Part 1. 1877. VII. 192 p. (In Russ.).

6. Zabudskii N.N. Military statistical review of the Stavropol province based on reconnaissance and materials collected on site. Voennostatisticheskoe obozrenie Rossiiskoi imperii. = Military statistical review of the Russian empire. SPb., 1851. Vol. 1. P. 1851 (In Russ.).
7. Zol'nikova Ju.F. Study of the climate of Caucasian Mineral Waters as a recreational resource at the end of the 19th and beginning of the 20th centuries. Science. Innovations. Technology. 2018. No. 3. P. 155–164 (In Russ.).
8. Katorgin I. Ju. Mapping and spatial analysis of the development of administrative borders of Stavropol for 1785–2021. Science. Innovations. Technology. 2022. No. 2. P. 139–162 (In Russ.).
9. Our land is Stavropol: Essays on history / [Red. komis.: Chernogorov A.L. i dr.]. Stavropol: Shat-Gora, 1999. 525 p. (In Russ.).
10. Krivonozhenko A.F., Zakharova E.V., Litvin YU.V. Mills in the life of the Russian peasantry of the post-reform period. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Istoriya = Bulletin of St. Petersburg University. History 2021. Vol. 66. Issue 3. P. 699–717 (In Russ.).
11. Kruglov A.I. i dr. The history of cities and villages in the Stavropol Krai. Stavropol, 2002. 701 p. (In Russ.).
12. Kupriyanova L.M. Goroda Severnogo Kavkaza vo vtoroi polovine XIX veka (Cities of the North Caucasus in the second half of the 19th century). M., 1981. 230 p. (In Russ.).
13. Loginov K.K. Sorcerers of Zaonezhye: true and imaginary. Master and folk art tradition of the Russian North (scientific conference papers III "Ryabinin reading 99"): collection of scientific papers. Petrozavodsk, 2000. P. 176–186 (In Russ.).
14. Nevskaya T.A. Stolypin reform in the North Caucasus. SPb.: Nestor, 1997. 195 p. (In Russ.).
15. Podmogil'naya I.A. Commercial and industrial development of Stavropol and Terek in the 19th – early 20th centuries). Thesis abstract for the degree of candidate of historical sciences. Stavropol, 2011. 30 p. (In Russ.).
16. Pomerantseva E.V. Mythological characters in Russian folklore. Moskva: Nauka, 1975. 194 p. (In Russ.).
17. Ratushnyak V.N. Agricultural production in the North Caucasus at the end of the 19th – beginning of the 20th century. Rostov-na-Donu, 1989. 251 p. (In Russ.).

18. Sadovnikov D.N. The riddles of the Russian people. Moskva: Izd-vo Moskovskogo un-ta, 1959. 334 p. (In Russ.).
19. Semilutskii A.P. Selo Pokoinoye village, Stavropol province, Novogrigoryevsky district. Compilation of Materials for the Description of Localities and Tribes of the Caucasus. Vol. 23. Tiflis. 1897. P. 253–356 (In Russ.).
20. List of flour mills in Russia in 1908: Part 1. Commodity mills. Sankt-Peterburg: tip. Red. period. izd. M-va fin., 1909. VIII, 64 p. (In Russ.).
21. Tvalchrelidze A. Stavropol province: statistics, historical and agricultural features. 1897. 378 p. (In Russ.).
22. Shatskii P.A., Murav'ev V.N. Stavropol. Historical sketch. Stavropol, 1977. P. 7–85 (In Russ.).
23. Shebzukhova T.A. Trade and commodity exchange in agriculture of the Stavropol province. Thesis abstract for the degree of candidate of historical sciences. Stavropol, 1998. 22 p. (In Russ.).
24. Cascade of Kuban hydroelectric power stations. RuSGidro [Electronic resource]. URL: <https://kkges.rushydro.ru/> (Accessed: 01.09.2023) (In Russ.).
25. List of populated places in the Stavropol province. National digital library [Electronic resource]. URL: https://rusneb.ru/catalog/001908_000036_75DB68C1-86D6-45EA-A180-A0B-82B81038D/ (Accessed: 20.06.2023) (In Russ.).
26. Stavropol province. Encyclopedic dictionary (Ehntsiklopedic) Brokgauz and Efron. Russian Universal Encyclopedia [Electronic resource]. URL: http://gatchina3000.ru/big/096/96646_brockhaus-efron.htm (Accessed: 30.08.2023) (In Russ.).

**Статья поступила в редакцию 10.08.2023;
одобрена после рецензирования 25.10.2023;
принята к публикации 21.11.2023.**

**The article was submitted to the editorial office 10.08.2023;
the article was approved after reviewing 25.10.2023;
the article was accepted for publication 21.11.2023.**

Информация об авторах

Мишвелов Евгений Георгиевич, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и биогеографии Северо-Кавказско-

го федерального университета. Scopus ID: 57191577389.
E-mail: mishvelov@mail.ru

Белоусов Анатолий Иванович, доктор экономических наук, профессор кафедры цифровых бизнес-технологий и систем учета Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: belousov04@yandex.ru

Иванов Александр Львович, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, физиологии и биохимии растений Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: ali-ivanov@mail.ru

Сигида Сергей Иванович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник кафедры зоологии и паразитологии Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: omophron@yandex.ru

Корниенко Артем Иванович, магистрант кафедры экологии и биогеографии Северо-Кавказского федерального университета. Scopus ID: 58084092200. Researcher ID: JDD-1185-2023. E-mail: artem_k_o1@mail.ru

Information about the authors

Evgeniy G. Mishvelov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Ecology and Biogeography, North-Caucasus Federal University. Scopus ID: 57191577389.
E-mail: mishvelov@mail.ru

Anatoly I. Belousov, Doctor of Economics, Professor, Department of Digital Business Technologies and Accounting Systems, North-Caucasus Federal University.
E-mail: belousov04@yandex.ru

Alexander L. Ivanov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Botany, Physiology and Plant Biochemistry, North-Caucasus Federal University. Scopus ID: 55785492200.
E-mail: ali-ivanov@mail.ru

Sergey I. Sigida, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher, Department of Zoology and Parasitology, North-Caucasus Federal University. E-mail: omophron@yandex.ru

Artem I. Kornienko, Master student, Department of Ecology and Biogeography, North-Caucasus Federal University. Scopus ID: 58084092200. Researcher ID: JDD-1185-2023.
E-mail: artem_k_o1@mail.ru

1.6.21.
УДК 504.056; 873.33.31.23
DOI:

ГЕОЭКОЛОГИЯ
10.37493/2308-4758.2023.4.6

Разумов В.В.,
Калов Р.О.,
Богданова Н.Д.,

Высокогорный геофизический институт,
г. Нальчик, Россия;
Институт геотехники и инженерных изысканий в строительстве,
г. Москва, Россия;

Разумова Н.В.,
Лиховид Н.Г.

Российские космические системы Роскосмоса, г. Москва, Россия;
Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь,
Россия

**АКТИВНОСТЬ И ОПАСНОСТЬ ПРОЯВЛЕНИЯ
ОБВАЛЬНО-ОСЫПНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Введение.

На территории Кабардино-Балкарской Республики значительное распространение получили обвально-осыпные процессы, развитые преимущественно в горных районах республики. В статье приводится оценка масштабов распространения, активности и опасности проявления обвально-осыпных процессов на территории республики за 2005–2022 гг.

Материалы и методы исследований.

Ключевым методом, применяемым в данной работе, стал анализ различных материалов, содержащих информацию об активности проявления обвально-осыпных процессов на территории Кабардино-Балкарской Республики. В качестве основных использовались литературные источники, отчеты и опубликованные данные Центра государственного мониторинга состояния недр ФГБУ «Гидроспецгеология» за 2005–2022 гг.

Результаты исследований и их обсуждение.

Охарактеризованы условия и причины, масштабы распространения, а также оценена активность и опасность обвально-осыпных проявлений, произошедших на территории Кабардино-Балкарской Республики за 2005–2022 гг. В работе приведены сведения о масштабах разрушений и деформаций населенных пунктов и хозяйственных объектов под воздействием этих процессов.

Выводы.

Приведены сведения о местоположении обвально-осыпных проявлений на территории Кабардино-Балкарской Республики и их характеристиках, масштабах разрушений и деформаций, вызванных ими. За изучаемый период времени на территории республики зафиксировано около 120 значимых обвально-осыпных проявлений, объемы которых, в большинстве случаев, не превышали 200–250 м³, наиболее крупные обвалы достигали 30 тыс. м³. Наибольший размах обвально-осыпной деятельности отмечался в 2006 и 2008 гг., а очень слабая степень активизации наблюдалась в 2015 и 2020 гг. Большинство активных обвально-осыпных участков (более 90%) было зафиксировано на автомобильных дорогах республики. Наиболее значимая степень их активизации отмечалась в Чегемском и Эльбрусском административных районах республики.

Ключевые слова:

обвалы и осыпи, обвально-осыпные процессы, активизация, проявления

Razumov V.V., High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia;
Kalov R.O., High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia;
Bogdanova N.D., Russian Geotechnical Institute, Moscow, Russia;
Razumova N.V., Russian Space Systems of Roscosmos, Moscow, Russia
Likhovid N.G. North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

Activity and Danger of Avalanche-Talus Processes on the Territory of the Kabardino-Balkarian Republic

Introduction. On the territory of the Kabardino-Balkarian Republic, avalanche-talus processes have become widespread mainly in the mountainous regions of the republic. The article provides an assessment of the extent, activity and danger of avalanche-talus processes on the territory of the republic for 2005–2022.

Materials and research methods. The key method used in this work was the analysis of various materials containing information on the activity of the manifestation of avalanche-talus processes on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic. Literature sources, reports and published data of the Center for State Monitoring of the State of the Subsoil of the Federal State Budgetary Institution “Hydrospetsgeology” for 2005–2022 were used as the main ones.

Research results and their discussion. The authors characterize the conditions and causes, the extent of the spread, and also assess the activity and danger of avalanche-talus manifestations that occurred on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic in 2005–2022. The paper provides information on the extent of destruction and deformation of settlements and economic objects under the influence of these processes.

Conclusions. Information is given on the location of avalanche-talus manifestations on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic and their characteristics, the extent of destruction and deformation caused by them. During the studied period of time, about 120 significant landslide-talus manifestations were recorded on the territory of the republic, the volumes of which, in most cases, did not exceed 200–250 m³, the largest landslides reached 30 thousand m³. The largest scale of landslide-talus activity was noted in 2006 and 2008, and a very weak degree of activation was observed in 2015 and 2020. The majority of active landslide-talus sites (more than 90%) were recorded on the highways of the republic. The most significant degree of their activation was noted in the Chegem and Elbrus administrative districts of the republic.

Keywords: landslides and scree, landslide-scrree processes, activation, manifestations

Введение

В пределах Северного Кавказа обвально-осыпные процессы максимально развиты на территории горно-складчатого сооружения Большого Кавказа. Активизация этих процессов происходит, главным образом, весной и связана, как правило, с сильным увлажнением пород в периоды снеготаяния и ливневых осадков. В летние месяцы, во время интенсивного таяния ледников, активизация обвалов и осыпей наблюдается в высокогорно-нивальной зоне. Значительные по объемам обвалы могут быть также вызваны сейсмо-тектоническими факторами.

Горная территория Кабардино-Балкарской Республики характеризуется сложным геологическим и геоморфологическим строением. Особенности рельефа республики определяют широкое развитие обвально-осыпных процессов в горной части ее территории. Общая площадь, подверженная обвалам и осыпям, составляет в республике 4 250 км² [13].

Под обвалами и осыпями, согласно Части II «Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов» СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства», понимается обрушение (опрокидывание, падение, качение) масс горных пород на склоне (в виде крупных и мелких глыб – обвалы; щебня и дресвы – осыпи) в результате их отрыва от коренного массива. Обвалы образуются на склонах крутизной более 45°, а осыпи – на склонах, крутизна которых, в основном, превышает 30° [8, 20]. Обвально-осыпные процессы происходят в результате ослабления связности горных пород под воздействием процессов выветривания, подмыва, растворения и действия сил тяжести. Условия образования и характер развития обвально-осыпных процессов подробно описаны в научной литературе.

Целью настоящего исследования является изучение масштабов распространения, активности и опасности проявления обвально-осыпных процессов на территории Кабардино-Балкарской Республики за 2005–2022 гг.

Основными задачами, решаемыми в данной работе, являются:

- характеристика основных условий и причин активизации обвально-осыпных процессов, развитых на территории республики;

- изучение районов распространения и активности проявления обвально-осыпных процессов на территории республики за изучаемый период времени;
- анализ произошедших на территории республики наиболее значимых обвально-осыпных активизаций и оценка социально-экономических аспектов их последствий.

Материалы и методы исследований

Главный метод, используемый в работе, – анализ различных источников, содержащих информацию об активности проявления обвально-осыпных процессов на территории Кабардино-Балкарской Республики.

В качестве основных были использованы литературные источники и опубликованные данные Центра государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) ФГБУ «Гидроспецгеология» [3–6]. В исследовании дополнительно были использованы следующие материалы (далее – Отчеты):

- отчет по объекту 60-4 «Ведение государственного мониторинга состояния недр территории Южного федерального округа в 2005–2007 гг.». Книга 1 (ЮРЦ ГМСН ФГУГП «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2007);
- отчет о результатах работ по объекту 6-06/07 «Ведение государственного мониторинга состояния недр территории Южного федерального округа в 2008–2010 гг.». Книга 2 (ЮРЦ ГМСН ФГУГП «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2011);
- геологический отчет по объекту «Государственный мониторинг состояния недр территории Южного и Северо-Кавказского федеральных округов в 2011–2013 гг.». Книга 2 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2013);
- геологический отчет о результатах выполненных работ по объекту «Государственный мониторинг со-

стояния недр территории Северо-Кавказского ФО в 2014–2015 гг.». Книга 1 (ЮРЦ ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология», Ессентуки, 2015).

— отчет «О проведении исследовательских и изыскательских работ по ледникам Малый Азау, Гарабаши, Терскол и прилегающей территории в границах ВТРК «Эльбрус» (заключительный). Книга 1. (ФГБУ «Высокогорный геофизический институт, Нальчик, 2015).

Обобщение и систематизация собранного материала с единых методических позиций позволили достаточно достоверно оценить степень опасности и активность проявления обвально-осыпных процессов на территории республики. Необходимо отметить, что ведение государственного мониторинга состояния недр на территории Кабардино-Балкарской Республики за изучаемый период осуществлялось организациями-филиалами (ТЦ «Каббалгеомониторинг» – 2005–2007 гг., ООО «Каббалгеомониторинг» – 2008–2010 гг., ОАО «Кабардино-Балкарская геологоразведочная экспедиция» – 2005–2015 гг., ОАО «Каббалгеомониторинг» – 2014–2022 гг.) Южного регионального центра (ЮРЦ) государственного мониторинга состояния недр ФГБУ «Гидроспецгеология».

Результаты исследований и их обсуждение

На территории Кабардино-Балкарской Республики обвально-осыпным процессам подвержены, в основном, низко-, средне- и высокогорные части Зольского, Эльбрусского, Чегемского, Черекского административных районов, а также небольшая часть низко-среднегорной зоны Баксанского (рис. 1). Соотношение площадей пораженности земель районов республики обвально-осыпными процессами выглядит следующим образом: в Черекском районе в зоне проявления обвально-осыпных процессов находится 27 % площади земель, Чегемском – 16 %, Эльбрусском и Баксанском – 35 %, Зольском – 22 %, [13]. Обвалы и осыпи широко распространены в ландшафтах верхних частей долин, наблюдаются в ландшафтах южных склонов Скалистого и Мелового хребтов, где об-

рушиваются выветренные известняки. Активно развиты обвально-осыпные процессы на эскарпе Скалистого хребта. Под угрозой воздействия обвально-осыпных процессов находятся 17 населенных пунктов республики и множество различных объектов, в том числе участков автодорог, линий электропередачи (ЛЭП), газопроводов и др. [13].

В Зольском районе в долине реки (р.) Малка широкое развитие обвально-осыпных процессов зафиксировано на отдельных участках автомобильной дороги (а/д) «Малка – Джилысу» [9, 17]. Так, например, на участке дороги от с. Кичмалка до турбазы «Долина нарзанов» выделено пять обвально-осыпных участков. Еще семь участков зафиксировано на участке от турбазы «Долина нарзанов» до моста через р. Харбас и 10 участков – от моста через р. Харбас до моста через р. Малка. Участок автодороги от моста через р. Малка до урочища Джилысу представляет собой практически сплошную обвально-осыпную зону с мощными обвалами и камнепадами.

В Чегемском районе значительные обвалы чаще всего отмечаются в области средне-низкогорного рельефа в долине р. Чегем и ее притоках (Абардансу, Быкмылгы, Джунгусу, Тызыл и др.). Активные обвально-осыпные участки в основном наблюдаются на участках автомобильной дороги «Лечинкай – турбаза «Чегем» (участки «Лечинкай – Нижний Чегем», «Нижний Чегем – Хушто-Сырт», «Хушто-Сырт – Верхний Чегем», «Верхний Чегем – турбаза «Чегем»» [1].

В Черекском районе, в бассейне р. Черек, обвалы и осыпи развиты практически повсеместно на крутых склонах, где они не закреплены растительностью. Так, в правом борту долины реки (около с. Верхняя Балкария) имеются следы мощного обвала, во время которого, очевидно, откололся огромный массив известняка. На склоне наблюдается мощный шлейф из глыб и крупных обломков, находящихся в неустойчивом состоянии, вследствие чего часть села находится под угрозой камнепадов [18]. Одно из мест сосредоточения обвально-осыпных процессов зафиксировано в среднем течении р. Лъкези. Обширные зоны их развития расположены по бортам трогов в периферийных частях языков активно отступающих крупных ледников: Штулу (Западный и Восточный), Дыхсу, Ага-

штан. По мере их деградации обнажается материал, вовлекаемый в эти процессы. Площадь территории бассейна реки, подверженной обвально-осыпным процессам, составляет 15,7 км² [7]. На дорогах Черекского района («Бабугент – Карасу», «Карасу – Безенги», «Безенги – турбаза «Альплагерь», «Бабугент – Верхняя Балкария») выявлено значительное количество активных обвально-осыпных участков [1].

Широкое развитие обвально-осыпные процессы получили в бассейне р. Баксан (Баксанский и Эльбрусский административные районы). Наибольшая их активность в долине реки наблюдается в пригляциальной (приледниковой) зоне, где находится большое количество крупных обвальных и камнепадных (в том числе и ледово-каменных) участков, которые периодически активизируются. В верховьях р. Баксан обвально-осыпные процессы развиты особенно широко в левом борту долины, где проявления этих процессов местами занимают до 80 % площади склона. В пределах Приэльбрусья обвально-осыпные процессы отмечаются на большей части склонов долин рек Баксан, Азау, Адыл-Су, Юсенги. Здесь выделяют три вертикальных пояса: верхний пояс – камнепадов или срыва, средний – пояс осыпания и нижний – пояс обвально-осыпных валов (накопления) [19]. В научно-исследовательском отчете Высокогорного геофизического института (г. Нальчик, 2015), приводятся довольно подробные сведения (основанные на дешифрировании фото- и космоснимков) о давно произошедших или свежих крупных обвальных процессах в Приэльбрусье. Так, например, учеными института описывается обвал, произошедший 15 марта 2015 г. на правом берегу р. Терскол, когда со скального обрыва (поверхность которого состояла из серии уступов, сложенных вертикальными отдельностями андезито-дацитов), обвалилась одна из его ступеней. Дальность выброса рыхлообломочного материала достигала 150–170 м, а площадь отложения – 2800 тыс. м². Учеными института установлена периодичность схода значительных обвалов и с ледника «Терскол», где разброс обломков составляет 600 м и более, а поперечник самой крупной глыбы достигает 4 м. Также выявлен участок активизации камнепадов на правом склоне долины р. Малый Азау, связанный с прокладкой дороги на склоне. Обломки с этого участ-

ка, протяженностью 120 м, падают на горно-лыжную трассу. Характерные участки камнепадоопасных склонов зафиксированы и в долине р. Гарабаши, над ледником «Малый Азау» и в других местах.

Значительное влияние на обвально-осыпную активность в долине р. Баксан оказывает боковая эрозия рек [12]. Так, например, в районе штолен «Нейтрино», на правом берегу р. Баксан, мощный обвально-осыпной шлейф подрезается рекой, что вызывает активизацию подвижек в его теле. В случае крупной подвижки может быть перекрыта р. Баксан, что повлечет за собой затопление днища долины, а в случае прорыва перемычки – возникновение катастрофического селя [19]. Обвально-осыпные процессы периодически отмечаются и в бассейне р. Герхожан-Су (по бортам селевого каньона), в верхней и средней частях обрывистых склонов, что создает угрозу подпруживания реки и формирования прорывных селей. Так, в 2004 г. здесь происходило обрушение блоков рыхлых четвертичных отложений объемом до 10 тыс. м³. Наиболее активны обвальные процессы на оползне «Бузулган», расположенном на правом склоне реки (на расстоянии 2 км от г. Тырныауза), здесь практически постоянно происходит обвал глыбового материала [4].

Антропогенное воздействие на геологическую среду района привело к массовому развитию техногенно обусловленных обвалов и осыпей. Ярким примером такого воздействия является район г. Тырныауза, где с 1968 по 1994 гг. Тырныаузским горно-обогатительным комбинатом (ТГОК) на Мукуланском карьере, расположенном на отрогах Передового хребта, велись открытые горные работы. Бассейны ручьев Большой и Малый Мукулан на протяжении 20 лет использовались под складирование вскрышных пород рудника. Техногенные отвалы (мощность – до 300 м, общий объем – 440 млн м³) представлены, в основном, глыбово-щебнистым материалом с супесчаным заполнителем [11, 16]. Такой состав не только способствует ежегодному образованию «техногенных» селей, но и делает возможными катастрофические обвалы, особенно если учитывать высокую природную сейсмичность района. Особую тревогу вызывает район трассы газопровода «Тырныауз – Азау», проложенного в 1999 г. по долине р. Баксан. На левом берегу р. Баксан расположены многочисленные участки мощных обвально-осыпных шлейфов, ко-

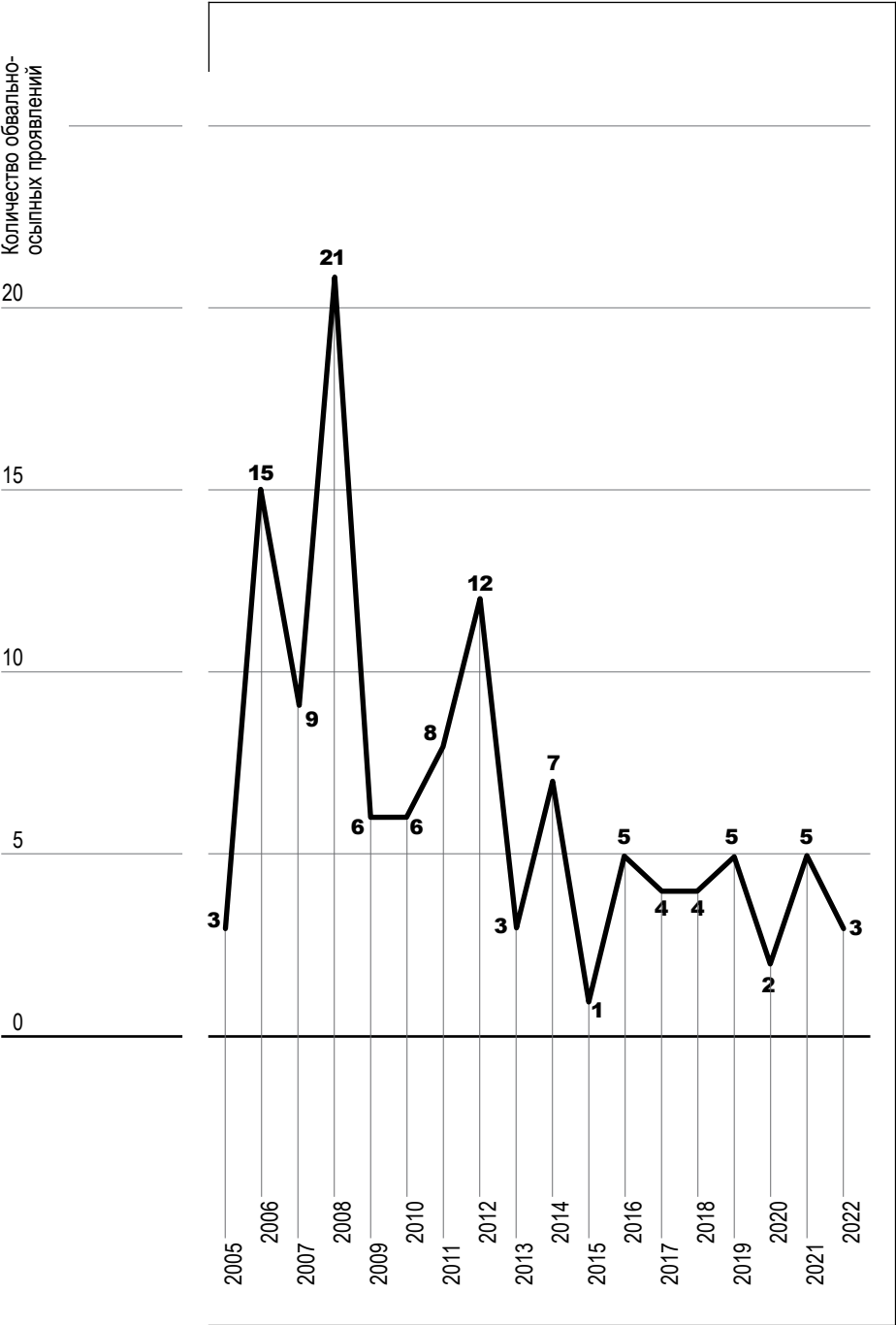


Рис. 2. Динамика обвално-осыпной активности на территории Кабардино-Балкарской Республики за период 2005–2022 гг.
Fig. 2. Dynamics of avalanche-talus activity on the territory of the Kabardino-Balkarian Republic for the period 2005–2022.

