

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 № 2, 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); Лиховид А.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); 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); Хани А.А.К., канд. техн. наук, профессор (Иорданский университет науки и технологии, Ирбид); Коляда А.А., д-р физ.-мат. наук, доцент (Белорусский гос. университет, г. Минск); 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)
Редакционная коллегия:	Белозеров В.С., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Бекетов С.Б., д-р техн. 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); Керимов А.Г., д-р техн. наук, доцент (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); 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); 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); 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); Шальнев В.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Щитова Н.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Соловьев И.А. (к. геогр. н., доцент (СКФУ, г. Ставрополь); Мишвелов Е.Г., д-р биол. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Бадов А.Д., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Харченко В.М., д-р геол.-минерал. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь)
Ученый секретарь:	к. геогр. н., доц. 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	355017, 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); Vorobieva O.D., Doctor of Economics Sciences, Professor (Moscow State University, Moscow); Gasumov V.A., Dr. of techn. sciences, professor (Azerbaijan Technical University, Baku); Likhovid A.A., Dr. of Geogr. Sciences, professor (NCFU, Stavropol); Gerasimenko T.I., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Orenburg State University, Orenburg); Dinevich L.A., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor (Tel Aviv University, Tel Aviv); 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); Ibragimov A.I., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Aegean University, Turkey, Izmir); Hani A.A.K., Cand. of Tech. Sciences, Professor (Jordan University of Science and Technology, Irbid); 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); Tikonov V.S., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Moscow State University, Moscow); Kharchenko V.M., Doctor of Geol.-Mineral. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol)
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); Kerimov A.G., Dr. of Techn. Sciences, Associate 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); Zakinyan A.R., Dr. of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Zakinyan R.G., Dr. of Phys.-Math. 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); Polyay 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); Fedorova N.G., Dr. of Techn. Sciences, 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); Kharchenko V.M., Doctor of Geol.-Mineral. Sciences, Professor (NCFU, Stavropol)
Scientific Secretary:	PhD of Geographical Sciences, Associate Professor Soloviev I.A.
Certificate	ПМ №ФС77-52723 dated February 8th 2013
The Index	The Journal is included in the DB «Russian index of the scientist quoting»
The journal	The journal «Bulletin of the Stavropol state University» renamed in the journal «Science. Innovations. Technologies» due to renaming of the founder
Address	355017, Stavropol, Pushkin street, 1
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», № 2, 2023

1.	ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ	
1.6.	НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ	
1.6.11.	Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений	
	Черненко К. И., Харченко В. М., Неркарарян А. Е., Еремина Н. В.	
	Обоснование зон с повышенной продуктивностью нефтяных залежей в карбонатных коллекторах (на примере Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения)	7
	Chernenko K. I., Kharchenko V. M., Nerkararyan A. E., Yeriomina N. V.	
	Substantiation of zones with increased productivity of oil deposits in carbonate reservoirs (by the example of the Zimne-Stavkinsko-Pravoberezhnoye Field)	8
1.6.12	Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов	
	Боброва И.Е., Лысенко А.В.	
	Морфотипный подход в изучении пространственно-планировочной организации городского ландшафта (на примере города Ставрополя)	27
	Bobrova I. E., Lysenko A. V.	
	Morphotype Approach in the Study of Spatial Planning Organization in Urban Landscape (by the Example of the City of Stavropol).	28
1.6.13.	Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география	
	Есикова В. О.	
	Геоинформационный мониторинг воспроизводства населения в России.	53
	Esikova V. O.	
	Geoinformation Monitoring of Population Reproduction in Russia	54