торые подрезаны полкой трассы газопровода и полотном технической дороги. Велика вероятность того, что в случае активных подвижек на склоне (при сейсмических толчках, сильном переувлажнении), глыбы с обвально-осыпных шлейфов смогут достичь трассы газопровода и причинить ущерб. Вероятность подобных событий на трассе газопровода подробно была нами ранее описана [15].

Значительное количество активных обвально-осыпных участков образуется и вдоль трасс горных дорог долины р. Баксан и ее притоков. Так, например, обвалам и камнепадам наиболее подвержены некоторые участки автомобильной дороги «Баксан – Эльбрус» (участки «Жанхотеко – Бедык», «Бедык – Тырныауз», «Тырныауз – Верхний Баксан», «Верхний Баксан – Эльбрус») [1].

Приведенный ниже анализ имеющихся мониторинговых материалов ФГБУ «Гидроспецгеология» и его филиала – Южного регионального центра (ЮРЦ) ГМСН [3–6], а также литературных источников [1, 7, 13, 14] и данных отчетов, позволил оценить (в пределах изучаемого периода времени) активность и опасность обвально-осыпной деятельности на территории республики. Ниже показаны результаты этой оценки по годам (рис. 2).

В 2005 г. на территории республики было выявлено три вновь образовавшихся обвально-осыпных участка. Активизация была выявлена в Приэльбрусье и в районе ТГОК. Так, на грунтовой дороге, проходящей по территории ТГОК, обвальными массами (объем – 370 м³) было перекрыто 50 м ее полотна. В Приэльбрусье, обвальные процессы наблюдались на крутых склонах нижнего течения ручья «Сагаевский». В левом борту ручья произошло несколько обвалов рыхлых отложений объемом от 100 до 900 м³. На правобережье ручья был отмечен обвал скальных пород (длина – 40 м, объем – 3600 м³, высота – до 5–8 м), что при узком его русле могло спровоцировать формирование прорывной волны при сходе селевого потока. По трассам автомобильных дорог в долинах рек Чегем, Черек Хуламский и Черек Балкарский в мае-июне также произошла активизация обвально-осыпного процесса.

В 2006 г. выпадение обильных осадков в весенне-летний период, наряду с техногенным фактором, вызвало высокую обвально-осыпную активизацию на территории республики (выявлено

15 активных обвально-осыпных участков). В Баксанском районе (в левом борту р. Баксан), в 550 м ниже по течению от с. Жанхотеко (напротив устья правобережного притока ручья Ковалкол), 12 апреля произошел обвал участка берега, сложенного песчаниками мелового возраста. Длина обвального участка составила 100 м, общий объем обвалившихся пород – 25 тыс. м³. Левый берег р. Баксан на этом участке обрывистый, близок к отвесному, высотой местами до 25 м над урезом воды. Обвал произошел несколькими крупными блоками, один из которых имел размеры $6 \times 7 \times 5$ м. В результате обвала была запружена р. Баксан, выше завала образовалось подпрудное озеро длиной до 600 м. Полное перекрытие русла реки продолжалось около 40 минут, после чего вода пробилла завал в нескольких местах и уровень подпрудного озера стал понижаться. Основными факторами активизации обвального процесса выступили эрозионное воздействие р. Баксан и трещиноватость пород, слагающих берег реки.

В Эльбрусском районе на технических грунтовых дорогах, проложенных на территории ТГОК, летом 2006 г. фиксировались многочисленные обвальные проявления, обусловленные подрезкой склонов и выпадением атмосферных осадков. Так, в 300 м от р. Тырныауз-су (левый борт) обвальными массами было частично завалено 10 м дороги; в правом борту р. Камык-су, в 5,4 км по серпантину от контрольно-пропускного пункта (КПП) ТГОК, частично засыпано 15 м дороги; в 100 м к западу от здания карьероуправления комбината было частично завалено 20 м дороги. Осенью в верховьях балок Малый и Большой Мукулан (район карьера открытой разработки ТГОК) обвальными массами было завалено 100 м дороги.

В Чегемском районе выпадение обильных осадков и подрезка склонов при строительстве и реконструкции дорог вызвали (весной и в начале лета) массовые обвалы грунта на их полотно. Так, в левом борту р. Чегем, в 450 м выше устья р. Этмюшкол (левый приток р. Чегем) обвальными массами было частично перекрыто 40 м грунтовой дороги, а в 800 м выше с. Лечинкай было засыпано 10 м дороги (с покрытием). В правом борту р. Чегем обвально-осыпная активность была очень высокой. В 0,7 км выше с. Нижний Чегем, обвальными массами было частично перекрыто 5 м дороги (с пок-

рытием); в 800 м ниже устья р. Абардансу (в 5,5 км выше моста через р. Джунгусу) частично завалено 35 м грунтовой дороги; в 630 м выше устья р. Шузулгусу (правого притока р. Чегем) частично завалено 70 м грунтовой дороги; в 450 м ниже устья р. Абардансу (правый приток р. Чегем) частично перекрыто 50 м грунтовой дороги; в 2,2 км выше с. Нижний Чегем завалено 5 м дороги (с покрытием); в 500 м выше Чегемских водопадов частично перекрыто 10 м грунтовой дороги; в 1,7 км выше Чегемских водопадов завалено 10 метров грунтовой дороги.

В Черекском районе, в правом борту р. Черек Безенгийский (в 4,7 км ниже а/л «Безенги»), после проливных дождей в конце мая, обвальными массами было перекрыто 10 м грунтовой автодороги.

Обвально-осыпная активность в **2007 г.** на территории республики соответствовала среднемноголетнему уровню. В Эльбрусском районе на технических грунтовых дорогах, проложенных по территории ТГОК, летом фиксировались многочисленные обвально-осыпные процессы, обусловленные подрезкой склонов и атмосферными осадками. Так, в верховьях балок Малый и Большой Мукулан (район карьера открытой разработки ТГОК) обвальными массами было перекрыто 10 м грунтовой дороги. В левом борту р. Тырнаузсу (в 2,9 км от брода) также было перекрыто 10 м грунтовой дороги.

В Чегемском районе, весной и в начале лета прошли массовые обвалы на автодорогах, обусловленные выпадением осадков и подрезкой склонов. Так, в правом борту р. Чегем, в 450 м ниже устья р. Абардансу (правый приток р. Чегем) обвальными массами было частично перекрыто 15 м грунтовой дороги, а в 600 м ниже с. Хуштосырт частично перекрыто 10 м грунтовой дороги. В левом борту р. Чегем, в 400 м выше с. Лечинкай, обвальными массами было повреждено 8 м защитной стенки и засыпано 5 м шоссейной дороги; в 300 м ниже устья р. Кекташ (Актопрак), левого притока р. Чегем, было частично перекрыто 10 м грунтовой дороги; в 300 м ниже моста через р. Джунгусу (левого притока р. Чегем) частично засыпано обвальными отложениями 10 м грунтовой дороги; в 1,7 км ниже моста через р. Башиль частично завалено 5 м грунтовой дороги.

В **2008 г.** активность изучаемых процессов на территории республики оценивалась как высокая – был зафиксирован 21 активный

обвально-осыпной участок. Подавляющая часть обвалов и осыпей отмечалась в откосах горных дорог. Основным фактором их активизации явились атмосферные осадки.

В Эльбрусском районе, в правом борту р. Гижгит (в районе хвостохранилища Тырныаузского ГОКа), в начале лета произошел обвал пород объемом 55 м^3 , в результате чего частично была перекрыта грунтовая дорога.

В Чегемском районе, в левом борту р. Чегем (в 500 м ниже с. Эльтубю), была отмечена активизация крупной осыпи (объем – 100 м^3), в результате чего было частично завалено 100 м дороги. Осыпь также угрожала линии связи, трасса которой проходит вдоль склона через осыпные шлейфы.

В Черекском районе, в 1,6 км ниже устья р. Шаудорсу, левого притока р. Черек Хуламский (правый борт долины) обвалом (объем – 30 м^3) перекрыто 15 м а/д «Карасу – Безенги». Основным фактором летней обвальной активизации явились работы по значительному расширению проезжей части и оборки склонов, проводившихся в рамках реконструкции автодороги. На этом участке также проводились и буро-взрывные работы. При этом были убраны и перемещены значительные массы делювиально-коллювиальных и оползневых отложений со склонов вдоль дороги, что в дальнейшем могло привести к активизации как обвально-осыпных, так и оползневых процессов на этом участке дороги. Активизация обвалов небольшого объема была отмечена в летний процессоопасный период и в долинах рек Тызыл и Черек Хуламский.

В 2009 г. активность обвально-осыпного процесса на территории *республики* оценивалась ниже средней. В Эльбрусском районе подавляющая часть обвалов и осыпей отмечалась в откосах горных автодорог. В области высокогорного рельефа (на территории горного отвода ТГОК) были зафиксированы три проявления обвально-го процесса с объемом переместившихся масс от 10 до 30 м^3 , перекрывших около 30 м грунтовых дорог. Так, обвалом (объем – около 10 м^3) с дорожного откоса (в 400 м ниже здания управления карьера) было завалено 15 м грунтовой дороги. В левом борту верховий балки Малый Мукулан обвальными массами (объем – до 20 м^3) было перекрыто 8 м грунтовой дороги. В центральной части верховий

балки Малый Мукулан, на берме недействующего карьера, обвальными отложениями (объем – 30 м^3) было завалено 10 м грунтовой дороги. В бассейне р. Герхожан-су, в конце лета – начале осени произошел обвал (объем – $40\text{--}50 \text{ м}^3$) на оползне «Бузулган», в районе стенки срыва нижней его ступени, сложенной сильно трещиноватыми породами.

В Чегемском районе (область средне-низкогорного рельефа), в правом борту долины р. Чегем, на 38 км а/д «Чегем–Булунгу» (в 0,8 км выше с. Хуштосырт), 26 января произошел самый крупный (по объему и нанесенному ущербу) обвал. Обвальные отложения, представленные в основном глыбами известняка (объемом до 25 м^3), образовали сплошной завал, перекрывший русло р. Чегем, протекающей здесь в узком каньоне (рис. 3). Размеры завала по фронту составили до 30 м, высота – 15 м. Ширина обвальной ниши составила 20 м, высота – около 40 м, глубина – 8 м. Объем завала составил порядка 7 тыс. м^3 . В тылу завала образовалось подпрудное озеро, размерами около $120 \times 45 \times 7,5 \text{ м}$, объем воды в озере оценивался в 40,5 тыс. м^3 . Скальными обломками было перекрыто ущелье по всей ширине (50 м) и дорожное полотно (протяженностью 25 м и высотой 25 м). В связи с этим, более месяца после обвала, транспортное сообщение с селами района (Булунгу, Эльтюбю) и погранзаставой (№4 ПУ ФСБ РФ по КБР) осуществлялось по объездной грунтовой дороге через водораздел из Баксанского ущелья. Также были повреждены кабель линии связи и газопровод среднего давления длиной 10 м, в результате чего прекратилась подача газа в эти населенные пункты и погранзаставу.

Обвал произошел вследствие частого чередования оттепелей (таяние снежного покрова) и морозных дней, который отмечается в горах во второй и третьей декадах января. Нельзя исключать также и влияние техногенного фактора на устойчивость склона: трасса автодороги «Чегем – Верхний Чегем» на данном участке (протяженностью около 2 км) проходит в каньоне р. Чегем, где при прокладке и расширении дороги в первой половине 70-х годов прошлого века производились буровзрывные работы. Осенью 2008 года на этом участке осуществлялись работы по расширению дороги и строительству пешеходной дорожки.



Рис. 3.

Завал в ущелье р. Чегем, образовавшийся в результате обвала скальной породы (в 0,8 км выше с. Хуштосырт), 2009 г. Фото «Каббалкгеомониторинг».

Fig. 3. Blockage in the gorge of the Chegem river, formed as a result of a rock collapse (0.8 km above the village of Khushtosyrt), 2009. Photo by Kabbalkgeomonitoring LLC.

В Черекском районе в конце июня, в результате проведения дорожных работ на а/д «Карасу–Безенги» (в 4,6 км от с. Карасу), произошел обвал скальных пород со стенки дорожного откоса. Обвальными отложениями (объем – 20 м³) была завалена одна полоса дороги.

В 2010 г. в областях высокогорного и средне-низкогорного рельефа республики (в долинах рек Баксан, Тызыл, Чегем, Черек Хуламский) было зафиксировано шесть активных обвально-осыпных участков. Наиболее крупное проявление было выявлено на левобережье р. Черек Хуламский (в районе с. Бабугент), где обвальные отложения, состоящие из глыб объемом до 2 м³, образовали завал (объем – 120 м³), перекрывший одну полосу автодороги республиканского значения «Бабугент – Карасу» на протяжении 15 м.

В 2011 г. в областях высокогорного и средне-низкогорного рельефа республики (по долинам рек Баксан, Чегем, Черек Хуламский, Хазнидон, Малка, Черек Балкарский, Псыгансу) было зафиксировано восемь активных обвально-осыпных участков. Большая часть участков развития обвально-осыпных процессов произошла по откосам автодорог и уступам речных террас. Объемы обвалившихся масс не превышали 20 м³, от воздействия обвалов пострадало восемь хозяйственных объектов. Основным фактором активизации обвально-осыпных процессов на территории республики явилось выпадение интенсивных атмосферных осадков и техногенное воздействие.

В Баксанском районе, в правом борту р. Баксан (в 2,0 км выше моста на трассе М-29), после обильных осадков в июле, обвалившимися массами было повреждено 12 м обочины дороги, разрушена берегозащитная стенка.

В Эльбрусском районе, обильные дожди в июне активизировали обвально-осыпные процессы на грунтовых дорогах ТГОК. В верховьях балки Малый Мукулан (в левом борту) обвальными массами было завалено 10 м грунтовой дороги, а в верховьях балки Большой Мукулан (карьер ТГОК) было перекрыто 15 м грунтовой дороги.

В Чегемском районе, в правом борту р. Чегем (в 0,7 км от с. Хуштосырт), 10 января скальными породами было перекрыто около 10 м а/д «Хуштосырт – Нижний Чегем». 21 июля, также в пра-

вом борту р. Чегем, после обильных осадков (выпало 58 мм осадков, что превысило месячную норму), произошел обвал скального уступа на а/д «Хуштосырт – Нижний Чегем» (в 4,7 км от с. Нижний Чегем). Высота стенки срыва достигала 16–18 м, ширина обвальной ниши составила 15 м, объем обвалившихся масс составил 150–200 м³. В результате обвала было перекрыто 30 м дороги, поврежден столб линии связи и 20 м газопровода с опорой. Было прервано автомобильное сообщение и газоснабжение сел Хуштосырт, Эльтюбю, Булунгу и пограничной заставы №4 ПУ ФСБ РФ по КБР.

В Черекском районе в июле фиксировались многочисленные обвально-осыпные проявления, обусловленные выпадением осадков и подрезкой склонов. Так, в правом борту р. Черек Хуламский (в 3,8 км ниже с. Карасу) обвальными отложениями было частично завалено 10 м а/д «Карасу – Безенги». В левом борту этой реки (в 200 м выше с. Карасу) произошло обрушение участка берега длиной 70 м, в результате чего было повреждено 6 м шоссейной дороги. В левом борту р. Хазнидон (в 6,5 км выше с. Ташлы-Тала) обвальными массами было завалено 15 м грунтовой дороги.

В 2012 г. обвально-осыпная активизация была зафиксирована в областях высокогорного и средне-низкогорного рельефа республики (по долинам рек Малка, Баксан, Чегем, Черек Хуламский, Черек Балкарский, Псыгансу). Большая часть участков развития обвально-осыпных процессов, где была отмечена активность, относится к откосам автодорог и уступам речных террас. Активность процессов в целом оценивалась как средняя, отмечено 12 значимых обвально-осыпных проявлений. Основным фактором их активизации явилось выпадение интенсивных атмосферных осадков и техногенное воздействие (подрезка склонов, повышенная нагрузка на полотно дорог от движения транспорта и т.д.). От воздействия обвалов пострадало 10 хозяйственных объектов (дороги – 0,204 км, газопроводы – 0,02 км).

В Зольском районе, в правом борту р. Малка (на окраине с. Сармаково), 9 августа в результате обрушения берега было повреждено 50 м обочины асфальтированной дороги и разрушено берегоукрепительное сооружение. Размеры участка активизации составили 50х7 м, высота уступа до 5 м.

В предгорной зоне Баксанского района, в правом борту р. Баксан (в 2,1 км от начала а/д «Баксан–Азау»), было зафиксировано обрушение высокого берегового уступа на участке протяженностью 14 м, в результате чего повреждена защитная железобетонная стенка и разрушено 14 м обочины дороги.

В Эльбрусском районе в области высокогорного рельефа (на территории горного отвода ТГОК), в период конца лета – начала осени были зафиксированы два обвальных проявления. Обвал (объем – 40 м³), произошедший в правом борту долины р. Гижгит, в районе портала тоннеля отводного канала, не причинил ущерба. Обвалом (объем – около 45 м³), произошедшим в левом борту балки Малый Мукулан (в верховье), было завалено 10 м грунтовой дороги.

В Чегемском районе в июле (после обильных осадков) в правом борту р. Чегем произошло два обвала. На первом участке (4,4 км выше с. Нижний Чегем) скально-грунтовыми массами (объем – около 150 м³, максимальный размер обломков – 1,0 × 1,0 × 0,5 м) было завалено около 15 м асфальтированной дороги «Нижний Чегем–Хуштосырт» и повреждено 10 м газопровода среднего давления. Была прекращена подача газа в села Хуштосырт, Эльтюбю, Булунгу. На втором участке (850 м выше с. Хуштосырт), в районе обвала 2009 г., отмечалось дальнейшее обрушение берега (на протяжении 15 м) и его отступление (до 2,5 м). При дальнейшем развитии процесса существовала угроза автодороге и пешеходной дорожке, основание которой уже было размыто р. Чегем. В правом борту р. Джунгусу (в 1,4 км выше устья) был зафиксирован обвал в приводораздельной части склона. Протяженность бровки отрыва составила 90 м, высота стенки отрыва – около 20 метров, объем обвалившихся масс – около 9,0 тыс. м³.

В Черекском районе, в левом борту р. Черек Хуламский (в 200 м выше с. Карасу), в июне-сентябре периодически происходило обрушение берега реки на протяжении 170 м. На отрезке длиной 80 м берег отступил вплотную к а/д «Карасу–Безенги», защитные бетонные блоки вдоль дороги были обрушены в русло реки, на участке протяженностью 10 м повреждено полотно дороги. 19 августа, после выпадения обильных осадков, в верховьях рек Черек Балкарский и Псыгансу произошла активизация обвально-осыпных процессов. В левом

бортю долины р. Черек Балкарский (в 200 м ниже с. Верхняя Балкария) было отмечено обрушение участка берега (площадь – 100 м², высота уступа – около 3 м), в результате чего была разрушена левая часть автодорожного моста и уничтожено 10 м грунтовой дороги. В верховьях р. Псыгансу (левый борт) было зафиксировано обрушение берегового уступа на пяти участках (выше с. Верхняя Жемтала). На первом участке, в 12,6 км выше села, обвальными отложениями (объемом 40 м³) было частично завалено 10 м грунтовой дороги. В 11,8 км выше села наблюдалось обрушение берега (площадь – 125 м², высота уступа – около 3 м), что создало угрозу разрушения грунтовой дороги и опоры моста. Обрушение берега (площадь – 112 м², высота уступа – около 3 м) наблюдалось и в 9,0 км выше села, что привело к повреждению и уничтожению 25 м грунтовой дороги (до 1,5 м шириной). Также в результате обрушения берега (площадь – 160 м², высота уступа – около 2,2 м) в 8,7 км выше села было повреждено и уничтожено 15 м грунтовой дороги (шириной от 1 до 5 м). В 7,1 км выше села обвальными отложениями (высота уступа около 2,0 м) было завалено 30 м грунтовой дороги (шириной от 1 до 6 м).

В 2013 г. низкая активизация обвально-осыпных процессов была зафиксирована в областях высокогорного и средне-низкогорного рельефа (по долинам рек Малка, Баксан, Чегем, Черек Хуламский, Черек Балкарский, Хазнидон, Псыгансу). Большая часть участков развития обвально-осыпных процессов относится к откосам автодорог и уступам речных террас. Основным фактором активизации явилось выпадение интенсивных атмосферных осадков и техногенное воздействие.

В Эльбрусском районе в весенне-летний период было зафиксировано два обвала, не причинившие материального ущерба. Так, весной на правом склоне долины р. Адылсу (в районе альпинистского лагеря «Джан-Туган») наблюдался обвал (объем – 100 м³). А 2 августа на территорию бывшего филиала турбазы «Терскол» со склона вершины «Термен» (3950 м н.у.м) обрушились шесть скальных гранитных блоков объемом до 30 м³ и весом до 100 и более тонн. Прodelав путь в 1400 м по склону крутизной 30°, каменные глыбы достигли площадок, ранее занятых сооружениями турбазы, последняя глыба остановилась в 5 м от функционирующей автодороги [2].

В Чегемском районе на левом склоне долины р. Чегем (в 3 км выше устья р. Джунгусу, левого притока р. Чегем) 7 декабря произошел обвал скальной породы (рис. 4), вызванный, очевидно, оттепелью после похолодания со снегопадами. Обвальный участок (площадь – около 500 м^2) находился в верхнем откосе а/д «Чегем – Булунгу», на крутом скальном склоне. Высота обвальной ниши составила 7–8 м, ее протяженность – до 55–60 м, отступление бровки – около 5 м. Предварительно объем переместившихся масс составил порядка 3 тыс. м^3 . Обвальными массами (щебень и глыбы – до $2 \times 2 \times 2,5 \text{ м}$) было полностью перекрыто 70 м а/д «Чегем – Булунгу», повреждено около 60 м газопровода высокого давления. Транспортное сообщение и газоснабжение сел Булунгу и Эльтютюб Чегемского района и погранзаставы №4 ПУ ФСБ РФ по КБР было прервано на двое суток.

В Черекском районе в области высокогорного рельефа (на правом склоне долины р. Черек Балкарский) в летний период произошел обвал скальных пород (объем – около 2,0 тыс. м^3). Размер отдельных обломков достигал $3,0 \times 2,0 \text{ м}$. В 0,5 км выше по долине (вдоль эскарпа) был ранее зафиксирован аналогичный обвал.

В 2014 г. активность обвальных процессов, относительно нескольких прошлых лет, выросла, однако подавляющее большинство отмеченных (порядка 20) проявлений по объему и площади было ниже уровня их регистрации (объем – до 6–8 м^3) или это были отдельные глыбы и валуны, то есть фактически – камнепады. В связи с этим активность обвальных процессов в республике в этом году можно считать средней. Всего было выявлено семь значимых проявлений, в результате чего пострадало шесть хозяйственных объектов (были деформированы автодороги, газопроводы, водоводы, линии связи). Активизация была зафиксирована в областях высокогорного рельефа (два проявления), межгорной Северо-Юрской депрессии (четыре проявления) и средне-низкогорного рельефа (одно проявление). Большая часть участков развития активных обвально-осыпных процессов была приурочена к откосам автодорог.

В Эльбрусском районе в левом борту р. Кестанты (правый приток р. Баксан, с. Былым) обрушился участок берега ($75 \times 2,5 \text{ м}$), в результате чего было повреждено 70 м а/д «Актопрак – Былым», 70 м газопровода и 100 м водовода.

**Рис. 4.**

Обвал на а/д «Чегем – Булунгу» (в 3 км выше устья р. Джунгусу, левого притока р. Чегем), Чегемский район, 7 декабря 2013 г. Фото ТЦ ГМСН по Кабардино-Балкарской Республике.

Fig. 4. Collapse on the Chegem – Bulungu road (3 km above the mouth of the Jungusu river, the left tributary of the Chegem river), Chegemsky district, December 7, 2013. Photo of the GMSN shopping center in the Kabardino-Balkar Republic.

В Чегемском районе (в долине р. Чегем) в результате сильной активности обвально-осыпных процессов (21 мая) на двух участках была практически полностью выведена из строя главная дорога между селами Хуштосырт и Булунгу, повреждены газопровод, линии связи и электропередачи (ЛЭП). Так, на первом участке в правом борту р. Чегем (в 300 м ниже устья р. Абардансу) под воздействием боковой эрозии обрушился участок берега (размерами – 150×30 м), в результате чего было уничтожено 50 м полотна а/д «Хуштосырт – Булунгу». На втором участке в результате обрушения участка берега (размерами – 150×30 м), было разрушено еще 150 м этой дороги, повреждено 120 м газопровода и 150 м линии связи.

Наиболее крупные обвальные проявления были зафиксированы в мае месяце в Черекском районе, в бортах рек Черек Хуламский и Черек Балкарский (в основном, в области межгорной Северо-Юрской депрессии). 21 мая после сильных осадков в левом борту р. Черек Хуламский в трех местах обвальными массами перекрывалась шоссейная дорога «Карасу – Безенги». На первом участке (в 1,3 км ниже с. Безенги) в результате обвала было завалено около 50 м дороги. Объем обвальных масс, представленных делювиально-коллювиальными отложениями, с включением крупных глыб составил порядка 4,5 тыс. м³. Еще на двух участках (в 5,0 км ниже с. Безенги) обвальными массами суммарно было частично завалено около 30 м полотна дороги. В ноябре обвально-осыпными массами было завалено 30 м федеральной а/д «Урвань – Уштулу» (в правом борту р. Черек Балкарский, в 50 м от верхнего портала тоннеля).

В 2015 г. активность обвально-осыпных процессов на территории республики была очень низкой. Всего одно проявление (без ущерба) было выявлено в конце лета в левом борту р. Ирик (левый приток р. Баксан), в 1,2 км ниже устья. Активная часть обвального участка склона (в районе бровки) составила примерно 60×100 м, высота подновленного уступа – 5–8 м, объем переместившихся масс – около 30 тыс. м³. Основными факторами обвальной активизации выступили метеорологический и техногенный.

В 2016 г. на территории республики также была отмечена низкая активность (пять проявлений) обвально-осыпных процессов,

проявившаяся в областях высокогорного и средне-низкогорного рельефа в долинах рек Малка, Чегем, Тызыл. Большинство участков развития обвально-осыпных процессов было приурочено к откосам автодорог.

В Зольском районе после обильных осадков в верховьях долины р. Малка (правый берег) было зафиксировано два значимых обвальных процесса в верховом откосе а/д «Кисловодск – Долина нарзанов – Джилысу». На первом участке (в 300 м выше моста через р. Малка) глыбами размером до $2,2 \times 1,5$ х (общий объем – до 18 м^3) было частично перекрыто 10 м асфальтированной дороги. На втором участке (в 1,25 км выше моста через р. Малка) в результате воздействия обвального процесса (глыбы размером до $2,2 \times 1,5 \times 1 \text{ м}^3$, объем обвальных масс – до 25 м^3) было частично перекрыто около 15 м дороги.

В Чегемском районе в правом борту р. Чегем (в 600 м выше устья р. Быкмылгы) скальными породами (площадь – 300 м^2 , объем – до 120 м^3) было перекрыто около 15 м грунтовой дороги. В левом борту р. Тызыл, в 4 км выше устья р. Урды (правый приток), 9 января произошел обвал огромных каменных глыб (до $5 \times 4 \times 4 \text{ м}^3$), нависавших над дорогой. Обвалившиеся скальные породы (объем – до 250 м^3) закупорили ущелье, перекрыв 30 м автомобильной дороги в Тызыльское ущелье и закрыв сюда доступ туристам. При этом частично было завалено русло реки. Огромный многотонный обломок скалы (высота – около 6 м, ширина – 2,5–3,0 м) упал на край моста, накренив и повредив его. Основным фактором активизации скального обвала послужили атмосферные осадки (гидростатическое давление воды).

В 2017 г. активизация обвально-осыпных процессов на территории республики была отмечена в областях высокогорного, средне-низкогорного рельефа и в области межгорной Северо-Юрской депрессии. В целом, активность обвально-осыпного процесса на территории республики оценивалась как низкая, всего выявлено четыре проявления. Основной причиной активизации послужили атмосферные осадки и техногенный фактор. Большая часть участков развития обвально-осыпных процессов, где была отмечена активность, относится к откосам автодорог. От воздействия

обвальных процессов пострадало три участка дорог, общей протяженностью 50 м.

В Зольском районе в долине р. Малка (в правом борту левого притока р. Харбас) обвальными массами (объем – около 30 м³) было перекрыто около 10 м асфальтированной а/д «Кисловодск – Долина Нарзанов – Джилысу».

В Чегемском районе в правом борту р. Чегем (в 850 м ниже устья р. Абардансу) в результате летней активизации обвальными массами (объем – до 130 м³) было частично перекрыто 35 м полотна грунтовой а/д «Лечинкай – Булунгу», проходящей по средней части склона (высотой до 30 м), сложенного аллювиальными отложениями. В правом борту р. Тызыл, в 2,7 км выше устья р. Урды (правый приток) с крутого откоса над дорогой произошел скальный обвал (площадь – 150 м, объем – до 25 м³). Обломочным материалом (одна глыба была размером 3 × 2 × 2 м) было частично перекрыто 5 м грунтовой дороги.

Незначительная обвально-осыпная активизация в этом году также наблюдалась вдоль трасс реконструируемых или ремонтируемых автодорог республики («Хасанья – Герпегеж», «Бабугент – Карасу», «Карасу – Безенги», «Урвань – Уштулу» и др.). Так, например, 11 мая сотрудниками Высокогорного геофизического института в ходе обследования а/д «Урвань – Уштулу» были выявлены вывалы рыхлообломочных отложений на многочисленных участках дороги на протяжении почти 4 км. А 22 июня, на одном из участков а/д «Хасанья – Герпегеж», из-за обильных проливных дождей произошло обрушение грунта, что привело к частичному перекрытию движения автотранспорта.

В 2018 г. активность обвально-осыпных процессов в целом по республике оценивалась как низкая, выявлено четыре активных проявления, которые образовались в весенне-летний процессоопасный период, что было связано с аномальным режимом осадков в горной зоне. Большая часть участков развития обвально-осыпных процессов была приурочена к откосам автодорог.

В Зольском районе в долине р. Малка (в левом борту р. Харбас) обвально-осыпными массами было завалено около 20 м асфальтированной а/д «Кисловодск – Долина Нарзанов – Джилысу».

Объем обвально-осыпных отложений, представленных в основном обломками песчаников, составил около 150 м^3 (размеры обломков – до $2 \times 2,5 \times 4 \text{ м}$).

В Эльбрусском районе в левом борту р. Баксан (в пределах г. Тырнауз, в 600 м ниже устья р. Камыксу) 5 июля произошел обвал (площадь – 250 м^2) на склоне речной террасы (высота откоса – 15–18 м). В результате были уничтожены несколько хозяйственных построек. Основным фактором активизации явилась боковая эрозия р. Баксан.

В Чегемском районе (с. Эльтубю) в правом борту р. Чегем (в 900 м выше устья р. Быкмылгы) в мае произошел обвал скальных пород (площадь – 150 м^2 , объем – до 30 м^3), в результате чего было перекрыто около 15 м грунтовой дороги и деформировано 15 м газопровода среднего давления. Вероятными факторами активизации явились метеорологический и тектонический.

В Черекском районе (в левом борту долины р. Псыгансу) в 11,5 км выше с. Верхняя Жемтала) от воздействия обвально-осыпных процессов на двух участках (общей протяженностью 30 м) пострадала грунтовая а/д «Верхняя Балкария – Верхняя Жемтала». На первом участке обвальными массами (объем – до 50 м^3) было завалено 15 м дороги. На втором участке произошел обвал скальных пород (объем – до 50 м^3) отдельные глыбы достигали размера $4 \times 3 \times 2 \text{ м}$. Обвальными массами было также завалено 15 м дороги. Вероятными факторами активизации явились метеорологические (атмосферные осадки), гидрологические (паводок или селевой поток) и техногенные (подрезка нижней части склона при строительстве автодороги).

Активность обвально-осыпных процессов в **2019 г.** в целом по республике оценивалась как низкая (выявлено пять активных проявлений), от воздействия обвалов пострадало пять хозяйственных объектов.

В Эльбрусском районе на правом берегу р. Баксан (в 3,2 км выше с. Былым) обвальными массами (объем – около 27 м^3) 25 июля было частично перекрыто 15 м а/д «Прохладный – Баксан – Эльбрус». Протяженность обвалоопасного участка на крутом (почти отвесном) склоне вдоль автодороги составила 55 м, высота откоса – до

20 м. На данном участке сохраняется опасность повторной активизации процессов, общий объем потенциально-обвалоопасных масс составляет около 100 м^3 . Также в июле после обильных осадков была отмечена активизация обвальных процессов на правом берегу р. Гунделен (в 4,1 км от с. Кенделен), на участке крутого откоса над дорогой. Обвальными массами (объем – около 15 м^3) было частично завалено 10 м грунтовой дороги, размеры скальных обломков достигали размеров $2 \times 2,5 \times 2 \text{ м}$.

В Черекском районе на участке от с. Верхняя Балкария до урочища Уштулу (правый берег р. Черек Балкарский) в апреле-мае наблюдалась обвально-осыпная активизация в верховом откосе грунтовой а/д «Урвань – Уштулу» на трех участках (в 13, 14 и 15 км выше с. Верхняя Балкария). Обвалом (площадь – 120 м^2 , объем – около 20 м^3 , размеры отдельных обломков достигали $1 \times 1 \times 1 \text{ м}$) на первом участке частично было завалено 10 м дороги. На втором участке обвальными массами (площадь – 225 м^2 , объем – около 20 м^3) также частично завалено 10 м дороги. На третьем участке грунтовыми массами (площадь – 1000 м^2 , объем – около 80 м^3) было перекрыто 15 м дороги. Склон над дорогой имеет обширный обвально-осыпной шлейф, частично залесенный. Вдоль подошвы шлейфа построена защитная стенка (габионы в 2–3 уступа, высота до 3 м) длиной около 730 м.

Активность обвально-осыпных процессов в 2020 г. в целом по республике оценивалась как очень низкая, зафиксировано два проявления. В Эльбрусском районе в период 23–28 марта обвалившись с оползня «Бузулган» (долина р. Герхожан-Су, окрестности г. Тырнауза) глыбами, была перекрыта р. Герхожан-су. Длина завала составила около 120 м, высота гребня плотины над руслом реки в верхнем бьефе достигала 5–7 м. Подпрудное озеро не образовалось, так как водный поток протекал внутри плотины в пустотах между глыбами, одна из которых была в поперечнике более 5 м [10].

В Черекском районе в верхнем откосе а/д «Бабугент – Карасу» (в 3,2 км выше с. Бабугент) 10 мая произошел обвал скальных пород (площадь 200 м^2), в результате чего было частично завалено 20 м асфальтированной дороги. Основными факторами активизации явились техногенный (воздействие на неустойчивые части скального массива склона при его оборке) и метеорологический (переув-

лажнение пород в результате избыточного количества атмосферных осадков и дренирование трещин массива).

В 2021 г. на территории республики было выявлено пять активных обвально-осыпных участков, зафиксированных в Зольском, Чегемском и Черекском районах. В Зольском районе в правом борту р. Хасаут (приток р. Малка) с августа по октябрь после выпадения атмосферных осадков были активны два обвальных участка в верхних откосах а/д «Кисловодск – Долина Нарзанов – Джилысу». На первом участке (в 1,3 км от турбазы «Долина Нарзанов») обвальными массами (щебень и глыбы порфиroidов, порфиритоидов и сланцев) было завалено около 10 м дороги. Объем переместившихся масс составил 30 м³, площадь – 80 м², размеры обломков достигали размеров 1×0,5 м. На втором участке (в 1,4 км от турбазы «Долина Нарзанов») обвал произошел на площади 60 м², при этом было также завалено порядка 10 м дороги. Объем переместившихся масс (щебень и глыбы порфиroidов и сланцев) составил около 30 м³, размеры обломков – до 2×1,5 м.

В Чегемском районе в июле после выпадения атмосферных осадков отмечалась активизация обвального процесса (площадь – 300 м², объем – до 10 м³) в правом борту р. Чегем, в 7 км ниже с. Эльтубю (в 600 м выше устья р. Быкмылгы). Обвальными массами (глыбы и щебень кристаллических сланцев и гнейсов) было перекрыто около 10 м грунтовой дороги. Следует отметить, что обвалы на этом участке отмечались и ранее.

В Черекском районе после выпадения атмосферных осадков в мае наблюдались два обвальных проявления. На правом берегу долины р. Черек Балкарский (в 6,5 км выше с. Бабугент) 15 мая активизировался обвальный участок (площадь 200 м², мощность – 1 м), расположенный на стенке карьера (используется дорожными службами при ремонте и обслуживании автодорог), в результате чего произошел обвал (объемом – до 25 м³) рыхлых отложений (щебень песчаников, известняков, с суглинистым заполнителем) на дорожную полку технической дороги к карьере. 20 мая в верховом откосе а/д «Урвань – Уштулу» (в 15 км выше с. Верхняя Балкария) произошел обвал (объем – до 90 м³) рыхлообломочных отложений (гнейсы, амфиболиты, сланцы) на участке размерами 40×25 м, отде-

льные глыбы достигали размеров 1×1 м. Было частично завалено 30 м грунтовой а/д «Урвань – Уштулу».

В 2022 г. активизация обвально-осыпных процессов в республике происходила в весенне-летний период (после таяния снега и выпадения атмосферных осадков) и была зафиксирована на трех участках. Первое проявление было обнаружено в Эльбрусском районе 10 апреля в левом борту р. Баксан (в 2,8 км выше с. Бедык), где на обрывистом южном склоне куэсты Скалистого хребта произошел обвал (площадь 300 м^2 , объем – $700\text{--}800 \text{ м}^3$) верхне-среднеюрских образований (известняки, доломиты). Крупными обломками (размер – до $4 \times 2,5 \times 3,5$ м) было частично перекрыто около 130 м автодороги А-158, повреждено защитное ограждение, а также частично повреждена опора ЛЭП 110 Кв, расположенная выше дороги.

Значительный обвал известняков (площадь – 4,2 тыс. м^2 , объем – около 10,5 тыс. м^3) произошел 11 августа в Чегемском районе в левом борту р. Чегем (1,5 км выше с. Нижний Чегем) на обрывистом юго-восточном склоне куэсты Скалистого хребта. Было частично перекрыто 100 м русла р. Чегем, водоток сместился к правому борту, местами незначительно подмыв и подрезав правый берег (до 1–2 м). Подъем уровня воды в р. Чегем выше обвального участка наблюдался на протяжении 350–400 м.

В Черекском районе в правом борту долины р. Черек Хуламский (в 5,8 км выше с. Бабугент) был зафиксирован 15 мая обвал скальных пород (площадь 50 м^2 , объем – около 50 м^3), представленных известняками. В результате частично было завалено 10 м асфальтированной а/д «Бабугент – Карасу».

В рамках национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» в республике для защиты ее дорог от обвально-осыпных процессов периодически проводятся работы по очистке обвалившихся рыхлообломочных масс и устройству (при необходимости) низовых и верховых подпорных стенок и габрионных конструкций на обвалоопасных участках. Так, например, в 2017 г. в Эльбрусском районе на а/д «Былым – Актотрак» были проведены работы по очистке проезжей части от осыпей, а в Чегемском районе в ходе реконструкции а/д «Чегем-2 – Булунгу» (на участке $15 + 000 \text{ км} - 17 + 000 \text{ км}$) осуществлялось устройство и ремонт

подпорных стенок дороги. В 2020 г. в Черекском районе в ходе реконструкции а/д «Бабугент – Безенги» (на участке 4 + 625 км – 12 + 300 км) было осуществлено сооружение железобетонных подпорных стенок и габионных конструкций.

Выводы

Проведенные систематизация и анализ различных источников, содержащих информацию об активности обвально-осыпных процессов на территории Кабардино-Балкарской Республики за 2005–2022 гг. позволили оценить условия, причины, масштабы и опасность этих процессов в долинах рек и административных районах изучаемого субъекта РФ. Определена роль природного и техногенного факторов в развитии изучаемого процесса. Максимальное число случаев обвально-осыпных проявлений на территории республики в основном приурочено к весенне-летнему периоду и обусловлено снеготаянием и обильными атмосферными осадками. Активность изучаемых процессов в республике сравнительно высока, за исследуемый период времени на ее территории зафиксировано около 120 обвально-осыпных проявлений. В большинстве своем объемы сместившихся масс не превышали 200–250 м³, наиболее крупные обвалы достигали 30 тыс. м³. Более 90 % активных обвально-осыпных участков зафиксировано на автомобильных дорогах республики. Наибольшая степень их активизации отмечалась в Чегемском и Эльбрусском административных районах республики. Анализ обвально-осыпной активности за изучаемый период показал, что в пределах республики она несколько различается по годам. Высокий ее уровень отмечался в 2008 г., а очень слабая степень активизации наблюдалась в 2015 и 2020 гг. В статье приведены сведения о местоположении обвально-осыпных проявлений на территории республики и их характеристиках, масштабах разрушений и деформаций объектов жизнедеятельности и хозяйственных объектов, вызванных ими. Анализ обвально-осыпных активизаций, наблюдавшихся на территории республики, а также социально-экономических аспектов их последствий, позволяют говорить о довольно значительной степени опасности обвально-осыпной деятельности в Кабардино-Балкарской Республике.

Библиографический список

1. Гегиев К.А., Акшяков З.Т. Развитие камнепадов на горных территориях КБР // Труды ВГИ. №97. 2013. С. 41–44.
2. Запороженко Э.В. Селевые потоки центрального сектора северных склонов Главного Кавказского хребта: особенности текущей ситуации // Сборник трудов Северо-Кавказского института по проектированию водохозяйственного и мелиоративного строительства. Пятигорск. 2015. Вып. 21. С. 90–126.
3. Информационные бюллетени о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2004–2021 гг. М.: Геоинформмарк, 2005–2022. Вып. 28–45.
4. Информационные бюллетени о состоянии недр территории Северо-Кавказского федерального округа Российской Федерации за 2015–2021 гг. Ессентуки: Гидроспецгеология, 2016–2022. Вып. 12–18.
5. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Российской Федерации (по кварталам) за 2007–2022 гг. М.: Гидроспецгеология, 2007–2022.
6. Информационные сводки о проявлениях экзогенных геологических процессов на территории Северо-Кавказского федерального округа (по кварталам) за 2006–2022 гг. Ессентуки: Гидроспецгеология, 2006–2022.
7. Караваев В.А., Воскова А.В., Истомина Е.А. Опасные геоморфологические процессы в долине реки Лъкези // Геориск. 2012. №4. С. 70–73.
8. Коломенский Н.В. Специальная инженерная геология. М.: Недра, 1969. 335 с.
9. Кюль Е.В. Анализ развития природно-антропогенных оползневых и обвально-осыпных процессов в бассейне р. Малка // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2017. №6 (80). С. 82–91.
10. Мальнева И.В., Докукин М.Д., Анаев М.А., Беккиев М.Ю., Калов Р.Х., Хаджиев М.М. О динамике оползня Бузулган в долине р. Герхожан-су в 2020 г. и селевой опасности: материалы Общероссийской научно-практической конференции «Изучение опасных природных процессов и геотехнический мониторинг при инженерных изысканиях» (Москва, 18 марта 2021 г.). М.: Изд-во «Геомаркетинг», 2021. С. 25–34.

11. Путеводитель к полемому семинару Международной конференции «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита» (Приэльбрусье, 26–28 сентября 2008 г.). Пятигорск: Институт «Севкавгипроводхоз», 2008. 26 с.
12. Разумов В.В., Беккиев М.Ю., Разумова Н.В., Шагин С.И. Масштабы и опасность наводнений на Северном Кавказе // Наука. Инновации. Технологии. 2018. № 1. С. 143–160.
13. Разумов В.В., Перекрест В.В., Стрешнева Н.П., Кюль Е.В. Атлас природных опасностей и стихийных бедствий Кабардино-Балкарской Республики. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 2000. 66 с.
14. Разумов В.В., Разумова Н.В. Обвальнo-осыпные процессы на территории Северного Кавказа // Геориск. 2013. № 1. С. 44–52.
15. Разумов В.В., Шагин С.И., Перекрест В.В. Оценка степени подверженности трассы газопровода «Тырныауз – Азау» опасным экзогенным геологическим процессам // Геориск. 2009. № 1. С. 46–57.
16. Сейнова И.Б., Золотарев Е.А. Ледники и сели Приэльбрусья (Эволюция оледенения и селевой активности). М.: Научный мир, 2001. 204 с.
17. Схема территориального планирования Зольского муниципального района Кабардино-Балкарской Республики // Анализ ситуации и обоснование схемы. Москва – Залукокоаже: Центр системной аналитики «Спецтехэкспертиза», 2009. Т. 1. 84 с.
18. Схема территориального планирования Черекского муниципального района Кабардино-Балкарской Республики // Материалы для обоснования проекта. Кашхатау: ФКЦ «Земля», 2008. 175 с.
19. Схема территориального планирования Эльбрусского муниципального района Кабардино-Балкарской Республики // Материалы для обоснования проекта. Нальчик: ФКЦ «Земля», 2007. 98 с.
20. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии / под ред. А.И. Спиридонова. М.: Советская энциклопедия, 1980. 703 с.