	Кагиян А. В.	
	Территориальная дифференциация	
	уровня жизни населения Северного Кавказа.	91
	Kagiyan A.V.	
	Territorial Differentiation of the Stan-	
	dard of Living of the Population of the North Caucasus.	92
	Сопнев Н. В.	
	Геоинформационный мониторинг	
	демографического развития Краснодарской город-	
	ской агломерации.	111
	Sopnev N. V.	
	Geoinformation Monitoring of Demo-	
	graphic Development of Krasnodar Urban Agglomera-	
	tion	112
1.6.18	Науки об атмосфере и климате	
	Смерек Ю. Л., Волкова В. И.,	
	Бареева М. В., Бадахова Г. Х.	
	Климатология туманов в Централь-	
	ном Предкавказье.	143
	Smerek Yu. L., Volkova V. I.,	
	Bareeva M. V., Badakhova G. Kh.	
	Fogs Climatology in Central Ciscaucasia	144
2.	ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	
2.8.	НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ И ГОРНЫЕ НАУКИ	
2.8.2	Технология бурения и освоения скважин	
	Гасумов Р. А., Гасумов Э. Р.	
	Особенности проведения ремонтно-	
	восстановительных работ в газовых скважинах мес-	
	торождений Западной Сибири, находящихся на ста-	
	дии падающей добычи.	177
	Gasumov R. A., Gasumov E. R.	
	Features of Carrying out Repair and	
	Restoration Works in Gas Wells of Western Siberia	
	Fields at the Stage of Falling Production	178

2.8.4.	Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений	
	Желудков А. В., Мишагина В. Ф.	
	Факторный анализ эффективности бурения боковых стволов с горизонтальным окончанием	191
	Zheludkov A. V., Mishagina V. F.	
	Factor Analysis of the Efficiency of Drilling Lateral Shafts with Horizontal Ending	192
	Инякин В. В.	
	Повышение выработки запасов конденсата методом периодических остановок скважин	213
	Inyakin V. V.	
	Production Enhancement of Condensate Reserves By Periodic Well Shutdowns Method	214

1.6.11.
УДК 553.982
DOI:

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ, РАЗВЕДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
10.37493/2308-4758.2023.2.1

Черненко К. И.,
Харченко В. М.,
Неркаряян А. Е.,
Еремина Н. В.

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь,
Россия

ОБОСНОВАНИЕ ЗОН С ПОВЫШЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ (на примере Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения)

Введение.

Объектом исследования является карбонатная залежь нефтекумской свиты нижнего триаса Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения (поле Зимняя-Ставка и Пушкинское поле) на территории Восточного Ставрополья. Цель исследования – повышение эффективности разработки месторождения нефти на основе анализа промыслово-геологических данных, дешифрирования космо-фотоснимков и интерпретации структур центрального типа (СЦТ).

Материалы и методы исследований.

Использованы региональные исследования месторождений Восточного Предкавказья, данные о залежах нефти, космические снимки различных уровней генерализации. Применялись новые, нетрадиционные методы: промыслово-линеаментный подход и новый метод выбора объектов доразработки месторождений нефти, основанный на дешифрировании космо-фотоснимков и интерпретации структур центрального типа с учетом данных по местоположению зон повышенной продуктивности.

Результаты исследований и их обсуждение.

В результате анализа и картирования скважин с наибольшими накопленными отборами нефти основных продуктивных пластов изучаемого месторождения выделены локальные очаги высокодебитных зон. Была построена схема нефтегазогеологического районирования структур центрального типа и линеаментных узлов на Зимне-Ставкинско-Правобережном месторождении, выделены перспективные объекты для уплотняющего бурения и проведения геолого-технологических мероприятий для повышения степени выработки остаточных запасов с указанием на конкретные участки для дальнейшей разработки данного месторождения.

Выводы.

На основе анализа геотектонической активности изучаемого региона установлено влияние геодинамического фактора на продуктивность скважин. Использование данных подходов позволит повысить эффективность прогнозирования карбонатных коллекторов с целью выделения перспективных и разрабатываемых объектов доразведки и доразработки для уплотняющего бурения, проведения геолого-технологических мероприятий, повысить степень выработки запасов.

Ключевые слова:

Ротационная концепция тектоногенеза, линеаменты, структуры центрального типа (СЦТ), субвертикальные зоны деструкции, зоны повышенной продуктивности

Chernenko K. I.,
Kharchenko V. M.,
Nerkaryan A. E.,
Yeriomina N. V.