References

1. Gegiev K.A., Akshayakov Z.T. Development of rockfalls in the mountainous areas of the KBR. Proceedings of Highland Geophysical Institute. No. 97. 2013. P. 41–44 (In Russ.).
2. Zaporozhchenko E.V. Mudflows in the Central Sector of the Northern Slopes of the Main Caucasian Range: Peculiarities of the Current Situation. Proceedings of the North Caucasian Institute for the design of water management and reclamation construction. Pyatigorsk, 2015. Issue 21. P. 90–126 (In Russ.).
3. Information bulletins on the state of the subsoil on the territory of the Russian Federation in 2004–2021. Moscow: Geoinformmark, 2005–2022. Issue 28–45 (In Russ.).
4. Information bulletins on the state of the subsoil of the territory of the North Caucasian Federal District of the Russian Federation for 2015–2021. Essentuki: YuRC GMSN FGBU “Gidrospetsgeologiya”, 2016–2022. Issue 12–18 (In Russ.).
5. Information reports on manifestations of exogenous geological processes on the territory of the Russian Federation (by quarters) for 2007–2022. M.: FGBU “Gidrospetsgeologiya”, 2007–2022 (In Russ.).
6. Information reports on the manifestations of exogenous geological processes in the territory of the North Caucasian Federal District (by quarters) for 2006–2022. Essentuki: Gidrospetsgeologiya, 2006–2022 (In Russ.).
7. Karavaev V.A., Voskova A.V., Istomina E.A. Dangerous geomorphological processes in the Lkezi river valley // Georisk. 2012. No. 4. P. 70–73 (In Russ.).
8. Kolomensky N.V. Special engineering geology. M.: Nedra, 1969. 335 p. (In Russ.).
9. Kul E.V. Analysis of the development of natural-anthropogenic landslide and landslide-scare processes in the basin of the river Malka. Proceedings of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2017. No. 6 (80). P. 82–91 (In Russ.).
10. Malneva I.V., Dokukin M.D., Anaev M.A., Bekkiev M.Yu., Kalov R.Kh., Khadzhiev M.M. On the dynamics of the Buzulgan landslide in the valley of the river. Gerkhozhan-su in 2020 and mudflow hazard // Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference “Study of hazardous natural processes and geotechnical monitoring in engineering surveys”

- (Moscow, March 18, 2021). Moscow: Geomarketing Publishing House, 2021. P. 25–34 (In Russ.).
11. Guide to the field seminar of the International Conference Mudflows: catastrophes, risk, forecast, protection (Elbrus region, September 26–28 2008). Pyatigorsk: Sevkavgioprovdkhoz Institute, 2008. 26 p. (In Russ.).
 12. Razumov V.V., Bekkiev M.Yu., Razumova N.V., Shagin S.I. The scale and danger of floods in the North Caucasus // Science. Innovations. Technologies. No. 1. 2018. P. 143–160 (In Russ.).
 13. Razumov V.V., Perekrest V.V., Streshneva N.P., Kul E.V. Atlas of natural hazards and natural disasters of the Kabardino-Balkarian Republic. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 2000. 66 p. (In Russ.).
 14. Razumov V.V., Razumova N.V. Landslide-scrree processes in the territory of the North Caucasus // Georisk. No. 1. 2013. P. 44–52 (In Russ.).
 15. Razumov V.V., Shagin S.I., Perekrest V.V. Assessment of the degree of exposure of the Tyrnauz-Azau gas pipeline route to hazardous exogenous geological processes // Georisk. 2009. No. 1. P. 46–57 (In Russ.).
 16. Seinova I.B., Zolotarev E.A. Glaciers and mudflows near Elbrus (Evolution of glaciation and mudflow activity). M.: Scientific world, 2001. 204 p. (In Russ.).
 17. Scheme of territorial planning of the Zolsky municipal district of the Kabardino-Balkarian Republic. Analysis of the situation and justification of the scheme. LLC Center for System Analytics Spetstechekspertiza. Moscow – Zalukokoazhe, 2009. Vol. 1. 84 p. (In Russ.).
 18. Scheme of territorial planning of the Cherek municipal district of the Kabardino-Balkarian Republic // Materials for project justification. Kashkhatau: Federal State Unitary Enterprise “Federal Cadastral Center “Zemlya” 2008. 175 p. (In Russ.).
 19. Scheme of territorial planning of the Elbrus municipal district of the Kabardino-Balkarian Republic // Materials for project justification. Nalchik: Federal State Unitary Enterprise “Federal Cadastral Center “Zemlya”. 2007. 98 p. (In Russ.).
 20. Four-lingual encyclopedic dictionary of terms in physical geography (edited by A.I. Spiridonov). Moscow: Soviet Encyclopedia, 1980. 703 p. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 05.07.2023,
статья одобрена после рецензирования 25.09.2023,
статья принята к публикации 09.10.2023.

The article was submitted to the editorial office 05.07.2023,
the article was approved after reviewing 25.09.2023,
the article was accepted for publication 09.10.2023.

Информация об авторах

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

Калов Ризуан Османович, доктор географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела экологических исследований Высокогорного геофизического института.

Богданова Наталья Дмитриевна, инженер Института геотехники и инженерных изысканий в строительстве.

Разумова Наталья Викторовна, кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Российских космических систем.

Лиховид Наталья Геннадьевна, доктор биологических наук, профессор кафедры эволюционной экологии и биоразнообразия Северо-Кавказского федерального университета.

Information about the authors

Viktor V. Razumov, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Leading Research Scientist of the Department of Natural Phenomena, High-Mountain Geophysical Institute.

Rizuan O. Kalov, Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Environmental Research Department, High-Mountain Geophysical Institute.

Natalia D. Bogdanova, Engineer of the Russian Geotechnical Institute.

Natalia V. Razumova, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Leading Research Scientist of the Russian Space Systems.

Natalya G. Likhovid, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Evolutionary Ecology and Biodiversity, North-Caucasus Federal University.

1.6.21. ГЕОЭКОЛОГИЯ
УДК 551.583:631 DOI 10.37493/2308-4758.2023.4.7

Ашабоков Б.А., Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик, Россия;
Институт информатики и проблем регионального управления
КБНЦ РАН, Россия;
Федченко Л.М., Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик, Россия;
Ташилова А.А., Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик, Россия;
Кешева Л.А., Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик, Россия;
Ашабокова М.Б. Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик, Россия

**ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ
ОТ ЗАСУХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Введение. В статье приводятся результаты анализа изменений влагообеспеченности почвы на юге европейской территории России (ЕТР), связанных с потеплением климата. Показано, что как в предгорной, так и в степной климатической зоне наблюдается тенденция уменьшения данного параметра, что в существенной степени повышает актуальность разработки методов снижения рисков в сельском хозяйстве, связанных с засухами. Представлена модель, основанная на различной уязвимости сельскохозяйственных культур данным опасным погодным явлением, приведены результаты модельных расчетов для условий степной зоны Кабардино-Балкарской республики (КБР).

Материалы и методы исследований. При проведении исследований в качестве показателя, характеризующего влагообеспеченность почвы, использован гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова Г.Т. Значения данного коэффициента были рассчитаны с использованием данных 13 метеостанций о количестве осадков и температуре воздуха за 1961-2018 гг. Разработка модели снижения рисков в данной работе рассматривается в рамках теории принятия решений. В качестве целевой в задаче можно использовать функцию, описывающую выигрыш или потерю сельского хозяйства. Использование данного способа выбора действия для снижения рисков позволяет избежать формирования множества действий, из которых необходимо выбирать наиболее приемлемое.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты проведенных в работе расчетов показали, что следствием изменения климата на территории юга ЕТР будет существенное ухудшение условий производства сельскохозяйственной продукции. Последствия такой тенденции будут крайне негативными для производства сельскохозяйственной продукции на данной территории. В результате решения задачи можно определить оптимальную с точки зрения используемого критерия структуру производства сельскохозяйственных культур с учетом вероятности появления засух. В качестве такого критерия был использован максимум ожидаемого объема производства сельскохозяйственных культур с учетом влия-

- Выводы. ния засух. Предложен метод снижения потерь сельского хозяйства от засух с учетом их различной уязвимости для различных сельскохозяйственных культур. Модель записана в рамках линейного программирования, что позволяет определять оптимальную с точки зрения используемого критерия структуру производства сельскохозяйственной продукции. Метод может быть использован в регионах с различными производственно-экономическими условиями.
- Ключевые слова: изменение климата, засухи, уязвимость сельскохозяйственных культур, коэффициент увлажнения почвы, задача линейного программирования, целевая функция, система ограничений

- Ashabokov B.A.,** High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia; Institute of Informatics and Regional Management Problems of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia
- Fedchenko L.M.,** High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia;
- Tashilova A.A.,** High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia;
- Kesheva L.A.,** High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia;
- Ashabokova M.B.** High Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia

On a Model for Drought Risk Reduction in Agriculture

- Introduction. The article analyzes the changes in moisture content of the soil in the south of the European territory of Russia (ETR) associated with climate warming. It is shown that both in the foothill and steppe climatic zones there is a tendency to decrease this parameter, which greatly increases the relevance of developing methods to reduce risks in agriculture associated with droughts. A model based on different vulnerability of agricultural crops to this dangerous weather phenomenon is presented, the results of model calculations for the conditions of the steppe zone of the Kabardino-Balkarian Republic (KBR) are presented.
- Materials and research methods. When conducting research, the Selyaninov hydrothermal coefficient was used as an indicator characterizing the moisture content of the soil. The values of this coefficient were calculated using data from 13 weather stations on the amount of precipitation and air temperature for 1961-2018. The development of a risk reduction model in this paper is considered within the framework of decision theory. As a target in the problem, you can use a function that describes the gain or loss of agriculture. Using this method of choosing an action to reduce risks avoids the formation of a set of actions from which it is necessary to choose the most appropriate one.
- Research results and their discussion. The results of the calculations carried out in the work showed that the consequence of climate change in the south of the EPR will be a significant deterioration in the conditions for the production of agricultural products. The consequences of such a trend will be extremely negative for agricultural production in the area. As a result of solving the problem, it is possible to determine the optimal structure of crop production from the point of view of the criterion used, taking into account the probability of droughts. As such a criterion, the maximum expected volume of crop production was used, taking into account the impact of droughts.

- Conclusions. A method has been proposed to reduce the losses of agriculture from droughts, taking into account their different vulnerability to various crops. The model was written in the framework of linear programming, which makes it possible to determine the optimal structure of agricultural production in terms of the criterion used. The method can be used in regions with different production and economic conditions.
- Keywords: climate change, droughts, crop vulnerability, soil moisture coefficient, linear programming problem, objective function, constraint system

Введение

Одной из самых больших угроз окружающей среде, социальным и экономическим основам развития общества становится современное изменение климата [13, 14]. Механизмов влияния данного глобального фактора на различные сферы деятельности чрезвычайно много, важнейшим из них является влияние посредством экстремальных погодных явлений. Согласно Межправительственной группе экспертов по изменению климата (МГЭИК), «весьма вероятно, что экстремально жаркие периоды, волны тепла и сильные осадки будут продолжать становиться все более частыми» [12, 13]. В современный период ни в одной стране мира не существует сектора экономики, который не был бы непосредственно или косвенно зависим от погоды, особенно опасных погодных явлений [2, 6, 15]. Специалистами Центра атмосферного исследования США (NCAR) было озвучено, что глобальное повышение температуры окружающей среды в сочетании со значительным изменением климата станут основной причиной для установления сухой погоды во всем мире и в 2040 году всем материкам Земли грозит сильнейшая засуха.

На территории России потепление за последние 45 лет (1976–2021 гг.) оказалось более резким по сравнению с глобальным. Если линейный тренд температуры воздуха за 1976–2020 гг., например, составил $0,18\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет для земного шара, то скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры составила $+0,49\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет (вклад в общую изменчивость 54 %) и $0,56\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет в предгорной зоне КБР [1, 4]. На фоне межгодовых колебаний тренд более четко (больше всего) выделяется в летные сезоны ($0,40\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет: описывает 67 % суммарной дисперсии в России и $0,68\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет описывает 56 % суммарной дисперсии в предгорной зоне КБР). В то же время изменения в режиме атмосферных осадков

носят неравномерный характер: за те же последние 45 лет наблюдалось уменьшение суточных максимумов осадков во всех климатических зонах юга ЕТР, наиболее заметное его уменьшение имело место в летний сезон [1].

При потеплении климата усиливается испарение с поверхности почвы, что существенно уменьшает влагосодержание деятельного слоя почвы (глубиной 1 м) и речной сток именно в тех регионах, где особенно развито сельское хозяйство: на Северном Кавказе, в Поволжье и др. [3, 8].

Очевидно, что эти тенденции повышают как сложность разработки методов снижения рисков, так и требования к этим методам. Важным требованием к этим методам становится экономичность практического их использования.

Цель настоящей работы заключается в разработке метода снижения рисков в сельском хозяйстве, связанных с засухами, и проведении модельных расчетов для анализа эффективности практического его использования.

Материалы и методы исследований

Предложенная модель основана на использовании нового механизма снижения рисков, а именно того факта, что уязвимость засухами различна для различных сельскохозяйственных культур. В качестве основной особенности информационного обеспечения задач, возникающих на пути разработки методов решения данной проблемы, можно отметить невозможность точного определения состояния, в котором могут оказаться засухи в предстоящем году. В настоящей работе на основе временного ряда коэффициента увлажнения почвы за период (1961–2018 гг.) множество возможных состояний засух представляется в виде дискретной случайной величины с известным законом распределения. Наличие такой информации делает естественным рассмотрение проблемы разработки модели снижения рисков, связанных с засухами, в рамках теории принятия решений [7, 10]. Но на пути определения допустимого множества действий $A_1, A_2, A_3, \dots, A_M$, из которых выбирается наиболее приемлемое, возникают серьезные трудности, способные оказать влияние на работоспособность модели.

В данной работе решение данной проблемы осуществляется в рамках задачи линейного программирования. Тогда снижение рисков сводится к определению такой структуры производства сельскохозяйственных культур, которая максимизирует выигрыш или минимизирует потери сельского хозяйства (в зависимости от используемого критерия) с учетом влияния засух. Для этой цели формулируется и решается задача оптимизации структуры производства сельхозкультур в рамках линейного программирования, что позволяет обойти отмеченные трудности, а именно, необходимость формирования множества действий $A_1, A_2, A_3, \dots, A$ и выбор из него наиболее приемлемого.

В общем случае данная задача, когда максимизируется выигрыш сельского хозяйства, записывается в виде:

$$F = \sum_{i=1}^m c_i x_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} x_i \leq b_j, \quad (j = 1, n), \quad (2)$$

$$x_i \geq 0, \quad (3)$$

где F – целевая функция;
 x_i – площадь пашни, занимаемой i -й культурой;
 $c_i a_{ij}$, – коэффициенты;
 b_j – максимальный объем ресурса j -го вида, который используется в сельском хозяйстве.

Целевая функция (1) представляет собой выигрыш, связанный с производством сельхозкультур на заданной территории с учетом их уязвимости засухами (общий объем производства продукции, прибыль от производства продукции и т.д.). Выражения (2) описывают использование ограниченных ресурсов в процессе производства сельхозкультур. Условия (3) (неотрицательность переменных x_i) вытекают из смысла переменной (площади, занимаемые сельскохозяйственными культурами, не могут быть отрицательными). Таким образом, снижение рисков в сельском хозяйстве заключается в определении и использовании такой структуры производ-

ства сельскохозяйственных культур, которая максимизирует целевую функцию F с учетом их уязвимости засухами.

Результаты исследований и их обсуждение

1. Анализ динамики влагообеспеченности на юге европейской территории России

К неблагоприятным последствиям глобального потепления климата на территории РФ относится повышение засушливости климата на значительной ее части. Увеличение частоты засух наблюдается не только в регионах с прогнозируемым снижением количества осадков, но и в тех, где наблюдается увеличение количества осадков [5].

Остановимся на некоторых результатах анализа динамики влагообеспеченности в различных климатических зонах юга европейской территории России (ЕТР) с использованием гидротермического коэффициента увлажнения K [9]. Для этой цели использовались данные 13 метеостанций предгорной и степной зон юга ЕТР о количестве осадков и температуре воздуха и следующая формула для K [9]:

$$K = \frac{R}{0.1 \Sigma t}, \quad (4)$$

где R – сумма осадков за период с температурами выше $+10^\circ\text{C}$ (мм);

– сумма температур за этот же отрезок времени ($^\circ\text{C}$).

Метеостанции расположены в предгорной (гг. Буйнакск, Нальчик, Владикавказ, Черкесск, Ставрополь, Кисловодск) и равнинной (гг. Дербент, Изберг, Изобильный, Кизляр, Махачкала, Моздок, Прохладный) климатических зонах. В зависимости от значений данного коэффициента могут иметь место следующие состояния влагообеспеченности почвы [9]:

1. $K > 1,3$ – зона избыточного увлажнения;
2. $1 < K \leq 1,3$ – зона обеспеченного увлажнения;
3. $0,7 < K \leq 1,0$ – засушливая зона (слабая засуха);
4. $0,5 < K \leq 0,7$ – зона сухого земледелия (средняя засуха);
5. $K \leq 0,5$ – зона ирригации (сильная засуха).

Результаты расчетов коэффициента K на интервале 1961–2018 гг. показали, что самая высокая влагообеспеченность наблюдалась на метеостанции в г. Владикавказе ($K = 2,23$) и в г. Кисловодске ($K = 1,80$), обе метеостанции располагались в зоне избыточного увлажнения. Самая низкая влагообеспеченность наблюдалась на метеостанции г. Буйнакска ($K = 0,98$), которая располагалась в зоне обеспеченного увлажнения. Остальные метеостанции по данному показателю занимают промежуточное положение (Ставрополь $K = 1,05$, Нальчик $K = 1,34$, Черкесск $K = 1,30$). Линейные тренды временных рядов коэффициента K в предгорной климатической зоне имеют тенденцию к уменьшению.

Для сравнения приведем результаты расчетов коэффициента K для некоторых метеостанций, расположенных в равнинной климатической зоне. Только у одной метеостанции, расположенной в г. Изобильный, осредненное значение коэффициента K за 1961–2018 гг. находилось в зоне обеспеченного увлажнения ($K = 1,03$), в засушливой зоне ($K = 0,7–1,0$), оно находилось у двух метеостанций: Моздок ($K = 0,8$) и Прохладный ($K = 0,9$), у остальных метеостанций оно находилось в зоне ирригации (Дербент $K = 0,4$, Изберг $K = 0,36$, Кизляр $K = 0,46$, Махачкала $K = 0,45$). Линейные тренды временных рядов коэффициента K , полученные по данным метеостанций степной зоны, также имеют тенденцию к уменьшению:

Из результатов расчетов можно сделать вывод, что потепление климата приведет к существенному ухудшению условий производства сельскохозяйственной продукции на территории юга ЕТР. Очевидно, что последствия такой тенденции не отразятся на продовольственную безопасность страны.

2. Формулировка задачи снижения рисков в сельском хозяйстве, связанных с засухами

Изложенная ниже формулировка решает проблемы информационного обеспечения задачи снижения рисков, а также формирования множества действий $A_1, A_2, A_3, \dots, A_M$ и выбора наиболее приемлемого из них [7,10].

В этом случае приходим к задаче принятия решений в условиях риска, а вместо приемлемого действия путем решения соответ-

вующей задачи линейного программирования находится оптимальное (т. е. оптимальная структура производства сельскохозяйственных культур с точки зрения используемого критерия). В качестве критерия могут быть использованы минимум ожидаемых потерь отрасли от засух, максимум ожидаемого объема производства сельскохозяйственных культур с учетом их влияния и другие.

Для записи модели снижения потерь сельского хозяйства от засух введем обозначения. Пусть на заданной территории площадью S_0 производится m культур, а площади пашни, занимаемые ими, обозначим $x_i (i = 1, 2, \dots, m)$. Себестоимость производства и урожайность i -ой культуры обозначим s_i, Y_i . Объем финансовых ресурсов сельского хозяйства обозначим F_0 . Минимальные объемы производства культур пусть будут равны $W_i (i = 1, 2, \dots, m)$. Предположим, что параметры засух и производственно-экономические показатели сельского хозяйства в пределах рассматриваемой территории одинаковы.

Остановимся на записи целевой функции задачи. Этот вопрос более подробно затронут ниже при решении модельной задачи. Здесь только отметим, что для этой цели, пользуясь многолетними данными о состоянии, в которых могут находиться засухи на рассматриваемой территории, можно представить в виде дискретной случайной величины (табл. 1).

Таблица 1.

СОСТОЯНИЯ ЗАСУХ НА РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ n И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ ВЕРОЯТНОСТИ p
Table 1. States of droughts in the territory under consideration n and their corresponding probabilities p

n	0	1	2		N
p	p_0	p_1	p_2		p_N

Таким образом, предположено, что количество состояний, в которых могут находиться засухи, равно N , а вероятности их нахождения в этих состояниях равны $p_1, p_2, \dots, p_N$. Случай $n = 0$ в таблице соответствует отсутствию засух ($p = p_0$).

В случае, когда в качестве целевой функции используется математическое ожидание валового объема производства продукции, целевую функцию можно записать в виде:

$$\max V = p_0 VZ_0 + p_1 VZ_1 + p_2 VZ_2 + \dots + p_N VZ_N \quad (5)$$

где $VZ_0, VZ_1, \dots, VZ_N$ – валовые сборы сельскохозяйственных культур при отсутствии засух и в случаях, когда засухи наблюдаются в состояниях $1, 2, \dots, N$.

Валовой сбор сельскохозяйственных культур при отсутствии засухи в выражении (5) вычисляется с помощью выражения:

$$VZ_0 = \sum_{i=1}^m x_i Y_i \Pi_i, \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (6)$$

Значения данного показателя, с учетом возможных состояний засух, вычисляются с помощью следующих выражений:

$$VZ_j = \sum_{i=1}^m (1 - k_{ij}) x_i Y_i \Pi_i, \quad (j = 1, 2, \dots, N), \quad (7)$$

где x_i – площадь пашни, занимаемой i -й культурой;
 Y_i и Π_i – урожайность и цена реализации i -й культуры;
 k_{ij} – уязвимость i -й культуры засухой в j -ом состоянии
 $(i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, N)$.

Система ограничений модели, описывающих использование ресурсов различных видов и требований к объемам производства продукции, имеет вид:

$$\sum_{i=1}^m x_i \leq S_o, \quad (7)$$

— ограничения, наложенные на использование земельных ресурсов:

$$\sum_{i=1}^m x_i \leq S_o \Pi_i, \quad (8)$$

— соблюдение севооборота:

$$x_i = \alpha_i S_o, \quad (\overline{i = 1, m}), \quad (9)$$

где α_i – доля пашни, занимаемой i -ой культурой;

— требования к объемам производства сельскохозяйственных культур:

$$\sum_{i=1}^m Y_i x_i \geq W_i (\overline{i = 1, m}), \quad (10)$$

где W_i – минимально допустимый объем производства i -й культуры.

— требования к использованию ограниченных финансовых ресурсов:

$$\sum_{i=1}^m Y_i x_i s_i \leq F_o, \quad (11)$$

— условия неотрицательности переменных x_i (площадей пашни, занимаемых сельскохозяйственными культурами):

$$x_i > (i = 1, 2, \dots, m). \quad (12)$$

Получена система линейных ограничений, которым удовлетворяют производственно-экономические показатели сельского хозяйства. В результате решения задачи (5)–(12) должны быть найдены переменные x_i , ($i = 1, 2, \dots, m$), которые удовлетворяют ограничениям задачи и максимизируют целевую функцию (5). Отметим, что в случае необходимости модель можно дополнить ограничениями, описывающими использование других ресурсов. Кроме этого, систему ограничений можно записать в виде, позволяющем использовать модель снижения рисков в системе «сельское хозяйство – перерабатывающая отрасль».

3. Результаты модельных расчетов

Для исследования работоспособности модели на примере степной зоны КБР (м/станция Прохладная) были проведены некоторые модельные расчеты. Для этой цели рассматривался

участок площадью 600 га. Рассматривалась задача нахождения оптимальной структуры производства 1) озимой пшеницы, 2) кукурузы, 3) овса, 4) картофеля на этом участке, которая максимизирует валовой объем производства продукции с учетом влияния засух. Состояния, в которых могут находиться засухи в рассматриваемой климатической зоне и соответствующие им вероятности были определены на основе данных среднемесячных сумм осадков и среднемесячной температуры за 1961–2018 гг., которые были использованы для расчета гидротермического коэффициента K Селянинова [13]. Отметим, что в рассматриваемой климатической зоне условие $t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ выполняется в мае, июне, июле, августе, сентябре. Выше было отмечено, что по значениям коэффициента K можно выделить пять состояний увлажнения почвы. Объединяя первые два из них, получаются возможные состояния засух ($j = 1, 2, 3, 4$):

- 1. $K > 1$ – отсутствие засух;
- 2. $0,7 < K \leq 1,0$ – слабая засуха;
- 3. $0,5 < K \leq 0,7$ – средняя засуха;
- 4. $K \leq 0,5$ – сильная засуха.

Соответствующая j -му состоянию вероятность определяется как отношение частоты его появления к количеству элементов используемого временного ряда K ($N = 58$ лет). Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2. СОСТОЯНИЯ ЗАСУХ K_j И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ ВЕРОЯТНОСТИ p_j
Table 2. Drought conditions K_j and their corresponding probabilities p_j

K	$K > 1,0$	$0,7 < K \leq 1,0$	$0,5 < K \leq 0,7$	$K \leq 0,5$
p	0,47	0,33	0,16	0,04

Из таблицы видно, что в рассматриваемой климатической зоне региона чаще наблюдается состояние, когда сельское хозяйство находится под влиянием засух ($p = 0,53$), соответственно вероятность того, что засуха отсутствует, равна $p = 0,47$. Можно еще заметить, что, хотя вероятность невысокая, но в данной климатической зоне наблюдаются сильные засухи ($K \leq 0,5$).

Пользуясь выражением (5), целевую функцию в рассматриваемом случае можно записать в виде:

$$max V = p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3 + p_4 V_4 .$$

(13)

Можно заметить, что ожидаемый валовой объем производства культур (V) складывается из ожидаемых валовых объемов их производства на рассматриваемом участке при отсутствии засух V_1 и в случаях, когда они находятся в состояниях $V_j (j = 2, 3, 4)$. Для вычисления значений этих объемов используются выражения (6) и (7) в упрощенном виде:

$$V_1 = \sum_{i=1}^4 x_i Y_i \Pi_i ,$$

(14)

$$V_j = \sum_{i=1}^4 (1 - k_{ij}) x_i Y_i \Pi_i , \quad (j = 2, 3, 4),$$

(15)

где x_1, x_2, x_3, x_4 – площади пашни, занимаемые культурами;
 Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 – урожайности и $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$ – цены их реализации.

При записи выражений (14) и (15) сделано предположение, что уязвимости засухой k_{ij} , урожайности Y_j и цены реализации Π_j сельскохозяйств на рассматриваемом участке одинаковы.

Коэффициенты повреждаемости k_{ij} культур для всех четырех состояний засухи определены на основе рекомендаций специалистов сельского хозяйства. В таблице 3 приведены характеристики засух и соответствующие им значения параметров k_{ij} , которые равны доле валового сбора i -ой культуры, потерянной под воздействием засух в j -ом состоянии.

Таблица 3.

ПОВРЕЖДАЕМОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В СТЕПНОЙ ЗОНЕ КБР ЗАСУХАМИ В РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ
Table 3. Damage to agricultural crops in the steppe zone of the KBR by droughts in various conditions

p_j	Отсутствие засухи	Слабая засуха	Средняя засуха	Сильная засуха
k_{ij}	$k_{11} = 0$	$k_{12} = 0,25$	$k_{13} = 0,4$	$k_{14} = 0,75$
	$k_{21} = 0$	$k_{22} = 0,25$	$k_{23} = 0,4$	$k_{24} = 0,75$
	$k_{31} = 0$	$k_{32} = 0,18$	$k_{33} = 0,3$	$k_{34} = 0,75$
	$k_{41} = 0$	$k_{42} = 0,35$	$k_{43} = 0,45$	$k_{44} = 0,85$

Оценим ожидаемое значение целевой функции валового сбора культур V , который складывается из валового объема производства культур на участках x_i при отсутствии засухи (V_1 при $p_1 = 0,47$) и при трех степенях ее экстремальности: слабая засуха, (V_2 при $p_2 = 0,33$), средняя засуха (V_3 при $p_3 = 0,16$), сильная засуха (V_4 при $p_4 = 0,04$). Для решения задачи (5)–(12), пользуясь данными, приведенными выше, целевая функция (13) представлена в развернутом виде.

$$\begin{aligned} V = & p_1 (x_1 Y_1 \Pi_1 + x_1 Y_2 \Pi_2 + x_3 Y_3 \Pi_3 + x_4 Y_4 \Pi_4) + p_2 (x_1 (1 - k_{21}) Y_1 \Pi_1 + \\ & + x_2 (1 - k_{22}) Y_2 \Pi_2 + x_3 (1 - k_{23}) Y_3 \Pi_3 + x_4 (1 - k_{24}) Y_4 \Pi_4) + \\ & + p_3 (x_1 (1 - k_{31}) Y_1 \Pi_1 + x_2 (1 - k_{32}) Y_2 \Pi_2 + x_3 (1 - k_{33}) Y_3 \Pi_3 + \\ & + x_4 (1 - k_{34}) Y_4 \Pi_4) + p_4 (x_1 (1 - k_{41}) Y_1 \Pi_1 + x_2 (1 - k_{42}) Y_2 \Pi_2 + \\ & + x_3 (1 - k_{43}) Y_3 \Pi_3 + x_4 (1 - k_{44}) Y_4 \Pi_4). \end{aligned} \tag{16}$$

Исходные данные для расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ
Table 4. Initial data for model calculations

пп	С/х культура	Урожайность, Y_j , ц/га	Себестоимость*, s_j , руб./ц	W_j , ц	Цена реализации*, Π_{ij} , руб./ц
j=1 пшеница	40	700	4000	1350	
j=2 кукуруза	50	550	5000	1100	
j=3 овес	35	420	2100	700	
j=4 картофель	150	820	75000	1000	

* Данные сайта Госкомстата КБР [11].

1. Площадь участка: $S = 600$ га.
2. Производимые на данном участке сельскохозяйственные культуры: 1) пшеница, 2) кукуруза, 3) овес, 4) картофель ($i = 1, 2, 3, 4$).
3. Коэффициенты повреждаемости с/х культур (k_{ij}) и вероятности различных состояний засухи (p_j) по данным таблицы 3.
4. Урожайность культур, Y_i , ц/га: 1) пшеница $Y_1 = 40$, 2) кукуруза $Y_2 = 50$, 3) овес $Y_3 = 35$, 4) картофель $Y_4 = 150$.

5. Себестоимость культур, s_i , руб./ц: 1) пшеница $s_1 = 700$, 2) кукуруза $s_2 = 550$, 3) овес $s_3 = 420$, 4) картофель $s_4 = 820$.
6. Цены реализации, Π_i , руб./ц, по данным Госкомстата КБР [14]: 1) пшеница $\Pi_1 = 1350$, 2) кукуруза $\Pi_2 = 1100$, 3) овес $\Pi_3 = 1200$, 4) картофель $\Pi_4 = 1000$.

Из формулы (13) с учетом вышеприведенных данных, получим выражение для целевой функции:

$$44469x_1 + 45292,5x_2 + 36229,2x_3 + 116775x_4 = V \rightarrow \max. \quad (17)$$

Систему ограничений модели, описывающих производство сельскохозяйственных культур, с учетом исходных данных можно записать в виде:

1. Ограничения по площадям участков

$$\sum_{i=1}^4 x_i \leq S, S = 600 \text{ га}, \quad (18)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 < 600, \quad (18,a)$$

2. Ограничения по долям с/х культур на участках

$$x_i = \alpha_i \overline{S}, i = \overline{1, n}, \quad (19)$$

где α_i — доля пашни, занимаемой i -й культурой на участке S : $x_i \leq \alpha_i S_i$.

На первом этапе решения задачи (оптимизации функции V не включаются) ограничения по севообороту не используются. Это делается для исследования влияния соблюдения севооборота на максимальное значение целевой функции. На втором этапе продлевается то же самое, но с учетом севооборота.

пшеница	кукуруза	овес	картофель
$\alpha_1 = 0,14$	$\alpha_2 = 0,11$	$\alpha_3 = 0,14$	$\alpha_4 = 0,50$
$S = 600 \text{ га}$			

$$x_1 \leq 108; x_2 \leq 108; x_3 \leq 64; x_4 \leq 320. \quad (19,а)$$

3. Ограничения по объему производства с/х культур

$$Y_i x_1 \geq W_i, i = 1, 2, 3, 4 \quad (20)$$

$$40x_1 \geq 4000 \text{ ц} \quad (20, а)$$

$$50x_2 \geq 5000 \text{ ц} \quad (20, б)$$

$$35x_3 \geq 2100 \text{ ц} \quad (20, в)$$

$$150x_4 \geq 75000 \text{ ц} \quad (20, г)$$

4. Ограничения финансирования производства сельскохозяйственных культур

$$F_i = \sum_{j=1}^4 s_j Y_j x_j (i = 1, 2, 3, 4). \quad (21)$$

$$28000x_1 + 27500x_2 + 14700x_3 + 123000x_4 \leq F = 14000 \text{ тыс. руб.} \quad (21,а)$$

Для решения задачи (17) – (21) в электронную таблицу Excel (SOLVER) были введены коэффициенты целевой функции (17) и системы ограничений: по использованию земельных ресурсов, соблюдению севооборота, объему производства сельскохозяйственной продукции, по использованию финансовых ресурсов (формулы (18,а) – (21,а)). Для решения задачи использовался симплексный метод, реализуемый во встроенной функции SOLVER Excel. В результате были получены площади пашни x_i , занимаемые культурами и обеспечивающие максимум целевой функции (математическое ожидание валового объема производства сельскохозяйственной продукции) с учетом влияния засух. Зная площади пашни, занимаемые сельхозкультурами, можно определить и другие производственно-экономические показатели. В таблице 5 приведены решения задачи и некоторые из этих показателей.

Из таблицы видно, что в результате расчетов получена следующая структура (оптимальная) производства сельскохозяйственных культур: $x_1 = 100$ га, $x_2 = 100$ га, $x_3 = 60$ га, $x_4 = 320$ га. Валовой объем производства сельскохозяйственных культур, соответствующий данной структуре, получился равным 48,52 млн руб. С уче-

Таблица 5. ТАБЛИЦА EXCEL (SOLVER) С РЕШЕНИЯМИ ЗАДАЧИ И ЗНАЧЕНИЯМИ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Table 5. Excel table (SOLVER) with solutions to the problem and the values of some indicators

S = 600 га ($p_j, j = 1, 2, 3, 4$ – состояния засухи)			
Определяемые переменные $x_i (i = 1, 2, 3, 4$ – с/х культуры), га			
1. пшеница	2. кукуруза	3. овес	4. картофель
x_1	x_2	x_3	x_4
100	100	60	320
Коэффициенты целевой функции V			
44 469	45 292,5	36 229,2	116 775
$V = \max$, ф-ла (17) = 48517,9 тыс. руб.			
1. Коэффициенты ограничений по площади участка под с/х культуры, га			
ф-ла (18,a) ≤ 600			
2. Коэффициенты ограничений по долям площадей с/х культур (α_i), га			
$\alpha_1 = 0,18$	$\alpha_2 = 0,18$	$\alpha_3 = 0,14$	$\alpha_4 = 0,50$
ф-ла (19, а) $x_{ij} \leq 108$	ф-ла (19, а) $x_{ij} \leq 108$	ф-ла (19, а) $x_{ij} \leq 64$	ф-ла (19, а) $x_{ij} \leq 320$
3. Коэффициенты ограничений по объему с/х культур W_i , ц			
W_1	W_2	W_3	W_4
x_1	x_2	x_3	x_4
40	50	35	150
ф-ла (20, а) ≥ 4000	ф-ла (20, б) ≥ 5000	ф-ла (20, в) ≥ 2100	ф-ла (20, г) ≥ 75000
4. Коэффициенты ограничений финансирования по участкам F_i , тыс. руб.			
$F = 14\,000,0$ тыс. руб.			
28000	27500	14700	123000
ф-ла (21, а)		$F \leq 14\,000,0$ тыс. руб.	
Прибыль		34517,9 тыс. руб.	

* серой заливкой выделены ячейки с результатами решения задачи оптимизации целевой функции V.

том затрат на их производство (14,0 млн руб.) прибыль составила 34,52 млн руб.

Выводы

Проведен анализ изменений влагообеспеченности почвы в предгорной и степной климатических зонах юга европейской территории России. Показано, что в обеих климатических зонах наблюдается тенденция уменьшения данного параметра, что в существенной степени повышает актуальность разработки методов снижения рисков в сельском хозяйстве, связанных с засухами. Предложен метод снижения потерь сельского хозяйства от засух, который основан на том факте, что уязвимость данным погодным явлением различна для различных сельскохозяйственных культур. Соответствующая модель записана в рамках задачи линейного программирования, что позволяет определять оптимальную с точки зрения используемого критерия структуру производства сельскохозяйственной продукции. Метод может быть использован в регионах с различными производственно-экономическими условиями.

С целью анализа эффективности метода для условий степной зоны КБР проведены модельные расчеты. Для определения возможных состояний засухи соответствующих им вероятностей предложен достаточно эффективный подход. Он основан на вычислении гидротермического коэффициента увлажнения за период 1961–2018 гг. При этом были использованы данные метеостанции Прохладный о количестве атмосферных осадков и температуре воздуха за этот же период. Пользуясь полученным временным рядом данного коэффициента, возможные состояния засух были представлены в виде дискретной случайной величины с известным законом распределения. Это дает возможность учитывать влияние засух на производство сельскохозяйственных культур в целевой функции модели. Результаты модельных расчетов показали высокую эффективность метода для снижения потерь сельского хозяйства от градобитий. Важным достоинством метода является то, что практическое его использование не требует значительных затрат. Исследования показали, что уязвимость засухами сельскохозяйственных культур в зависимости от фазы их развития и характеристик засух недостаточно изучена.

Библиографический список

1. Ашабоков Б.А., Федченко Л.М., Ташилова А.А., Кешева Л.А., Теунова Н.В. Пространственно-временное изменение климата юга европейской территории России, оценка его последствий, методы и модели адаптации АПК. Нальчик: Фрегат, 2020. 476 с.
2. Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Хандожко Л.А. и др. Основы оптимальной адаптации экономики России к опасным проявлениям погоды и климата // Метеорология и гидрология. 2009. №4. С. 5–14.
3. Волкова В.И., Бадахова Г.Х., Барекова М.В., Каплан Г.Л. Особенности атмосферной циркуляции переходного периода и колебания дат начала весны в Центральном Предкавказье // Наука. Инновации. Технологии. 2021. №1. С. 125–138.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. Росгидромет. Москва, 2021. 104 с.
5. Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В., Шостак З.А. и др. О проблеме адекватного агроклиматического обеспечения экономики Российской экономики в условиях изменения климата // Метеорология и гидрология. 2010. №8. С. 73–86.
6. Катцов В.М. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. СПб.: Росгидромет, 2017. 106 с.
7. Кини Р.Л., Райфа Х.М. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения // Радио и связь, 1981. 560 с.
8. Мелешко В.П., Катцов В.М., Говорков В.А. и др. Антропогенные изменения климата в XXI веке в Северной Евразии // Метеорология и гидрология. 2004. №7. С. 5–26.
9. Селянинов Г.Т. Гидроклиматическая карта мира. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 12 с.
10. Таха Х. Введение в исследование операций. Москва: Мир, 1985. Т. 2. 496 с.
11. Управление Федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу. Кабардино-Балкарская Республика. URL: https://stavstat.gks.ru/ofstatistics_kbr (дата обращения 01.03.2023).
12. Drumond A., Liberato M.L.R., Reboita M.S., Taschetto A.S. Weather and Climate Extremes: Current Developments. At-

- mosphere. 2020. Vol. 11. P. 24. <https://doi.org/10.3390/atmos11010024>
13. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.
 14. Santos F.D., Ferreira P.L., Pedersen J.S.T. The Climate Change Challenge: A Review of the Barriers and Solutions to Deliver a Paris Solution. *Climate* 2022, 10, 75. <https://doi.org/10.3390/cli10050075>
 15. Shen D., Shi W.-F., Tang W., Wang Y., Liao J. The Agricultural Economic Value of Weather Forecasting in China. *Sustainability* 2022, 14, 17026. <https://doi.org/10.3390/su142417026>

References

1. Ashabokov B.A., Fedchenko L.M., Tashilova A.A., Kesheva L.A., Teunova N.V. Spatio-temporal climate change in the south of the European territory of Russia, assessment of its consequences, methods and models of adaptation of the agro-industrial complex. Fregat LLC, Nalchik, 2020. 476 p. (In Russ.).
2. Bedritsky A.I., Korshunov A.A., Khandozhko L.A. Basics of optimal adaptation of the Russian economy to dangerous manifestations of weather and climate. *Meteorology and Hydrology*. 2009. No. 4. P. 5–14 (In Russ.).
3. Volkova V.I., Badakhova G.Kh., Barekova M.V., Kaplan G.L. Features of the atmospheric circulation of the transitional period and fluctuations in the dates of the beginning of spring in the Central Ciscaucasia // *Science. Innovations. Technologies*. 2021. No.1. P. 125–138 (In Russ.).
4. Report on climate features in the territory of the Russian Federation for 2020. Roshydromet. Moscow, 2021. 104 p. (In Russ.).
5. Zoidze E.K., Khomyakova T.V., Shostak Z.A. et al. On the problem of adequate agro-climatic provision of the economy of the Russian economy in the context of climate change // *Meteorology and Hydrology*. 2010. No. 8. P. 73–86 (In Russ.).
6. Kattsov V.M. Report on climate risks in the Russian Federation. St. Petersburg. Roshydromet, 2017, 106 p. (In Russ.).

7. Kini R.L., Raifa H.M. Decision Making Under Multiple Criteria: Preferences and Substitutions. Radio and communication. 1981. 560 p. (In Russ.).
8. Meleshko V.P., Kattsov V.M., Govorkov V.A. Anthropogenic climate change in the 21st century in Northern Eurasia // Meteorology and hydrology. 2004. No. 7. P. 5–26 (In Russ.).
9. Selyaninov G.T. Agro-climatic map of the world. L.: Gidrometeoizdat, 1966. 12 p. (In Russ.).
10. Taha H. Introduction to Operations Research. Moscow, Mir, 1985. Vol. 2. 496 p. (In Russ.).
11. Office of the Federal State Statistics Service for the North Caucasian Federal District. Kabardino-Balkarian Republic. URL: https://stavstat.gks.ru/ofstatistics_kbr (Accessed: 03/01/2023) (In Russ.).
12. Drumond A., Liberato M.L.R., Reboita M.S., Taschetto A.S. Weather and Climate Extremes: Current Developments. Atmosphere. 2020. Vol. 11. P. 24. <https://doi.org/10.3390/atmos11010024>
13. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.
14. Santos, F.D.; Ferreira, P.L.; Pedersen, J.S.T. The Climate Change Challenge: A Review of the Barriers and Solutions to Deliver a Paris Solution. Climate 2022, 10, 75. <https://doi.org/10.3390/cli10050075>
15. Shen D., Shi W.-F., Tang W., Wang Y., Liao J. The Agricultural Economic Value of Weather Forecasting in China. Sustainability 2022, 14, 17026. <https://doi.org/10.3390/su142417026>

**Статья поступила в редакцию 25.04.2023,
статья одобрена после рецензирования 25.09.2023,
статья принята к публикации 09.10.2023.**

**The article was submitted to the editorial office 25.04.2023,
the article was approved after reviewing 25.09.2023,
the article was accepted for publication 09.10.2023.**

Информация об авторах

Ашабоков Борис Азреталиевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом физики облаков Высокогорного геофизического института; заведующий отделом математических методов исследования сложных систем и процессов Института информатики и проблем регионального управления КБНЦ РАН, Scopus ID: 6505916110, ORCID: 0000-0002-2889-0864, РИНЦ Author ID: 8551.

E-mail: ashabokov.boris@mail.ru

Федченко Людмила Михайловна, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник Высокогорного геофизического института, Scopus ID: 6602297635, ORCID: 0000-0003-2104-6289, РИНЦ Author ID: 59651.

E-mail: fedchenkolm@mail.ru

Ташилова Алла Амарбиевна, доктор физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела физики облаков Высокогорного геофизического института, Scopus ID: 57191577384. E-mail: tashilovaa@mail.ru

Кешева Лара Асировна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Высокогорного геофизического института, Scopus ID: 57191577471, ORCID: 0000-0002-5132-1563, РИНЦ Author ID: 706250.

E-mail: kesheva.lara@yandex.ru

Ашабокова Марина Борисовна, младший научный сотрудник Высокогорного геофизического института, ORCID: 0000-0002-5818-256X, РИНЦ Author ID: 822002.

E-mail: ashabokova.marina@rambler.ru

Information about the authors

Boris A. Ashabokov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the Department of Cloud Physics, High-Mountain Geophysical Institute; Head of the Department of Mathematical Methods for the Study of Complex Systems and Processes, Institute of Informatics and Regional Management Problems of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the

Russian Academy of Sciences, Scopus ID: 6505916110, ORCID: 0000-0002-2889-0864, RSCI Author ID: 8551.

E-mail: ashabokov.boris@mail.ru

Lyudmila M. Fedchenko, Doctor of Geography, Professor, Chief Researcher, High Mountain Geophysical Institute, Scopus ID: 6602297635, ORCID: 0000-0003-2104-6289, RSCI Author ID: 59651. E-mail: fedchenkolm@mail.ru

Alla A. Tashilova, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Senior Research Associate, Department of Physics of Clouds, High-Mountain Geophysical Institute, Scopus ID: 57191577384. E-mail: tashilovaa@mail.ru

Lara A. Kesheva, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher, High Mountain Geophysical Institute, Scopus ID: 57191577471, ORCID: 0000-0002-5132-1563, RSCI Author ID: 706250. E-mail: kesheva.lara@yandex.ru

Marina B. Ashabokova, Junior Researcher, High Mountain Geophysical Institute, ORCID: 0000-0002-5818-256X, RSCI Author ID: 822002. E-mail: ashabokova.marina@rambler.ru

2.8.4.
УДК 622.279.51
DOI

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
10.37493/2308-4758.2023.4.8

Альшейхли М.Д.З., Киркукский университет, г. Киркук, Ирак;
Добролюбова Р.К., Северо-Восточный федеральный университет им. М. Аммосова,
г. Мирный, Россия;
Инякина Е.И., Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия;
Краснов И.И. Северо-Восточный федеральный университет им. М. Аммосова,
г. Мирный, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ КОНДЕНСАТА ПРИ НАЛИЧИИ НЕУГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПЛАСТОВОМ ГАЗЕ

Введение. Эффективное прогнозирование показателей разработки и дальнейшая эксплуатация нефтегазоконденсатных месторождений требуют оперативных данных о составе и свойствах флюидов. В рамках работы на основании экспериментальных PVT-исследований и аналитических диаграмм определено влияние неуглеводородных компонентов на термодинамические процессы пластовой смеси Мастахского месторождения. Выявлена различная растворимость тяжелых фракций углеводородов в азоте и гелии.

Материалы и методы исследований. Методику проведения термодинамических исследований и корректировку с помощью аналитических диаграмм флюидодинамических свойств можно разделить на несколько этапов: подготовка рекомбинированных проб, проведение PVT-экспериментов, обработка результатов исследований. По методике ООО «Газпром ВНИИГАЗ» определялось влияние неуглеводородных компонентов на потери конденсата в залежи для условий разработки Мастахского месторождения.

Результаты исследований и их обсуждение. Мастахское газоконденсатное месторождение приурочено к одноименной брахиантиклинальной структуре. Оно имеет субширотное простирание по замкнутой изогипсе. Свод осложнен куполовидными поднятиями, наиболее значительные из которых западное и восточное. Западное поднятие имеет довольно плоский и обширный свод. Разрывное нарушение ни одной из скважин не вскрыто. Однако косвенные признаки свидетельствуют о его наличии. Величина недонасыщенности пластовой системы бывает не высокой в пределах (1,15–1,3), высокой (до 1,5) и зависит в основном от аномально высокого пластового давления. Другими причинами данного явления может быть особенность условий формирования месторождения или сдвиг уже сфор-

мированной залежи. Также значимой термодинамической характеристикой является растворяющая способность углеводородных и неуглеводородных компонентов в составе газа. Для начальных условий Мастахского месторождения прослеживается разница в пластовых давлениях между кровлей и газодояным контактом. Наблюдается изменение по площади залежи содержание углеводородных и неуглеводородных компонентов.

Таким образом, в результате сравнения проведенных экспериментов установлено, что наличие в смеси азота и гелия поразному влияют на процесс выпадения и потерь углеводородов в залежи.

Выводы.

Таким образом, полученные данные позволили определить влияние неуглеводородных компонентов на потери конденсата в залежи, на изменение свойств газоконденсатной системы при разработке Мастахского месторождения. Определена различная степень растворимости конденсата в присутствии азота, гелия, а также их влияние на пластовые потери углеводородов на этапах снижения давления.

Ключевые слова: показатели разработки месторождения, прогнозирование, потери конденсата, неуглеводородные компоненты, пластовый газ, *PVT*–исследования

Alsheikhly M.J.Z., Kirkuk University, Kirkuk, Iraq;

Dobrolyubova R.K., North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Mirny, Russia;

Inyakina E.I., Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia;

Krasnov I.I. North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Mirny, Russia

Determination of Condensate Loss in the Presence of Nonhydrocarbon Components in Reservoir Gas

Introduction.

Effective forecasting of development indicators and further exploitation of oil and gas condensate fields require operational data on the composition and properties of fluids. As part of the work, based on experimental *PVT* studies and analytical diagrams, the influence of non-hydrocarbon components on the thermodynamic processes of the reservoir mixture of the Mastakh field was determined. Different solubilities of heavy fractions of hydrocarbons in nitrogen and helium have been revealed.

Materials and research**methods**

The methodology for conducting thermodynamic studies and adjusting fluid dynamic properties using analytical diagrams can be divided into several stages: preparing recombined samples, conducting PVT experiments, processing research results.

Using the methodology of Gazprom VNIIGAZ LLC, the influence of non-hydrocarbon components on condensate losses in the deposit was determined for the conditions of development of the Mastakhskeye field.

Research results and**their discussion.**

The Mastakh gas condensate field is confined to the brachyan-ticlinical structure of the same name. It has a sublatitudinal strike along a closed isohypse. The arch is complicated by dome-shaped uplifts, the most significant of which are the western and eastern ones. The western rise has a fairly flat and extensive arch. The fault has not been opened in any of the wells. However, indirect signs indicate its presence.