North-Caucasus Federal University,
Stavropol,
Russia

Substantiation of zones with increased productivity of oil deposits in carbonate reservoirs (by the example of the Zimne-Stavkinsko-Pravoberezhnoye Field)

- Introduction.** The object of the study is the carbonate deposit of the Lower Triassic Neftekumsk Formation (Zimnyaya-Stavka field and Pushkarskoye field) in the Eastern Stavropol Territory. The purpose of the study is to increase the efficiency of oil field development based on the analysis of field and geological data, deciphering of satellite images and interpretation of structures of central type (SCT).
- Materials and methods of research.** Regional studies of the fields of the Eastern Ciscaucasia, data on oil deposits and satellite images of various levels of generalization were used. New, non-traditional methods were employed, among which a field-lineament approach and a new method for selecting objects for the additional development of oil fields, based on deciphering of satellite images and interpretation of the structures of central type, taking into account data on the location of zones of increased productivity. Results and discussion.
- Research results and their discussion.** As a result of the analysis and mapping of wells with the largest accumulated oil recovery from the main productive formations of the studied field, local centers of high-yield zones were identified. A scheme of oil and gas geological zoning of the central type structures and lineament nodes at the studied oil field was built, promising targets for infill drilling and geological and technical operations were identified to increase the degree of development of residual reserves, indicating specific areas for further development of this field.
- Conclusion.** Based on the analysis of the geotectonic activity of the studied region, the influence of the geodynamic factor on the productivity of wells was established. The use of these approaches will improve the efficiency of forecasting carbonate reservoirs in order to identify promising and developed objects of additional exploration and development for infill drilling, geological and technical operations, and increase the degree of reserves development.
- Key words:** rotational concept of tectonogenesis, lineaments, structures of central type (SCT), subvertical destruction zones, zones of increased productivity

Введение

В 50–60 годы прошлого столетия для «старых» нефтедобывающих регионов, и в 70–80 годы для «относительно молодых» регионов, подобных Западно-Сибирскому, характерным было стремительное открытие и введение в промышленную разработку уникальных и крупных месторождений нефти. Изучению отложений, в которых была возможность открытия мелких и очень мелких месторождений, в то время не уделялось достаточного внимания.

В настоящее время подход к перспективным направлениям геологоразведки углеводородов кардинально меняется. Так в Ханты-Мансийском автономном округе, где добывается более 55% российской и более 6% общемировой нефти, открываются мелкие месторождения, в других же нефтедобывающих регионах – очень мелкие. Для большинства нефтяных компаний такие месторождения инвестиционно не привлекательны.

Альтернативной является деятельность малых геологоразведочных компаний, которые выявляют и разрабатывают такие объекты. Успешным в этом направлении является Татарстан, где в результате инновационной деятельности юниорных компаний ПАО «Татнефть», добыча нефти не уменьшается на фоне падения добычи в аналогичных нефтегазодобывающих регионах. Почти 20 % добычи в Татарстане обеспечиваются за счет освоения запасов нефти в пропущенных пластах и пропластках.

Не менее острой является ситуация в Восточном Предкавказье, где большинство «старых» залежей либо полностью выработаны, либо близки к этому, многие скважины работают с обводненностью более 90%. Одновременно, в процессе доразведки некоторые пробуренные после 2012 года скважины показывают продуктивные характеристики на порядок лучшие, чем расположенные рядом ранее пробуренные. Примечательно, что одна из таких скважин (залежь Величаевская, нефтекумская свита) за семь лет эксплуатации имеет накопленную добычу более 140 тыс. т. нефти, а рядом расположенные две скважины за более чем тридцатилетний период эксплуатации суммарно имеют всего 40 тыс. т. В настоящее время одна из недавно пробуренных скважин на малоизвестном участке (Путиловская площадь), казалось бы, уже давно изученной Величаевско-Максимокумской зоны нефтегазонакопления, показывает хорошие для нефтекумского коллектора дебиты по нефти (более 30 т/сут) и относительно невысокую обводненность.