The amount of undersaturation of the reservoir system is not high (1.15–1.3), high (up to 1.5) and depends mainly on the abnormally high reservoir pressure. Other reasons for this phenomenon may be the peculiarity of the formation conditions of the deposit or the shift of an already formed deposit. In addition, a significant thermodynamic characteristic is the dissolving ability of hydrocarbon and non-hydrocarbon components in the gas composition. For the initial conditions of the Mastakh field, a difference in reservoir pressures between the roof and the gas-water contact can be traced. There is a change in the content of hydrocarbon and non-hydrocarbon components over the area of the deposit.

Thus, as a result of comparing the experiments performed, it was established that the presence of nitrogen and helium in the mixture has different effects on the process of precipitation and loss of hydrocarbons in the deposit.

Conclusions.

Thus, the data obtained made it possible to determine the influence of non-hydrocarbon components on condensate losses in the deposit and on changes in the properties of the gas condensate system during the development of the Mastakh field. The different degrees of solubility of condensate in the presence of nitrogen and helium, as well as their effect on reservoir losses of hydrocarbons at the stages of pressure reduction, were determined.

Keywords:

field development indicators, forecasting, condensate losses, non-hydrocarbon components, reservoir gas, PVT research

Введение

Эффективное прогнозирование показателей разработки и дальнейшая эксплуатация нефтегазоконденсатных месторождений требуют оперативных данных о составе и свойствах многокомпонентных пластовых флюидов. Во многих случаях не представляется возможным получить необходимый комплекс исходных для определения потерь конденсата в залежи или они недостаточно полно исследованы. Особенно такие параметры необходимы при учете конденсатоотдачи и оценке влияния неуглеводородных компонентов на потери углеводородов в залежи.

В рамках работы на основании экспериментальных *PVT*-исследований и аналитических диаграмм определялось влияние неуглеводородных компонентов на термодинамические процессы пластовой смеси Мастахского месторождения. Изучалось различная растворимость тяжелых фракций углеводородов в азоте и гелии. Анализ исследований показал различную степень влияния неуглеводородных компонентов на потери конденсата в залежи и на давление начала конденсации пластового флюида Мастахского месторождения.

Результаты экспериментальных *PVT*-опытов доказали, что неуглеводородные компоненты в различной степени влияют на растворимость конденсата в пластовом газе. Также определено влияние азота и гелия на давление начала конденсации высококипящих углеводородов в пласте.

Материалы и методы исследований

Методику проведения лабораторных термодинамических исследований и корректировку с помощью аналитических диаграмм флюидодинамических свойств можно разделить на несколько этапов:

1. Подготовка рекомбинированных проб газа сепарации и насыщенного конденсата.
2. Проведение *PVT*-экспериментов газоконденсатных систем по изучению влияния неуглеводородных компонентов на величину давления начала конденсации.
3. Обработка результатов исследования газоконденсатных систем при наличии неуглеводородных ком-

понентов, влияющих на величину коэффициента извлечения конденсата на различных этапах снижения давления.

Определению степени влияния неуглеводородных компонентов на величину начала конденсации посвящено много работ [3–10]. Изучением зависимости термодинамической характеристики газоконденсатной системы от азота и гелия занимались различные авторы [4–14]. В связи с тем, что данная проблематика недостаточно изучена, был выполнен комплекс термодинамических исследований многокомпонентных систем Мастахского газоконденсатного месторождения [8].

Прогнозирование добычи конденсата осуществлялось в соответствии с методикой ООО «Газпром ВНИИГАЗ» [9]. Исследования выполнялись при пластовых температурах и различных концентрациях неуглеводородных компонентов в газоконденсатной системе. В опытах содержание азота в каждой из пластовой смесей составляло до 5 % мольн., а содержание гелия до 20 % мольн. По полученным данным строились зависимости исходной углеводородной системы без наличия в системе неуглеводородных компонентов и при их содержании в смеси [11–13]. Также по данной методике определялись пластовые потери конденсата и давление начала конденсации высококипящих углеводородов для условий разработки Мастахского месторождения [14].

Результаты исследований и их обсуждение

С целью эффективного прогнозирования показателей разработки требуются оперативные данные о составе и свойствах многокомпонентных пластовых флюидов. Во многих случаях не представляется возможным получить необходимый комплекс исходных параметров для определения потерь конденсата в залежи. Данные параметры необходимы при учете конденсатоотдачи и оценке влияния неуглеводородных компонентов на потери углеводородов в пласте.

Мастахское газоконденсатное месторождение приурочено к одноименной брахиантиклинальной структуре. Оно имеет субши-

ротное простираение по замкнутой изогипсе (кровля пласта T_1-IV_B). Свод осложнен куполовидными поднятиями, наиболее значительные из которых западное и восточное. Западное поднятие имеет довольно плоский и обширный свод. Разрывное нарушение ни одной из скважин не вскрыто. Однако косвенные признаки свидетельствуют о его наличии. По залежам, распространение которых включает местоположение разрывного нарушения, отмечается отличие отметок газоводяного контакта (ГВК) в опущенном и приподнятом блоках. Особенно четко это проявляется по залежи пласта J_1-II , в котором положение ГВК четко фиксируется материалами геофизических исследований скважин (ГИС). В связи с последним все залежи, «затронутые» разрывным нарушением, делятся на расположенные в приподнятом (западная часть) и опущенном (восточная часть) блоках. В целом месторождение изучено бурением и сейсморазведкой по нижнемеловым, юрским, триасовым и пермским отложениям.

По фазовому состоянию газоконденсатная система является недонасыщенной. Поэтому давление перехода из однофазного парогазового состояния в жидкое намного ниже начального пластового давления. Величина недонасыщенности пластовой системы бывает не высокой в пределах (1,15–1,3), высокой (до 1,5) и зависит в основном от аномально высокого пластового давления (АВПД). Другими причинами данного явления может быть особенность условий формирования месторождения или сдвиг уже сформированной залежи. Также значимой термодинамической характеристикой является растворяющая способность углеводородных и неуглеводородных компонентов в составе пластового газа. Для начальных условий Мастахского месторождения прослеживается разница в пластовых давлениях между кровлей и газоводяным контактом. Наблюдается изменение по площади залежи содержание углеводородных и неуглеводородных компонентов, что возможно связано с формированием месторождения.

Залежь пласта T_1-IV характеризуется терригенным коллектором невыдержанным по площади и разрезу. На основании результатах анализа кернового материала, отобранного из скважины № 18, значение пористости (K_p) составило 0,163 и средняя проницаемость составила $57 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Величина начальной газонасыщенности (K_r)

по результатам интерпретации материалов геофизических исследований по шести скважинам составила 0,448.

Газовая залежь приурочена к пласту P_2-I , располагающемуся в верхней части разреза пермских отложений условно разбивается на три слоя: сверху вниз – пласт P_2-I_a , пласт P_2-I_6 , пласт P_2-II [4]. Она контролируется кровлей проницаемой части пласта, границей разрывного нарушения и ГВК. Залежь в пределах опущенного блока, по данным интерпретации материалов ГИС, в полном объеме (P_2-I_a , P_2-I_6 , P_2-II) распространена только на восточном куполе. По данным результатов интерпретации материалов ГИС и лабораторных определений значение пористости K_p пласта P_2-I_a составило 0,143. Значение газонасыщенности пласта P_2-I_6 определено на трех образцах керна, отобранного из скважины № 11. Среднее значение K_r составило 0,657. По данным результатов интерпретации материалов ГИС среднее значение K_r составило 0,631 (4 скважины). По результатам проведения газодинамических исследований скважин значение проницаемости определено в целом для пластов P_2-I , II и составило $11,7 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ (3 скважины, 6 определений).

Залежи триасовых и пермских отложений газоконденсатные, в среднем начальное потенциальное содержание стабильного конденсата в триасовой залежи достигало $45,30 \text{ г/м}^3$ и выше, а в пермской залежи до 150 г/м^3 .

В составе изучаемой газоконденсатной системы наряду с углеводородными компонентами содержится азот, гелий и другие неуглеводородные компоненты. Экспериментальные PVT-исследования выполнялись на рекомбинированных пробах насыщенного конденсата и газа сепарации, отобранных на месторождении при исследовании скважин [15].

В опытах содержание азота в каждой из пластовой смесей доходило до 5% мольн., а содержание гелия до 20% мольн. По результатам исследований строили зависимость исходной углеводородной системы без неуглеводородных компонентов и при их содержании смеси. Так, например, в системе присутствие гелия в количестве 15,40 % снижает величину давления начала конденсации на 1,8 МПа. Динамика потерь конденсации в залежи Мастахского месторождения приведена в таблице 1 и рисунке 1.

Таблица 1. ДИНАМИКА ПОТЕРЬ КОНДЕНСАТА ПРИ СОДЕРЖАНИИ НЕУГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ЗАЛЕЖИ МАСТАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
Table 1. Dynamics of condensate losses with the content of non-hydrocarbon components in the reservoir of the Mastakhskoye field

	Пластовая угле- водородная смесь		Газоконденсатная система с азотом		Газоконденсатная система с гелием	
	Текущее давление в залежи, МПа	Потери конден- сата в залежи, г/м³	Текущее давление в залежи, МПа	Потери к онден- сата в залежи, г/м³	Текущее давление в залежи, МПа	Потери конден- сата в залежи, г/м³
1	2	3	4	5	6	7
1	44,80	0,00	44,80	0,00	44,80	0,00
2	42,37	0,00	42,70	1,00	42,14	0,00
3	39,94	0,00	40,60	2,00	39,48	0,00
4	37,50	0,70	38,50	3,00	36,80	0,70
5	31,30	8,00	31,60	9,67	31,00	7,02
6	26,00	18,57	26,70	21,00	25,30	16,57
7	22,00	36,50	22,60	38,90	21,02	34,50
8	18,50	56,73	19,04	60,01	18,01	50,73
9	14,70	74,48	15,12	79,40	14,20	67,48
10	9,60	83,15	10,04	88,00	9,40	75,15
11	4,70	74,67	5,40	81,00	4,50	65,67
12	1,20	60,08	1,35	66,80	1,10	48,90
	0,00	54,04	0,00	60,00	0,00	43,00

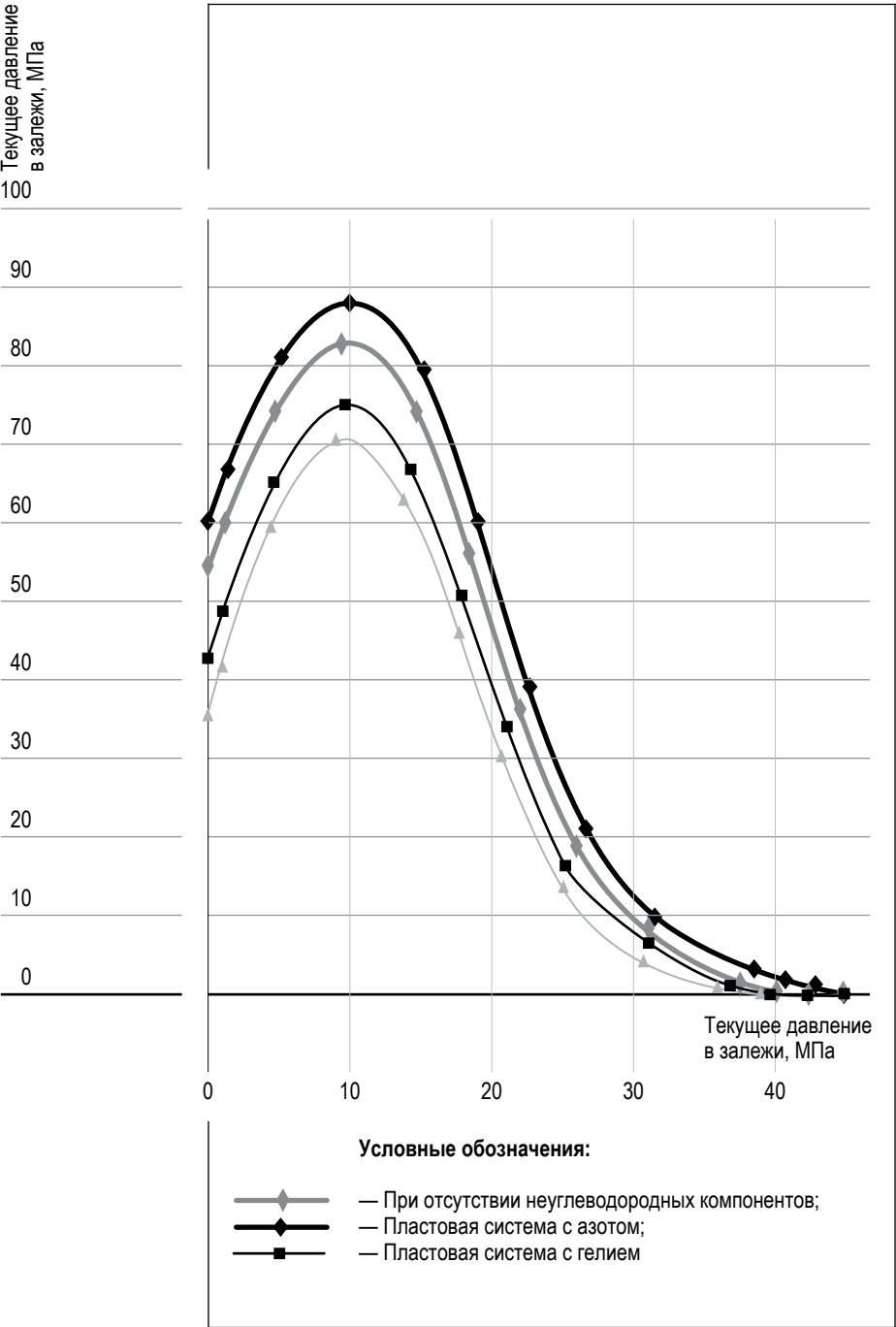


Рис. 1. Потери конденсата в залежи при содержании неуглеводородных компонентов пластовой системе.

Fig. 1. Losses of condensate in the reservoir with the content of non-hydrocarbon components in the reservoir system.

Таким образом, в опыте с точки давления начала конденсации – 42,4 МПа до максимальной конденсации – 9,6 МПа идет процесс конденсации, затем – процесс ретроградного испарения. Гелий при концентрации до 20 % мольн., снижает давление начала конденсации до 2,8 МПа, в то время как азот повышает давление начала конденсации. Для всех видов конденсата существует предел концентрации, при достижении которого уменьшается степень его влияния на конденсатоотдачу.

В таблице 3 показана зависимость пластовых потерь углеводородов и коэффициента извлечения конденсата (КИК) при наличии азота в пластовой системе Матахского месторождения.

Сравнение пластовых потерь углеводородов и коэффициента извлечения конденсата (КИК) при наличии неуглеводородных компонентов в пластовой системе Матахского месторождения, показало следующее: азот ухудшает растворимость ароматических углеводородов тем самым увеличивает давление начала конденсации; гелий же обладая лучшей растворяющей способностью, снижает давление начала конденсации. Он снижает давление максимальной конденсации углеводородов в залежи. Зависимость КИК от влияния неуглеводородных компонентов в пластовой системе Матахского месторождения представлена в таблице 5 и рисунка 2.

В таблице 6 приведен прогноз распределения доли добычи конденсата в процессе разработки Матахского месторождения.

Из таблицы видно, что от давления начала конденсации до давления максимальной конденсации добывается 48% конденсата, после давления максимальной конденсации добываем 21 %. Общие потери составят 31,0% конденсата. Коэффициент извлечения конденсата составляет 0,69. Если же в системе присутствует азот, от начала давления начала конденсации до давления максимальной конденсации в процессе конденсации добывается 58,0% конденсата, после максимальной конденсата в процессе испарения добываем 15%. Общие потери составят 58 %.

Накопленные результаты экспериментальных исследований по многим газоконденсатным месторождениям позволили выявить закономерности взаимосвязей основных свойств пластовых систем. Поправка к значению давления начала конденсации за счет моляр-

Таблица 2.

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОНДЕНСАТА
(КИК) НА ЭТАПАХ СНИЖЕНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ
В ЗАЛЕЖИ МАСТАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Table 2. Dependence of the condensate recovery factor at the stages
of reducing reservoir pressure in the reservoir of the Mastakhskoye field

	Текущее давление в залежи, МПа	Потери конденсата в залежи, г/м³	Количество конденсата в добыва- емом газе на n-ом этапе, г/м³	Количество извлекаемого конденсата на n-ом этапе, г/м³	Конденса- тоотдача, (КИК) %
1	2	3	4	5	7
1	44,80	0,00	120,00	0,00	0,00
2	42,37	1,00	120,00	1,00	3,00
3	39,94	1,00	120,00	1,00	7,00
4	37,50	0,70	119,30	3,00	10,00
5	31,30	8,00	112,00	12,00	21,00
6	26,00	18,57	101,43	23,00	30,00
7	22,00	36,50	83,50	33,00	36,00
8	18,50	56,73	63,27	37,00	40,00
9	14,70	74,48	45,52	38,70	44,00
10	9,60	83,15	36,85	44,45	48,00
11	4,70	74,67	45,33	56,00	53,00
12	1,20	60,08	59,92	78,00	61,00
13	0,00	54,04	65,96	91,00	69,00

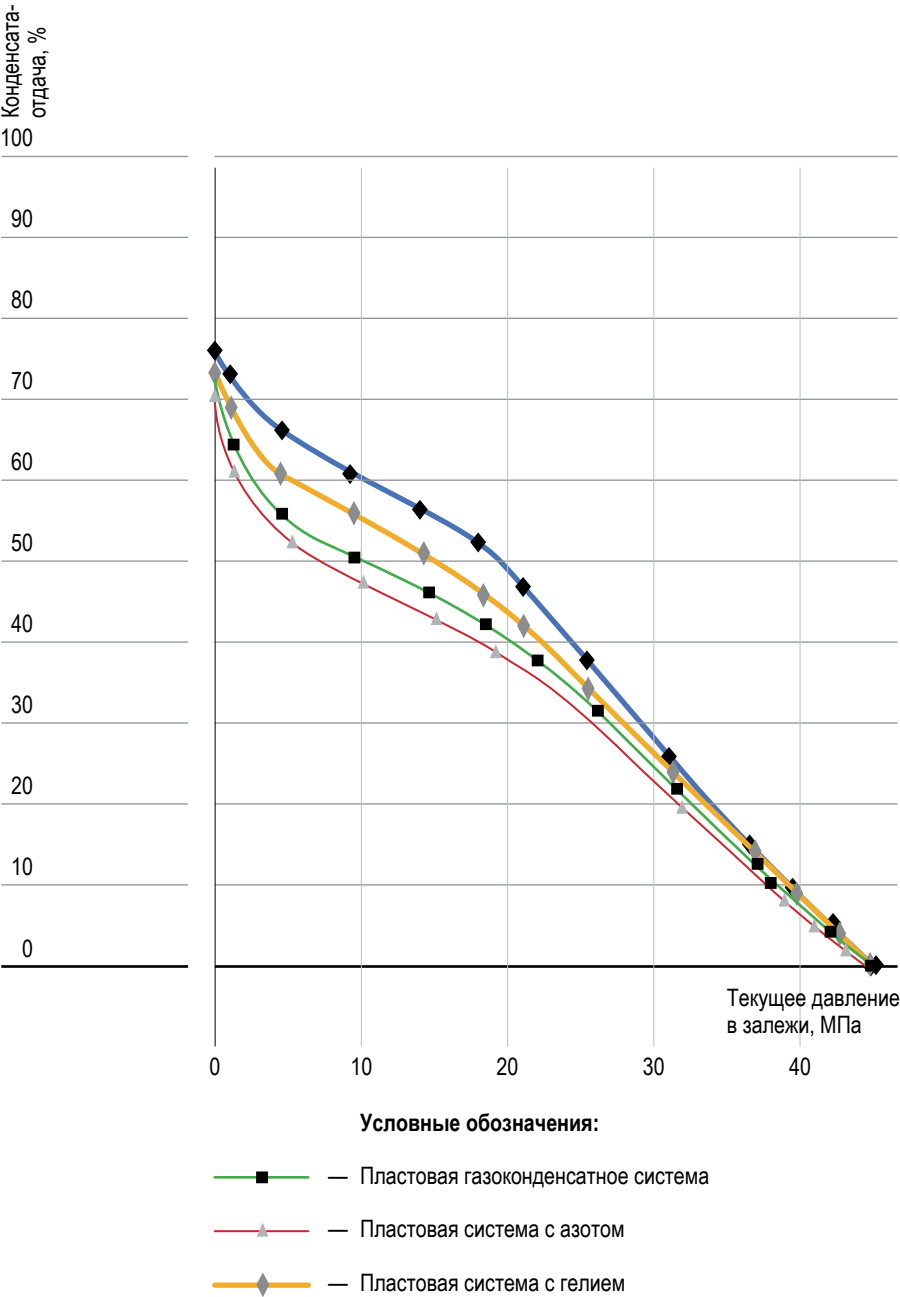


Рис. 2. Зависимость КИК от влияния неуглеводородных компонентов в пластовой системе Мастахского месторождения.
Fig. 2. Dependence of the condensate recovery factor on the influence of non-hydrocarbon components in the reservoir system of the Mastakhskoye field.

Таблица 3.

ЗАВИСИМОСТЬ ПЛАСТОВЫХ ПОТЕРЬ УГЛЕВОДОРОДОВ
И КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОНДЕНСАТА (КИК)
ПРИ НАЛИЧИИ АЗОТА В ПЛАСТОВОЙ СИСТЕМЕ
МАСТАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Table 3. Dependence of reservoir losses of hydrocarbons and condensate
recovery factor in the presence of nitrogen in the reservoir system of the
Mastakh field

	Текущее давление в залежи, МПа	Потери конденсата в залежи, г/м ³	Количество конденсата в добыва- емом газе на л-ом этапе, г/м ³	Количество извлека- емого конденсата на л-ом этапе, г/м ³	Конден- сато- отдача, %
1	2	3	4	5	7
1	44,80	0,00	120,00	0,00	0,00
2	42,70	1,00	119,00	3,00	2,00
3	40,60	2,00	118,00	4,00	5,00
4	38,50	3,00	117,00	6,00	8,00
5	31,60	9,67	110,33	15,00	19,00
6	26,70	21,00	99,00	26,00	27,00
7	22,60	38,90	81,10	35,00	33,00
8	19,04	60,01	59,99	37,65	37,00
9	15,12	79,40	40,60	39,90	41,00
10	10,04	88,00	32,00	47,31	45,00
11	5,40	81,00	39,00	58,78	50,00
12	1,35	66,80	53,20	81,56	58,00
13	0,00	60,00	60,00	94,74	67,00

ТАБЛИЦА 4. ЗАВИСИМОСТЬ ПЛАСТОВЫХ ПОТЕРЬ УГЛЕВОДОРОДОВ И КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОНДЕНСАТА (КИК) ПРИ НАЛИЧИИ ГЕЛИЯ В ПЛАСТОВОЙ СИСТЕМЕ МАСТАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
Table 4. Dependence of reservoir losses of hydrocarbons and condensate recovery factor in the presence of helium in the reservoir system of the Mastakh field

1	Текущее давление в залежи, МПа	Потери конденсата в залежи, г/м³	Количество конденсата в добываемом газе на л-ом этапе, г/м³	Количество извлекаемого конденсата на л-ом этапе, г/м³	Конденсато-отдача, %
2	3	4	5	7	
1	44,80	1,00	119,00	1,00	0,00
2	42,14	1,00	119,00	1,00	4,00
3	39,48	1,00	119,00	2,00	8,00
4	36,80	0,70	119,30	4,00	12,00
5	31,00	7,02	112,98	12,00	23,00
6	25,30	16,57	103,43	22,00	33,00
7	21,02	34,50	85,50	33,00	40,00
8	18,01	50,73	69,27	37,76	44,00
9	14,20	67,48	52,52	40,78	49,00
10	9,40	75,15	44,85	49,12	53,00
11	4,50	65,67	54,33	64,94	58,00
12	1,10	48,90	71,10	85,60	66,00
13	0,00	43,00	77,00	97,14	70,00

Таблица 5.