Чрезвычайно высокая степень локальности высокодебитных участков и неоднородный характер их пространственного распределения является главной морфологической особенностью залежей углеводородов на большинстве месторождений в отложениях нефтекумской свиты нижнего триаса Восточного Предкавказья. Такая особенность обусловлена природой их образования. Определение меха-

низма образования локальных очагов высокодебитных зон и изучение закономерностей их пространственного распределения представляется очень актуальным. Природа их образования предопределяет выбор новых научно-методических основ поиска, разведки и разработки залежей углеводородов в целом и весь набор методов и технологий их надежного картирования и освоения в частности.

В условиях дороговизны традиционных методов поисков, разведки и геологического обоснования эффективной системы разработки месторождений нефти и газа (в частности, высокоточной сейсморазведки) для «старых» нефтегазодобывающих территорий необходимо применение относительно малозатратных способов повышения эффективности геологоразведочных и геолого-промысловых работ.

Для эффективного решения этой сложной задачи предлагается применение известных традиционных и малоизвестных нетрадиционных теоретических основ и методов научных исследований: методика выделения по геолого-промысловым данным и направлениям линейных элементов дневной поверхности зон повышенной трещиноватости и повышенной продуктивности скважин карбонатных залежей, теория Б.А. Соколова и дальнейшее ее развитие в концепции В.М. Харченко на основе дешифрирования космо-фотоснимков и интерпретации структур центрального типа.

Материалы и методы исследований

В качестве информационных источников использованы геолого-промысловые данные о залежах нефти (в том числе о продуктивности скважин), космоснимки различных уровней генерализации трехцветного (RGB) и инфракрасного (CIR) форматов со спутников Landsat-7, -8, сводная схематическая структурная карта по отражающему горизонту 4Т, предположительно отождествляемая с кровлей нефтекумских известняков и другие материалы научных и производственных организаций, а также многочисленные публикации по исследуемой проблеме.

Традиционными способами, позволяющими выделять места заложения новых добывающих скважин, являются методы, использующие данные исследований керна, данные сейсморазведки, геофизических и гидродинамических исследований скважин. Однако для трещиноватых неоднородных карбонатных коллекторов характерно

существенное различие фильтрационных свойств флюидо-проводящей матрицы и его трещинного флюидо-проводящего пространства [3, 6, 7, 9, 20]. Результирующая фильтрационных свойств таких коллекторов многофакторна и недостаточно изучена. Это обстоятельство является недостатком, ограничивающим применение вышеприведенных методов для прогноза продуктивных характеристик разреза. Принципы выделения зон повышенной продуктивности скважин в карбонатных породах по комплексу геолого-промысловых и дистанционных методов геологического картирования, включающего методику дешифрирования космо-фотоснимков и интерпретации структур центрального типа и промыслово-линеamentный подход, позволяют избежать этих недостатков. Кроме того, преимущество этих методов обусловлено оперативностью и относительной дешевизной, что особенно важно для месторождений «старых» добывающих регионов, добыча на которых падает, либо уже почти завершена.

Результаты исследований и их обсуждение

В нефтекумской свите нижнего триаса, изучаемого Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения выделяется 7 залежей нефти. Основная залежь, содержащая 63% начальных геологических запасов нефти, расположена на Пушкарском поле, две небольшие залежи – на поле Зимняя Ставка, и четыре мелких залежи – на Поварковском поле, расположенном на северо-западе Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения. Эксплуатационные скважины последних четырех залежей характеризуются низкими продуктивными характеристиками, обводнились и в данной работе не рассматриваются.

Скважины, которые мы можем назвать высокопродуктивными, находятся на двух залежах поля Зимняя Ставка (пять скважины) и на залежи Пушкарского поля (семь скважин).

Залежь 1 (находится на северо-западе Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения). Пробная эксплуатация залежи нефти начата в июле 1969 г. В эксплуатации побывали 3 скважины, наибольшая накопленная добыча нефти – 276,3 тыс. т. добыча по оставшимся двум скважинам существенно ниже (33,5 тыс. т нефти и 0,259 тыс. т.). Все три скважины расположены в восточной части этой залежи на максимальных нефтенасыщенных толщи-

нах. Центральная и западная части залежи с небольшими нефтенасыщенными толщинами, в разработку не вовлекались. В 1992 г. разработка залежи была остановлена при обводненности продукции скважины 98,6 %.

Залезь 2 (расположена в центре Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения). Пробная эксплуатация залежи нефти начата в ноябре 1972 г. Всего в эксплуатации залежи перебивало 6 скважин, в том числе 6 скважины в добыче и 1 скважин в нагнетании. Накопленная добыча нефти на одну эксплуатационную скважину составляет в среднем 58,7 тыс. т. Фактические накопленные отборы нефти на одну скважину изменяются от 0,924 тыс. т до 113,38 тыс. т. (8 zs). Особенностью разработки данной залежи нефти является размещение эксплуатационных скважин на двух противоположных участках с максимальными нефтенасыщенными толщинами.

Залезь 3 (расположена на юге Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения, Пушкинское поле). Пробная эксплуатация залежи нефти начата в декабре 1975 г. Всего в эксплуатации перебивало 39 скважин, в том числе 33 скважины в добыче и 6 скважин в нагнетании. Накопленная добыча нефти на одну эксплуатационную скважину составляет в среднем 31,1 тыс. т. Фактические накопленные отборы нефти на одну скважину изменяются от 0,952 тыс. т до 112 тыс. т.

Особенностью разработки данной залежи нефти является равномерное распределение добывающих скважин по площади и крайне неравномерные накопленные отборы нефти [17]. Скважины, расположенные на максимальных нефтенасыщенных толщинах, имеют накопленные отборы от 1 до 112 тыс. т. Всего 5 скважин отобрали 45 % всей накопленной добычи нефти, еще 8 скважин отобрали 35 % и остальные 20 скважин – оставшиеся 20 %. Все это свидетельствует о сложности геологического строения залежи, что в значительной степени осложняет ее разработку.

Структурный фактор, нефтенасыщенная толщина, высота над контактом, открытая пористость, нефтенасыщенность, удельные запасы пласта не являются определяющими факторами, влияющими на продуктивность скважин. По мнению авторов, главным фактором, влияющим на продуктивность скважин, является геодинамический фактор [11].

Анализ накопленной добычи показывает, что скважины с высокой накопленной добычей углеводородов располагаются вдоль линейных зон, не привязанных к пликативному структурному каркасу и не связанных с системой разработки. Объяснение этих зон кроется в геодинамических процессах, происходящих в земной коре: в местах пересечения разнонаправленных движений блоков фундамента возникают участки локального растяжения и сжатия, которые характеризуются разной проницаемостью: на участках (секторах) растяжения трещины более раскрыты, что влечет за собой их повышенную проницаемость и, соответственно, более высокие дебиты углеводородов. Эта закономерность прослеживается по всему разрезу в большей или меньшей степени, проявляясь в зависимости от числа скважин, участвовавших в разработке пласта. Следствием генезиса этих зон является высокая корреляция зон с повышенной накопленной добычей углеводородов по скважинам с линеаменами дневной поверхности [11].

В многочисленных источниках и публикациях установлена взаимосвязь линеаментов, структур центрального типа с месторождениями полезных ископаемых, в том числе нефти и газа [5, 8, 10, 14, 15, 16, 19].

Чаще всего геологическая природа линеаментов – это разломы, зоны трещиноватости, «слабые зоны» или линии резкого прямолинейного изменения значений признаков недр. Применительно к геологическому дешифрированию аэро- и космических снимков – это прямолинейные аномалии изображения [10]. Участки пересечения линеаментов разной ориентировки – линеаментные узлы – часто оказываются местами локализации месторождений полезных ископаемых и наибольшей проницаемости недр. В итоге получаем пространственное размещение разломов и линеаментов, а узлы их пересечения являются возможными местами скопления углеводородов.