ЗАВИСИМОСТЬ КИК ОТ ВЛИЯНИЯ НЕУГЛЕВОДОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПЛАСТОВОЙ СИСТЕМЕ МАСТАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Table 5. Dependence of CIC on the influence of non-hydrocarbon components in the reservoir system of the Mastakh field

	Пластовая газоконденсатная система		Пластовая система с азотом		Пластовая система с гелием	
	Текущее давление в залежи, МПа	Конденсато-отдача, %	Текущее давление в залежи, МПа	Конденсато-отдача, %	Текущее давление в залежи, МПа	Конденсато-отдача, %
1	2	3	4	5	6	7
1	44,80	0,00	44,80	0,00	44,80	0,00
2	42,37	3,00	42,70	2,00	42,14	4,00
3	39,94	7,00	40,60	5,00	39,48	8,00
4	37,50	10,00	38,50	8,00	36,80	12,00
5	31,30	21,00	31,60	19,00	31,00	23,00
6	26,00	30,00	26,70	27,00	25,30	33,00
7	22,00	36,00	22,60	33,00	21,02	40,00
8	18,50	40,00	19,04	37,00	18,01	44,00
9	14,70	44,00	15,12	41,00	14,20	49,00
10	9,60	48,00	10,04	45,00	9,40	53,00
11	4,70	53,00	5,40	50,00	4,50	58,00
12	1,20	61,00	1,35	58,00	1,10	66,00
13	0,00	69,00	0,00	67,00	0,00	70,00

Таблица 6.

ПРОГНОЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЛИ ДОБЫЧИ КОНДЕНСАТА
МАСТАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
Table 6. Forecast of the distribution of the share of condensate production
from the Mastakhskoye field

	Пластовые потери конденсата, %	Процесс конденсации, %	Процесс испарения, %
1	Пластовая газоконденсатная система		
	31,0	48,0	21,0
2	Пластовая система с азотом		
	27,0	58,0	15,0
3	Пластовая система с гелием		
	30,0	53,0	17,0

ных долей азота, гелия и массовых долей углеводородов в конденсате представлена на рисунке 3.

Из выше представленных номограмм видно, что степень влияния азота снижает давление начала конденсации.

Таким образом, в результате сравнения проведенных экспериментов установлено, что наличие в смеси азота и гелия по-разному влияют на процесс выпадения и потерь углеводородов в залежи. Лучшая растворяющая способность гелия способствует снижению давления начала конденсации, причем степень снижения зависит от количества гелия в пластовом газе. При давлении максимальной конденсации выше объем ретроградной жидкости углеводородных систем

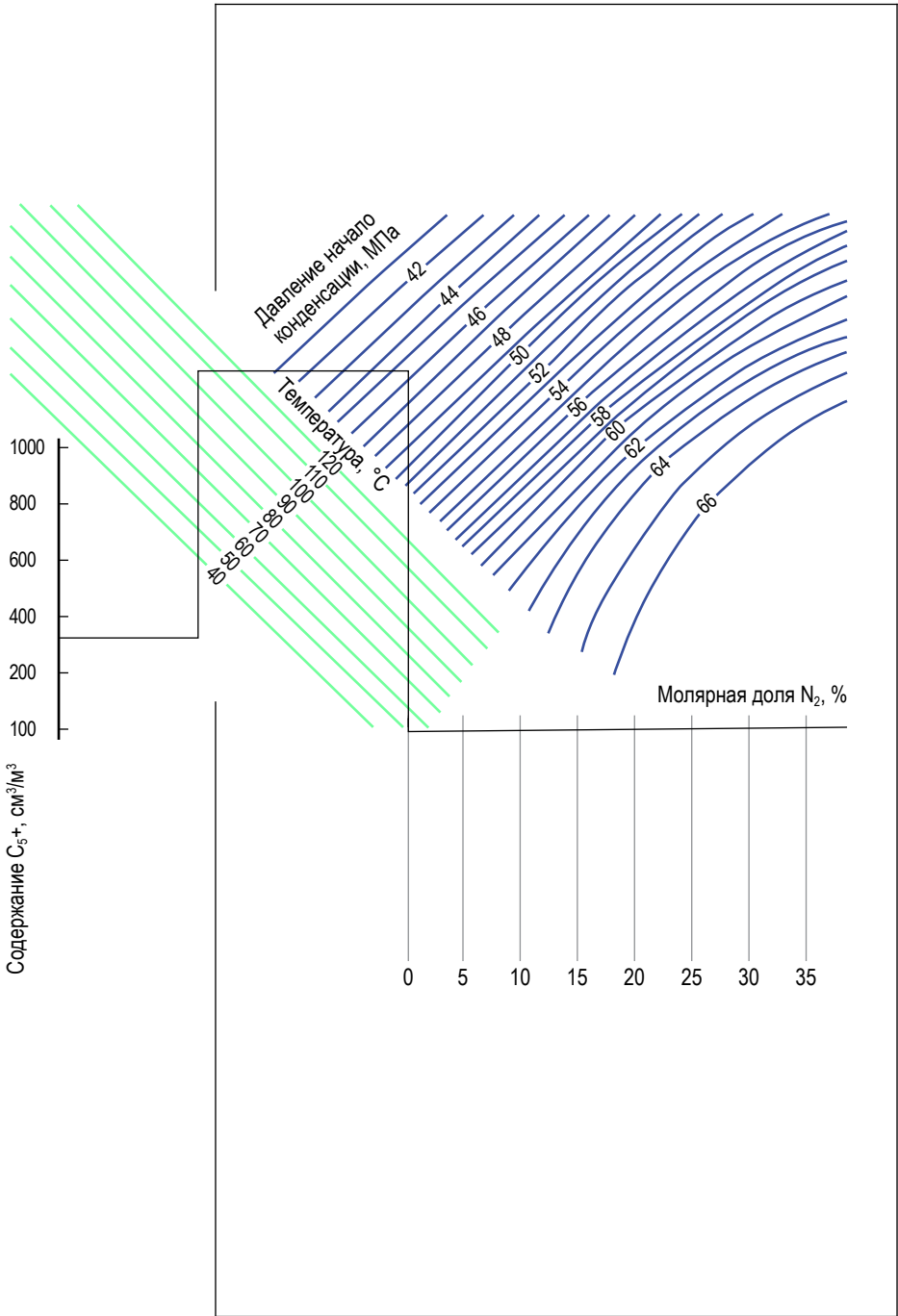


Рис. 3.

Номограмма для определения влияния азота на давление начала конденсации.
Fig. 3. Nomogram for determining the effect of nitrogen on the pressure of the onset of condensation.

Выводы

Таким образом, при анализе проектных решений и для регулирования разработки газоконденсатных залежей необходимо прогноз потерь углеводородов в пласте на весь период разработки месторождения. Обоснование физико-химических свойств добываемых флюидов нужно для корректировки прогноза по динамике текущей конденсатоотдачи и оценки точности полученных значений.

Результаты экспериментальных опытов позволили определить влияния неуглеводородных компонентов на потери конденсата в залежи и на изменение свойств газоконденсатной системы при разработке Матахского месторождения. Определена различная степень растворимости конденсата в присутствии азота и гелия, а также их влияние на пластовые потери углеводородов на этапах снижения давления.

Накопленные результаты экспериментов по многим газоконденсатным месторождениям позволили на основании выявленной закономерности взаимосвязей основных свойств многокомпонентных систем построить номограммы для корректировки влияния на условия конденсации углеводородных и неуглеводородных компонентов.

Библиографический список

1. Александрова Е.М., Инякина Е.И. и др. Результаты изучения пластовых флюидов газонефтяных залежей ботуобинского горизонта // Академический журнал Западной Сибири. 2018. Т. 14. № 4 (75). С. 42–43.
2. Брусиловский А.И. Фазовые превращения при разработке месторождений нефти и газа. М.: Грааль, 2002. 575 с.
3. Добролюбова Р.К., Инякина Е.И., Краснов И.И. Исследование влияния азота на пластовые потери конденсата при разработке Чаяндинского месторождения // Наука. Инновации. Технологии. 2022. № 3. С. 75–96.
4. Гриценко А.И., В.В. Юшкин и др. Научные основы прогноза фазового поведения пластовых газоконденсатных систем. М.: Недра, 1995. 432 с.
5. Краснова Е.И., Грачев С.И. Результаты исследования фазового поведения углеводородов при наличии пластовой

- воды в газоконденсатной системе // Академический журнал Западной Сибири, 2012. №4. С. 10.
6. Гуревич Г.Р., Леонтьев И.А., Непомнящий Л.Я. Влияние неуглеводородных компонентов на величину давления начала конденсации // Газовая промышленность. 1982. №9. С. 23–24.
 7. Гоголева Н.И., Инякина Е.И., Добролюбова Р.К. Влияние неуглеводородных компонентов на величину давления начала конденсации // Научный форум. Сибирь. 2023. Т.9. № 1. С. 62–64.
 8. Гриценко И.Ю., Островская Т.Д., Юшкин В.В. РVT-исследования Уренгойского месторождения ачимовская свита // Изучение углеводородных систем сложного состава. М.: ВНИИГАЗ, 2000. С. 12–15.
 9. Островская Т.Д., Гриценко И.А. Исследования газоконденсатных смесей, содержащих N_2 , H_2S , CO_2 // Газовая промышленность. 1983. №8. С. 31–32.
 10. Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э. Критерии классификации платформенных структур // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. 2004. №1. С. 47–58.
 11. Краснова Е.И., Островская Т.Д. Оценка увеличения продуктивности газоконденсатных скважин на поздней стадии разработки месторождений // Академ. журнал Западной Сибири, 2013. Т. 9. №6 (49). С. 31.
 12. Катанова Р.К., Левитина Е.Е., Инякина Е.И., Краснов И.И. Оценка потерь углеводородов в залежи пласта Т1-А при разработке Среднетюнгского месторождения // Наука. Инновации. Технологии. 2020. №4. С. 29–40.
 13. Островская Т.Д., Гриценко А.И., Желтовский В.И. Метод внесения поправок по влиянию углекислого газа на фазовые превращения пластовых систем // Газовая промышленность. 1988. №1. С. 44–45.
 14. Инякина Е.И., Катанова Р.К., Инякин В.В., Альшейхли М.Д.З. Изучение влияния остаточной нефти на пластовые потери конденсата на Среднеботуобинском нефтегазоконденсатном месторождении // Наука. Инновации. Технологии. 2021. №1. С. 39–52.
 15. Katanova R.K., Krasnov I.I., Inyakina E.I., Alsheikhly M.D. Zestimation of the influence of oil flows on the formation losses of condensate during the development of multi-layer de-

posits // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science «International Science and Technology Conference “Earth Science”», ISTC EarthScience 2022. Chapter 1.” 2022. С. 022067.

References

1. Alexandrova E.M., Inyakina E.I. and others. Results of the study of formation fluids of gas-oil deposits of the Botuobinsky horizon. Academic Journal of Western Siberia. 2018. Vol. 14. No. 4 (75). P. 42–43 (In Russ.).
2. Krasnova E.I., Grachev S.I. The results of the study of the phase behavior of hydrocarbons in the presence of formation water in the gas condensate system // Academic Journal of Western Siberia, 2012. No. 4. P. 10 (In Russ.).
3. Brusilovsky A.I. Phase transformations in the development of oil and gas fields. M.: Grail, 2002. 575 p. (In Russ.).
4. Dobrolyubova R.K., Inyakina E.I., Krasnov I.I. Investigation of the effect of nitrogen on reservoir condensate losses during the development of the Chayandinskoye field. Science. Innovations. Technologies. 2022. No. 3. P. 75–96 (In Russ.).
5. Krasnova E.I., Grachev S.I. The results of the study of the phase behavior of hydrocarbons in the presence of reservoir water in the gas condensate system // Academic Journal of Western Siberia, 2012. No. 4. P. 10 (In Russ.).
6. Gurevich G.R., Leontiev I.A., Nepomniachtchi L.Ya. Influence of non-hydrocarbon components on the pressure value of the onset of condensation. Gas industry. 1982. No. 9. P. 23–24 (In Russ.).
7. Gogoleva N.I., Inyakina E.I., Dobrolyubova R.K. Influence of non-hydrocarbon components on the pressure value of the onset of condensation. Scientific forum. Siberia. 2023. Vol. 9. No. 1. P. 62–64 (In Russ.).
8. Gritsenko I.Yu., Ostrovskaya T.D., Yushkin V.V. PVT – studies of the Urengoy deposit Achimov suite // Study of complex hydrocarbon systems. M.: VNIIGAZ, 2000. P. 12–15 (In Russ.).
9. Ostrovskaya T.D., Gritsenko I.A. Studies of gas condensate mixtures containing N₂, H₂S, CO₂ // Gas industry. 1983. No. 8. P. 31–32 (In Russ.).
10. Kontorovich V.A., Belyaev S.Yu., Kontorovich A.E. Criteria for the classification of platform structures // Geology, geophysics and development of oil fields. 2004. No. 1. P. 47–58 (In Russ.).
11. Krasnova E.I., Ostrovskaya T.D. Evaluation of the increase in

- the productivity of gas condensate wells at a late stage of field development. Akadem. Journal of Western Siberia, 2013. Vol. 9. No. 6 (49). P. 31 (In Russ.).
12. Katanova R.K., Levitina E.E., Inyakina E.I., Krasnov I.I. Assessment of hydrocarbon losses in the T1-A reservoir during the development of the Srednetyungskoye field // Science. Innovations. Technologies. 2020. No. 4. P. 29–40 (In Russ.).
 13. Ostrovskaya T.D., Gritsenko A.I., Zheltovsky V.I. The method of making corrections for the effect of carbon dioxide on the phase transformations of reservoir systems. Gas industry. 1988. No. 1. P. 44–45 (In Russ.).
 14. Inyakina E.I., Katanova R.K., Inyakin V.V., Alsheikhli M.D.Z. Study of the effect of residual oil on reservoir condensate losses at the Srednebotuobinskoye oil and gas condensate field. Science. Innovations. Technologies. 2021. No. 1. P. 39–52 (In Russ.).
 15. Katanova R.K., Krasnov I.I., Inyakina E.I., Alsheikhly M.D.Z. Estimation of the influence of oil flows on the formation losses of condensate during the development of multi-layer deposits. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Science and Technology Conference "Earth Science", ISTC EarthScience 2022. Chapter 1." 2022. S. 022067.

**Статья поступила в редакцию 31.08.2023;
одобрена после рецензирования 21.10.2023;
принята к публикации 31.10.2023.**

**The article was submitted to the editorial office 31.08.2023;
the article was approved after reviewing 21.10.2023;
the article was accepted for publication 31.10.2023.**

Информация об авторах

Альшейхли Мохаммед Джавад Зейналабидин, кандидат технических наук, директор студенческого городка, Киркукский университет.

E-mail: mohammed.jawad@uokirkuk.edu.iq,
mehemet80@gmail.com

Добролюбова Розалия Кирилловна, старший преподаватель базовой кафедры нефтегазового дела, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова.
E-mail: rose941101@mail.ru

Инякина Екатерина Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Тюменский индустриальный университет.
E-mail: injakinaei@tyuiu.ru

Краснов Иван Игнатьевич, кандидат технических наук, доцент базовой кафедры нефтегазового дела, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова.
E-mail: iikrasnov17@gmail.com

Information about the authors

Mohammed Javad Zeinalabideen Alsheikhli, Ph.D. in Technical Sciences, Campus Director, Kirkuk University. E-mail: mohammed.jawad@uokirkuk.edu.iq, mehemet80@gmail.com

Rozalia K. Dobrolyubova, Senior Lecturer, the Basic Department of Oil and Gas Business, Mirny Polytechnic Institute (branch) of North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov.
E-mail: rose941101@mail.ru

Ekaterina I. Inyakina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, the Department of the Development and Operation of Oil and Gas Fields, Tyumen Industrial University.
E-mail: injakinaei@tyuiu.ru

Ivan I. Krasnov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, the Basic Department of Oil and Gas Business, Mirny Polytechnic Institute (branch) of North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov.
E-mail: iikrasnov17@gmail.com

2.8.4.
УДК 622.234.573
DOI

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)
10.37493/2308-4758.2023.4.9

Керимов А-Г.Г.,
Керимова Е.Г.,
Бекетов С.Б.,
Гулькина Т.А.,
Копченков В.Г.

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь,
Россия

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

Введение.

Отсутствие возможности точного прогноза градиента гидро-разрыва пласта (ГРП) приводит порой к катастрофическим последствиям, например, к раскрытию естественных трещин не в запланированном объекте, вследствие чего возникали весьма дорогостоящие проблемы при строительстве скважины. Градиент гидроразрыва является чрезвычайно важным параметром, требующим учета при проектировании проводки скважины.

Материалы и методы
исследований.

Для моделирования ГРП часто используют лабораторные комплексы, где выполняются экспериментальные исследования образцов горных пород, отобранных в скважине. В статье представляется схема для определения скорости распространения продольных и поперечных волн в лабораторных условиях с целью расчета коэффициента Пуассона.

Результаты исследований

и их обсуждение.

Система работает путем возбуждения ультразвуковой акустической волны в торце образца керна цилиндрической формы с последующей регистрацией времени прихода волн в окончание торца керна. Если известна длина образца керна, рассчитываются скорости продольной и поперечной волн. Скорость равна отношению длины образца ко времени прихода волны в противоположный торец образца. Однако зачастую образцы керна, отобранные из скважины, в которой планируется выполнять ГРП, не всегда бывают представительными, часто на практике имеет место низкий процент отбора керна. В статье приводится методика расчета некоторых исходных параметров для моделирования гидроразрыва пласта, основанная на промыслово-геофизичес-

ких данных. Расчет включает в себя применение комплексного анализа данных геофизических исследований скважин методом широкополосного акустического каротажа (АКШ) и результатов численных расчетов физико-механических свойств горных пород.

Выводы.

Получаемая информация позволяет оперативно и качественно выполнять необходимые расчет прочностных свойств стенок скважины, качественно выполнять ГРП, практически в масштабе реального времени определять характеристики упругой среды, а также проектировать другие технологические процессы с использованием фундаментальных законов подземной гидродинамики и анализа результатов геолого-промысловых исследований. Следует отметить, что в случае отсутствия каротажного материала методом АКШ предлагается использовать данные стандартного акустического каротажа, выполнение которого регламентировано во всех скважинах при их строительстве, и посредством его выполнять расчет скорости пробега поперечной волны основываясь на табличных значениях скоростей продольной и поперечной волн в горных породах.

Ключевые слова: градиент давления гидроразрыва пласта, коэффициент Пуассона, широкополосный акустический каротаж

Kerimov A-G.G., North-Caucasus Federal University,
Kerimova E.G., Stavropol,
Beketov S.B., Russia
Gunkina T.A.,
Kopchenkov V.G.

Method for Calculating Parameters of Mechanical Properties of Rocks for Simulation of Hydraulic Fracturing

Introduction.

The inability to accurately predict the hydraulic fracturing gradient (fracking) occasionally leads to catastrophic consequences, for example, to the disclosure of natural cracks in the object, which was not planned. It results in very expensive problems during the construction of the well. The hydraulic fracturing gradient is an extremely important parameter that needs to be taken into account when designing the well wiring.

Materials and research

methods.

To simulate hydraulic fracturing, laboratory complexes are often used, where experimental studies of rock samples taken in the well are carried out. The article presents a scheme for determining the propagation velocity of longitudinal and transverse waves in laboratory conditions in order to calculate the Poisson's ratio.

Research results and their

discussion.

The system works by exciting an ultrasonic acoustic wave at the end of a cylindrical core sample, followed by recording the arrival times of waves at the end of the core end. Knowing the length of the core sample, the velocities of the longitudinal and transverse waves are calculated. The velocity is equal to the ratio of the length of the sample to the time of arrival of the wave at the opposite end of the sample. However, often core samples taken from the well in which it is planned to perform hydraulic fracturing are not always representative, often in practice there is a low percentage of core sampling. The article presents a method for calculating some initial parameters for modeling hydraulic fracturing, based on field and geophysical data. The calculation includes the application of a comprehensive analysis of the data of geophysical studies of wells by broadband acoustic logging and the results of numerical calculations of the physical and mechanical properties of rocks.

Conclusions.

The information obtained allows one to quickly and efficiently perform the necessary calculation of the strength properties of the walls of the well, perform hydraulic fracturing efficiently, determine the characteristics of the elastic medium practically on a real-time scale, as well as design other technological processes using the fundamental laws of underground hydrodynamics and analysis of the results of geological and field studies. It should be noted that in the absence of logging material by the broadband acoustic logging method, it is proposed to use the data of standard acoustic logging, the implementation of which is regulated in all wells during their construction, and through it to calculate the speed of the transverse wave run based on tabular values of the velocities of longitudinal and transverse waves in rocks.

Keywords:

hydraulic fracturing pressure gradient, Poisson's ratio, broadband acoustic logging

Введение

В отечественной и зарубежной литературе отмечается большое количество публикаций по проблемам моделирования гидроразрыва пласта (ГРП) [3, 4]. При моделировании анизотропной слоистой структуры различными способами большинства элементов возможно создать имитационную модель максимально приближенную к реалистической [1, 2]. В этом случае на основе анализа геологической неоднородной структуры представляется возможным получать информацию для построения геомеханической модели [8, 9, 10].

ГРП широко применяется на практике более 50 лет для интенсификации добычи природного газа и нефти из разнообразных пород-коллекторов [5, 6]. В течение многих лет спорным оставался вопрос о значении градиента гидроразрыва при формировании трещин в горных породах. Отсутствие возможности точного прогноза градиента гидроразрыва пласта приводило порой к катастрофическим последствиям, например, к раскрытию естественных трещин не в запланированном объекте, в следствие чего возникали весьма дорогостоящие проблемы при бурении скважины, в частности, поглощения бурового раствора. Превышение репрессии на пласт создает перепад давлений, сопровождающийся растрескиванием вскрытой скважиной части пласта-коллектора, которое приводит к поглощению бурового раствора. Поэтому градиент гидроразрыва является чрезвычайно важным параметром, требующим учета при проектировании проводки скважины.

Оптимизация процесса ГРП означает снижение капитальных вложений для определенных геолого-промысловых условий на основе рекомендованных обоснованных технологий в результате прикладных исследований не только прямыми методами (исследование характеристик керна), но и всего спектра косвенных методов исследований геологического разреза [11, 12, 13]. Основной задачей исследований является предоставление заказчику достоверных выводов по результатам комплексных геолого-промысловых исследований.

Материалы и методы исследований

Для моделирования ГРП часто используют лабораторные комплексы, где выполняются экспериментальные исследования образцов горных пород, отобранных в скважине. Однако зачастую образцы керна, отобранные из скважины, в которой планируется выполнять ГРП, не всегда бывают представительными, часто на практике имеет место низкий процент отбора керна, например, в трещиноватых породах. К тому же не все скважины бурятся с отбором керна. Отмечаются случаи, когда результаты, полученные по итогам лабораторных исследований керна по одной скважине переносятся на остальные скважины без учета изменения геологической среды по площади или разрезу, например, не учитываются фациальная изменчивость, минеральный состав и другие параметры горной породы в соседних скважинах.

Необходимую информацию, предназначенную для качественного выполнения моделирования ГРП, возможно получить по данным акустического каротажа широкополосного (АКШ) или стандартного акустического каротажа, если имеется информация о литологии горных пород. В этом случае рассчитывается модуль Юнга и коэффициент Пуассона по всему вскрытому геологическому разрезу, при этом получаемые значения будут более объективными в отличие от результатов исследований, выполняемых на керне, так как исследования каротажными выполняются непосредственно в интервале естественного залегания горных пород, т.е. данные получены в реальных термобарических условиях залегания пластов-коллекторов.

Для характеристики упругой среды используются различные параметры: модуль Юнга E – характеризует способность геологического объекта сопротивляться деформациям растяжения или сжатия; модуль сдвига G – величина, определяющая способность горной породы сопротивляться изменению формы при сохранении объема; коэффициент Пуассона ν – упругая константа, величина отношения относительного поперечного сжатия к относительному продольному растяжению пород. При моделировании ГРП коэффициент Пуассона используют для расчета величины минимального горизонтального напряжения, модуль Юнга – для расчета ширины раскрытия трещины.

Каждый из указанных параметров выражается соответствующей формулой через значения скоростей продольных и поперечных волн [7]:

$$\nu = \frac{V_P^2 - 2V_S^2}{2(V_P^2 - V_S^2)}, \quad (1)$$

где ν – коэффициент Пуассона;
 V_P – скорость распространения продольной волны;
 V_S – скорость распространения поперечной волны.

$$E = \frac{\nu V_S^2 (3V_P^2 - 4V_S^2)}{(V_P^2 - V_S^2)}, \quad (2)$$

где E – модуль Юнга.

$$G = \nu V_S^2, \quad (3)$$

где G – модуль сдвига.

Прежде чем выполнить расчет параметров для моделирования ГРП, рассмотрим последовательность получения информации, характеризующей упругие константы при выполнении лабораторных исследований на образцах керна с использованием лабораторного комплекса экспериментального моделирования. С целью изучения упругих характеристик керна в лаборатории выполняют анализ кинематических характеристик ультразвуковых волн, используя генератор ультразвуковой частоты и высокочастотный осциллограф (рис. 1).

После возбуждения ультразвуковой акустической волны в торце образца керна цилиндрической формы регистрируются времена прихода (пробега) волн в окончание торца керна. При знании длины образца керна рассчитываются скорости продольной волны при возбуждении продольной волны и скорость поперечной волны при возбуждении поперечной волны. Скорость равна отношению длины образца ко времени прихода волны в противоположный торец образца.

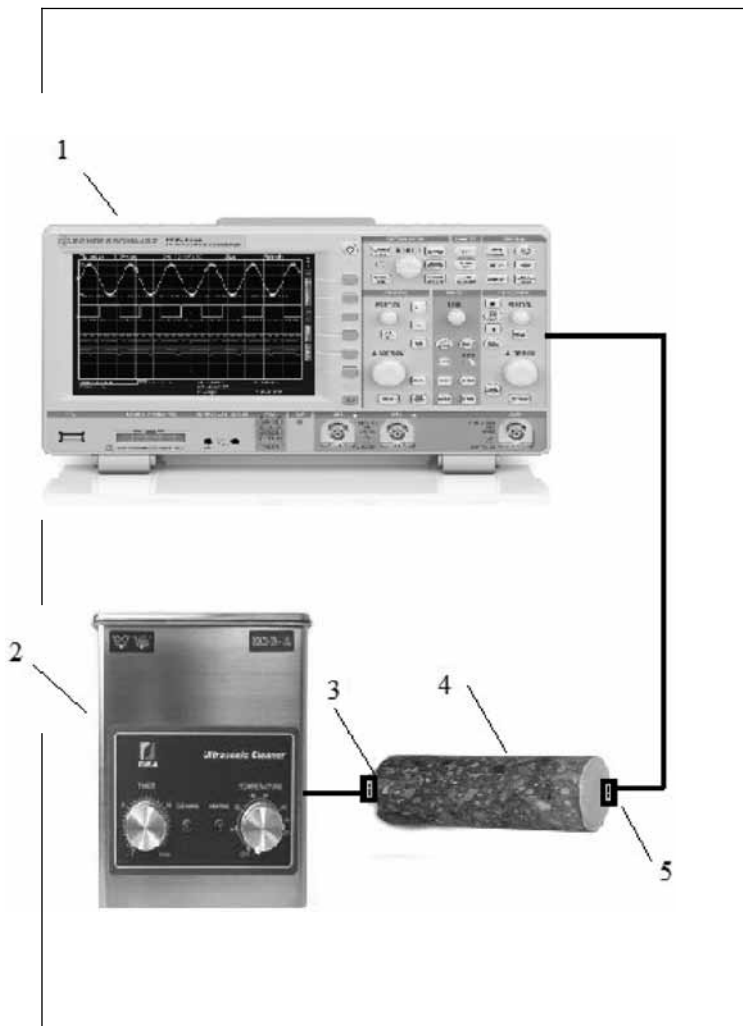


Рисунок 1.

Схема для определения скорости распространения продольных и поперечных волн в лабораторных условиях:
 1 – осциллограф прибор для измерения интервального времени ΔT ,
 2 – генератор импульсов,
 3 – излучатель,
 4 – образец керна,
 5 – приемник.

Figure 1. Scheme for determining the propagation velocity of longitudinal and transverse waves in laboratory conditions:

1 – oscilloscope device for measuring the interval time ΔT ,
 2 – pulse generator,
 3 – emitter,
 4 – core sample,
 5 – receiver.

В скважинных условиях применяется аналогичная технология непрерывного измерения интервальных времен по стволу скважины по методу АКШ. В этом случае представляется возможность оперативного получения информации о скоростях продольных и поперечных волн по разрезу. Дополняя эту информацию значениями плотности горных пород по данным гамма-гамма каротажа, представляется возможным рассчитывать механические свойства горных пород, информацию необходимую для качественного моделирования ГРП.

Результаты исследований и их обсуждение

На примере одной из скважин, геологический разрез которой представлен глинистыми трещиноватыми породами-коллекторами, описываются алгоритмы расчета некоторых параметров необходимых для качественного моделирования ГРП. Расчет выполнялся по данным стандартного АК по кинематической характеристике продольной волны с учетом данных полученных при расчленении геологического разреза по литологии гамма-каротажом (ГК) (рис. 2).

По данным стандартного акустического каротажа, выполнение которого регламентировано во всех скважинах при их строительстве, был произведен расчет скорости пробега поперечной волны основываясь на табличных значениях скоростей продольной и поперечной волн в горных породах (табл. 1). Известно, что скорости продольных волн всегда больше скоростей поперечных. В среднем для горных пород отношение $V_p/V_s = 1,73$ [7]. Однако, имея данные по литологии и табличные значения скоростей продольной и поперечной волн в горных породах отдельно, выполняем расчет скорости поперечной волны с учетом литологии и среднего геометрического значения табличного диапазона скоростей продольной волны.

Среднее геометрическое значение скорости продольной волны в глинистых породах изучаемого разреза составляет – 2569 м/с, среднее геометрическое скорости поперечной волны – 1691 м/с. Для изучаемых глинистых пород отношение скоростей V_p/V_s равняется **1,52**. В аргиллите отношение скоростей V_p/V_s равняется **1,55**. В известняке отношение скоростей V_p/V_s равняется **1,89**.

Таблица 1.

СКОРОСТИ ПРОДОЛЬНОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ ВОЛН В ГОРНЫХ ПОРОДАХ, М/С

Table 1. Velocity of longitudinal and transverse waves in rocks, m/s

Порода	V_p , м/с	V_s , м/с
Воздух (газ)	335	—
Вода (пластовая)	1490–1880	—
Нефть	1050–1400	—
Габбро	6400–7200	3700–4250
Гранит	5700–6500	3350–3800
Песчаники	3000–5300	2000–3500
Глины	2000–3300	1300–2200
Аргиллиты	3300–4500	2200–2800
Известняки	2600–7100	1400–3700
Доломиты	3000–7900	1550–4150
Ангидриты	5300–6100	2900–3400
Угли	1000–3000	700–2000
Железо	5850	3230
Алюминий	6210	3080
Лед	3000–4000	

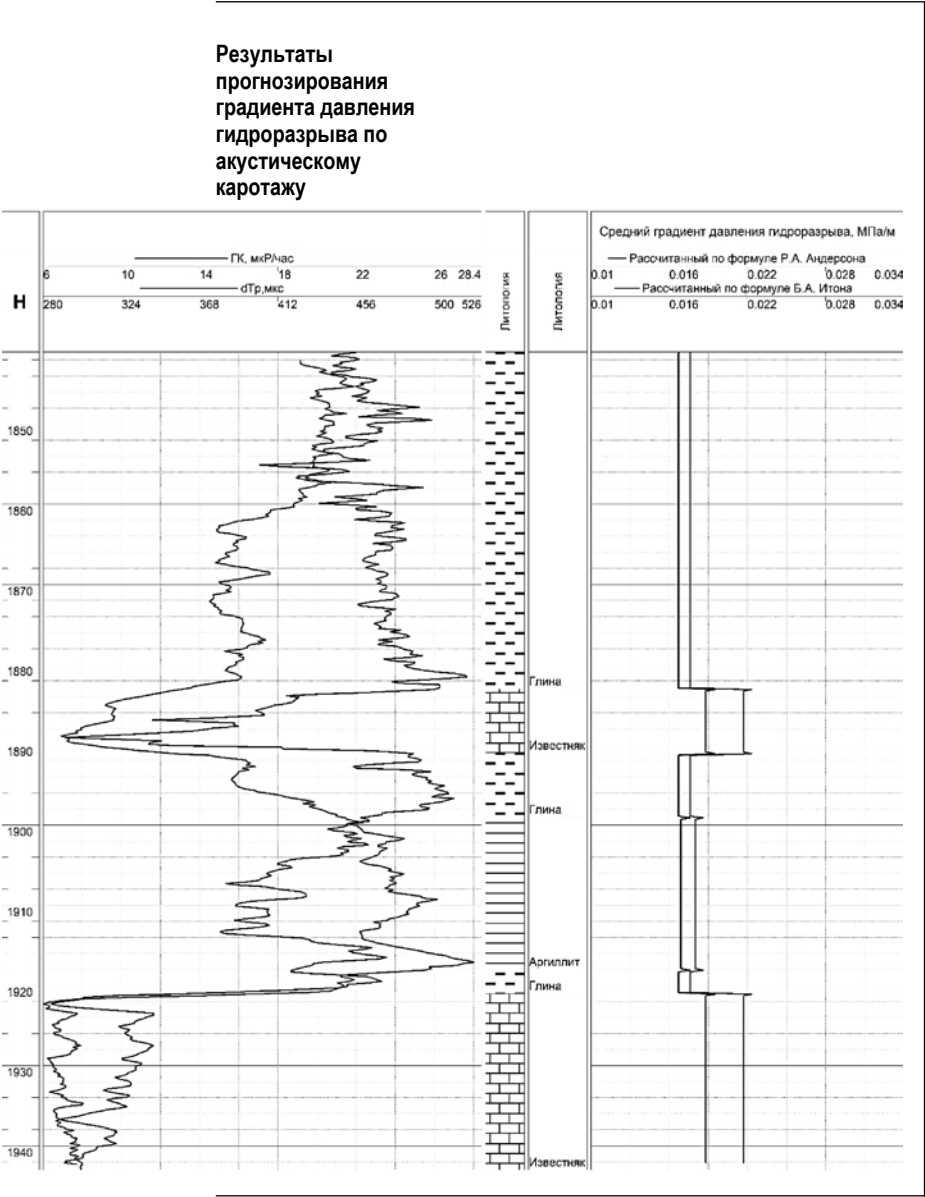


Рисунок 2.

Результаты расчленения геологического разреза по кривым гамма каротажа и временной кривой интервального времени акустического каротажа (слева). Линии, отражающие градиент давления гидроразрыва пласта для пород разной литологии, полученные по данным АК (справа).

Figure 2. Results of subdivision of the geological section according to the curves of gamma ray logging and the time curve of the interval time of acoustic logging (left). Lines reflecting the hydraulic fracturing pressure gradient for rocks of different lithologies, obtained from AK data (right).

Имея кривую интервального времени пробега продольной волны ΔT по данным АК выполняем расчет скорости продольной волны $V_P = 1/\Delta T$, а затем рассчитываем скорость поперечной волны применяя полученные переводные коэффициенты, рассчитанные из отношения скоростей V_P/V_S для горных пород различной литологии.

По значениям скоростей обеих волн выполняем расчет коэффициента Пуассона. Формула представлена на языке ГеоСи. Формула ГеоСи соответствует функции в языке С и С++:

```
formula 1 (*Puas) (*Vp, *Vs)
{
*Puas = (*Vp^2-2*(*Vs^2))/(2*(*Vp^2)-2*(*Vs^2));
}
```

Получаем кривую коэффициента Пуассона в интересующем нас интервале.

В практике проводимых работ по ГРП наиболее известной формулой, выражающей градиент давления гидроразрыва через коэффициента Пуассона, является формула Б.А. Итона [15]:

$$\rho_{грп} = \frac{P_{пл}}{L} + \left(\frac{\nu}{1-\nu} \right) \frac{P_{геост} - P_{пл}}{L}, \quad (4)$$

где $\rho_{грп}$ — градиент гидроразрыва пласта, МПа/м;
 $P_{пл}$ — пластовое давление, МПа;
 L — глубина залегания объекта, м;
 ν — коэффициент Пуассона;
 $P_{геост}$ — геостатическое давление, МПа.

В формуле имеется параметр, описывающий геостатическое давление $P_{геост}$. Для изучаемого нефтенасыщенного объекта плотностью 2300 кг/м^3 (средняя плотность геологического объекта, располагающегося на глубине 1900 м), при первичном вскрытии с промывкой буровым раствором плотностью $\rho_{ж} = 1500 \text{ кг/м}^3$ (дела скв. № 1, 2, 9, 18 и др.) геостатическое давление рассчитывалось по формуле 5:

$$P_{геост} = \rho_n \cdot g \cdot H = 2300 \cdot 9,8 \cdot 1900 = 42,8 \text{ МПа} \quad (5)$$

Для рассматриваемого объекта с учетом полученных значений в виде кривой коэффициента Пуассона в интервале исследований, пластового давления равного 30 МПа, при глубине залегания объекта – 1900 метров и геостатическом давлении равном 42,8 МПа формула Б.А. Итона будет выглядеть следующим образом. Формула представлена на языке ГеоСи:

```
formula 2 (*GRPur) (*Puas)
{
*GRPur=30/1900+(*Puas/(1-*Puas))*(42.8-30)/1900;
}
```

Другой известный метод прогнозирования давления гидроразрыва пласта – метод Р.А. Андерсона [14] выражается следующей формулой:

$$\rho_{грп} = \frac{2\nu}{1-\nu} \cdot \frac{P_{геост}}{L} + \frac{1-3\nu}{1-\nu} \cdot \frac{P_{пл}}{L}, \quad (6)$$

Для изучаемого объекта с учетом вышеописанных констант формула Р.А. Андерсона выглядит следующим образом. Формула представлена на языке ГеоСи:

```
formula 3 (*Pgrpa) (*Puas)
{
*Pgrpa = 2*(*Puas)/(1-*Puas) * 42,8/1900 + (1-3*(*Puas))/
/ (1-*Puas)*30/1900;
}
```

Расчеты, выполненные по формуле Б.А. Итона:

Средний градиент давления гидроразрыва глинистого пласта:

$$\rho_{грп} = 0,0167 \text{ МПа/м на глубине } L - 1900 \text{ м.}$$

Давление гидроразрыва в интервале залегания глин:

$$P_{ГРП} = \rho_{грп} \cdot L = 0,016 \cdot 1900 = 31,7 \text{ МПа.}$$

Максимальная плотность бурового раствора в глинах:

$$\rho = 10^6 \cdot P_{ГРП} / 9,8 \cdot L = 10^6 \cdot 32,2 / 9,8 \cdot 1900 = 1702 \text{ кг/м}^3.$$

Средний градиент давления гидроразрыва в интервале залегания аргиллита:

$$\rho_{грп} = 0,0169 \text{ МПа/м.}$$

Давление гидроразрыва в интервале залегания аргиллита:

$$P_{ГРП} = \rho_{грп} \cdot L = 0,0169 \cdot 1900 = 32,1 \text{ МПа.}$$

Максимальная плотность бурового раствора в аргиллитах:

$$\rho = 10^6 \cdot P_{ГРП} / 9,8 \cdot L = 10^6 \cdot 32,1 / 9,8 \cdot 1900 = 1723 \text{ кг/м}^3.$$

Средний градиент давления гидроразрыва в интервале залегания известняка:

$$\rho_{грп} = 0.0188 \text{ МПа/м.}$$

Давление гидроразрыва в интервале залегания известняка:

$$P_{ГРП} = \rho_{грп} \cdot L = 0.0188 \cdot 1900 = 35,7 \text{ МПа.}$$

Максимальная плотность бурового раствора в известняках:

$$\rho = 10^6 \cdot P_{ГРП} / 9,8 \cdot L = 10^6 \cdot 35,7 / 9,8 \cdot 1900 = 1918 \text{ кг/м}^3.$$

Сравнивая градиент давления гидроразрыва, рассчитанный двумя методами, отмечаем, что различие в показателях по формуле Б.А. Итона и Р.А. Андерсона составляет для глин 0,0009, аргиллита 0,0011, для известняка 0,0029 МПа/м.

Таким образом, на сводном планшете после выполненных расчетов представлены следующие кривые: кривая ГК и кривая интервального времени пробега продольной волны, а также линия среднего градиента давления гидроразрыва пласта, рассчитанная по формуле Б.А. Итона, и линия среднего градиента давления гидроразрыва пласта, рассчитанная по формуле Р.А. Андерсона.

Выводы

1. Расчетные константы, характеризующие параметры упругой среды, были получены на основе преобразования кривой скорости продольной волны стандартного АК с учетом литологии пород. Полученные величины позволяют рассчитать некоторые необходимые параметры для моделирования ГРП.
2. Предлагаемая методика расчета основных параметров, применяемых при моделировании ГРП, существенно выигрышная по времени и стоимости работ.
3. Расчетные параметры базируются на данных, получаемых в интервале планируемого ГРП при фактических значениях давления и температуры, поэтому расчетные параметры будут дифференцированы по разрезу и будут иметь относительно высокую достоверность.

Библиографический список

1. Александров С.И., Бандов В.П., Гогоненков Г.Н. Контроль геометрии гидроразрыва пласта при помощи скважинного микросейсмического мониторинга / Технологические риски и факторы успеха // Геофизика. 2010. №1. С. 23–28.
2. Алексеенко О.П., Вайсман А.М. Развитие трещины гидроразрыва с постоянной скоростью // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1998. №4. С. 14–20, 122.
3. Каневская Р.Д. Зарубежный и отечественный опыт применения гидроразрыва пласта. М.: ВНИИОЭНГ, 1998. 37 с.
4. Каневская Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта. М.: Недра, 1999. 212 с.
5. Кудинов В.И., Сучков Б.М. Интенсификация добычи вязкой нефти из карбонатных коллекторов. М.: Недра. 1994. С. 118–120, 132–134.
6. Нифантов В.И., Джафаров К.И., Середа Н.Е., Малышев С.В. Выбор технологии интенсификации притока газа // Материалы НТС «Проведение работ по капитальному ре-

- монту скважин на объектах добычи ОАО «Газпром». М., 2007. С. 68–73.
7. Огильви А. А. Основы инженерной геофизики. М.: Недра, 1990. 502 с.
 8. Попов А.Н. Прочностные расчёты стенок скважины в пористых горных породах. Уфа: УГНТУ, 2001. 72 с.
 9. Попов А.Н., Головкина Н.Н. Прочностные расчеты стенок скважины в пористых горных породах: учебное пособие для студентов вузов. Уфа: Изд. УГНТУ, 2001. 71 с.
 10. Сова В.Э., Сова Э.В., Титоров М.Ю. Петрофизическая модель насыщения глинистых коллекторов Журавско-Воробьевской зоны нефтегазонакопления Ставропольского края // Нефтегазовое дело. Уфа: ФГБОУ ВО УГНТУ, 2016. Том 14. №3. С. 31–39.
 11. Шамов Н.А., Акчурин Х.И. Технология виброобработки как средство восстановления коллекторских свойств призабойной зоны пласта. // Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. 2000. №8–9. С. 25–32.
 12. Экономидес М., Олини Р., Валько П. Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта. От теории к практике. М.–Ижевск, Изд. «Институт компьютерных исследований», 2007. 236 с.
 13. Экономидес М., Олайни Р., Вальк П. Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта. Алвин, шт. Техас, США, 2002. Пер. Углов. М., 2004. 194 с.
 14. Anderson R.A., Ingram D.S., Zanier A.M. Determining fracture pressure gradients from well logs. J. Pet. Technol. 1973. No. 25 (11). 1259–1268. <https://doi.org/10.2118/4135-pa>
 15. Eaton B. A., Fracture gradient prediction and its application in oilfield operations. Journal of Petroleum Technology. 1969. No. 10. P. 1353–1360.

References

1. Alexandrov S.I., Bando V.P., Gogonenkov G.N. Checking the geometry of hydraulic fracturing using a downhole microseismic Diptych. Technological risks and success factors. Geophysics. 2010. No. 1. P. 23–28 (In Russ.).
2. Alekseenko O.P., Weissman A.M. Development of hydraulic fracturing cracks at a constant rate. Physical and technical problems of mineral development. 1998. No. 4. P. 14–20, 122 (In Russ.).

3. Kanevskaya R.D. Foreign and domestic experience in the use of hydraulic fracturing. M.: VNIIOENG, 1998. 37 p. (In Russ.).
4. Kanevskaya R.D. Development of mathematical modeling of an oil and gas birthplace using hydraulic fracturing. M.: Nedra, 1999. 212 p. (In Russ.).
5. Kudinov V.I., Suchkov B.M. Intensification of viscous oil production from carbonate reservoirs. M.: Nedra. 1994. P. 118–120, 132–134 (In Russ.).
6. Nifantov V.I., Jafarov K.I., Sereda N.E., Malyshev S.V. Choice of technology for gas influx intensification. Materials of the Scientific and Technical Council “Carrying out work on major repairs of wells at production facilities of OJSC Gazprom.” M., 2007. P. 68–73 (In Russ.).
7. Ogilvy A.A. Fundamentals of engineering geophysics. M.: Nedra, 1990. 502 p. (In Russ.).
8. Popov A.N. Strength calculations of borehole walls in porous rocks. Ufa: UGNTU, 2001. 72 p. (In Russ.).
9. Popov A.N., Golovkin N.N. Strength calculations of borehole walls in porous rocks: Textbook for university students. Ufa: Publishing house USPTU, 2001. 71 p. (In Russ.).
10. Sova, V.E., Sova E.V., Titorov M.Yu. Petrophysical model of saturation of clayey reservoirs of the Zhuravsko-Vorobeyskaya oil and gas accumulation zone of the Stavropol Territory. Oil and Gas Business. Ufa: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education USPTU, 2016. Vol. 14. No. 3. P. 31–39 (In Russ.).
11. Shamov N.A., Akchurin Kh.I. Vibration treatment technology as a means of restoring the reservoir properties of the near-wellbore formation zone. Geology, drilling, development and operation of gas and gas condensate fields. 2000. No. 8–9. P. 25–32 (In Russ.).
12. Economides M., Olani R., Valko P. Unified design of hydraulic fracturing. From theory to practice. Moscow-Izhevsk, Publishing house. “Institute of Computer Research”, 2007. 236 p. (In Russ.).
13. Economidis M., Olani R., Valko P. Unified design of hydraulic fracturing. Alvin, pc. Texas, USA, 2002. Trans. Uglov. M., 2004. 194 p. (In Russ.).
14. Anderson R.A., Ingram D.S., Zanier A.M. Determining fracture pressure gradients from well logs. J. Pet. Technol. 1973, No. 25 (11): 1259–1268. doi:10.2118/4135-pa
15. Eaton B.A., Fracture gradient prediction and its application in

oilfield operations: Journal of Petroleum Technology, 1969,
No. 10: 1353–1360.

Статья поступила в редакцию 31.08.2023;
одобрена после рецензирования 25.09.2023;
принята к публикации 31.10.2023.

The article was submitted to the editorial office 31.08.2023;
the article was approved after reviewing 25.09.2023;
the article was accepted for publication 31.10.2023.

Информация об авторах

Керимов Абдул-Гапур Гусейнович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой нефтегазовой геофизики, Северо-Кавказский федеральный университет, Scopus ID: 56872657000. E-mail: akerimov@ncfu.ru

Керимова Елизавета Гапуровна, ассистент кафедры нефтегазовой геофизики, Северо-Кавказский федеральный университет, Scopus ID: 57220025188.
E-mail: elizavetakerimova11@gmail.com

Бекетов Сергей Борисович, доктор технических наук, профессор кафедры нефтегазовой геофизики, Северо-Кавказский федеральный университет, Scopus ID: 56616900400.
E-mail: bsb.gt.fin@rambler.ru

Гулькина Татьяна Александровна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Северо-Кавказский Федеральный университет, Scopus ID: 57474914000. E-mail: tgunkina@ncfu.ru

Копченков Вячеслав Григорьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технической эксплуатации автомобилей, Северо-Кавказский федеральный университет, Scopus ID: 6603271703.
E-mail: vkopchenkov@ncfu.ru

Information about the authors

Abdul-Gapur H. Kerimov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Oil and Gas Geophysics, North-Caucasus Federal University, Scopus ID: 56872657000.
E-mail: akerimov@ncfu.ru

- Elizaveta G. Kerimova**, Assistant, Department of Petroleum Geophysics, North-Caucasus Federal University, Scopus ID: 57220025188. E-mail: elizavetakerimova11@gmail.com
- Sergey B. Beketov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Petroleum Geophysics, North-Caucasus Federal University, Scopus ID: 56616900400. E-mail: bsb.gt.fin@rambler.ru
- Tatiana A. Gunkina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, North-Caucasus Federal University, Scopus ID: 57474914000. E-mail: tgunkina@ncfu.ru
- Vyacheslav G. Kopchenkov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Technical Operation of Automobiles, North-Caucasus Federal University. Scopus ID: 6603271703. E-mail: vkopchenkov@ncfu.ru



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

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

Подписано в печать 12.12.2023 г. Выход в свет 20.12.2023 г.
Формат 70 × 108 1/16. Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 20,65 Тираж 1000 экз. Цена 534 руб.

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