В процессе интерпретации поля линеаментов локального уровня выделены две их основные системы: ортогональная и диагональная. В диагональной системе можно дифференцировать основное направление линеаментов – юго-восток-северо-западное, и дополнительное – юго-запад-северо-восточное. Основное направление хорошо прослеживается в виде линеаментов на дневной поверхности, что в геологическом дешифрировании означает наличие геодинамически активной обстановки и отражает присутствие раз-

ломов и зон трещиноватости. Дополнительное направление линеаментов в основном не проявляется на дневной поверхности, а фиксируется геолого-геофизическими методами [5].

Характерно, что линейные зоны повышенной продуктивности Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения совпадают с основным направлением линеаментов, а скважины с наибольшими накопленными отборами находятся в узлах пресечения ортогональных и диагональных направлений линеаментов, что подтверждает точку зрения о местонахождении в узлах пересечения разнонаправленных линеаментов зон повышенной трещиноватости и скоплений углеводородов [17].

Остается невыясненным вопрос, что определяет закономерности размещения на исследуемой территории зон локального растяжения и сжатия, и как они связаны с зонами повышенной трещиноватости и, соответственно, с зонами повышенной продуктивности. Для решения этого вопроса применялись: анализ продуктивности по величинам накопленной добычи по основным продуктивным пластам изучаемого месторождения; дешифрирование космо-фотоснимков; интерпретация структур центрального типа.

Теоретическими основами исследования являются: ротационная концепция тектогенеза, флюидодинамическая теория Б.А. Соколова [13], концепция природы структур центрального типа по В.М. Харченко [15, 16], теория «геосолитонов» Р.М. Бембеля [1, 2, 18]. В первую очередь применялась известная теория Б.А. Соколова с конкретным ее воплощением в форме «дерева» на основе интерпретаций структур центрального типа. Концепция природы структур центрального типа пока малоизвестна.

Структуры центрального типа (СЦТ), по В.М. Харченко, представляют собой современные, новейшие или древние флюидодинамические системы с характерными концентрическими и радиальными зонами трещин, разломов или даек конической формы с обязательной центральной симметрией (в форме круга в плане и конуса в объеме). Эти различные по размеру структуры от десятков метров до первых тысяч километров в диаметре, образовались как в результате импульсной разрядки тектонических напряжений, так и постоянного действия современных нормальных и максимальных касательных напряжений под углом 45 градусов по отношению к

нормальным. Отсюда следует равенство радиусов структур центрального типа и глубин до геолого-геофизических разделов. Выявленная закономерность, которая подтверждается известным в физике законом скалывающихся напряжений, позволяет строить геолого-тектонические модели с возможными залежами углеводородов на основе интерпретации структур центрального типа в плане и разрезе. Если рассматривать структуры центрального типа как аналог модели очага землетрясений, то в зонах сжатия возникают благоприятные термобарические условия для генерации углеводородов, которые после своего образования мигрируют в соседние зоны растяжения, и при соответствующих условиях (наличии коллекторов и покрышек) здесь возможно формирование залежей нефти и газа. Методика дешифрирования космо-фотоснимков и интерпретации структур центрального типа изложена в работе [15].

По результатам дешифрирования космо-фотоснимков и интерпретации структур центрального типа на заключительном этапе исследования составляется и оформляется схема/карта рудо-нефтегазогеологического и сейсмического районирования и строится геолого-тектонический профиль или модель по наиболее важным направлениям через центры структур центрального типа, с обязательным выделением «корней» нефтегазообразований (модель «дерева» путей миграции флюидов по Б.А. Соколову). Составляется легенда. Выявляются закономерности расположения структур центрального типа.

В результате геологического дешифрирования на территории Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения (локальный уровень генерализации) выявлены 11 структур центрального типа радиусом 4 км, две из них являются достоверными (рис. 1). Их контуры отчетливо отражаются на дневной поверхности. Согласно закону скалывающихся напряжений [4] глубина корня описываемых структур центрального типа составляет 4 км, которая сопряжена с нижней частью разреза пермо-триасового комплекса и поверхностью фундамента (залегает в пределах Величаевско-Максимокумского вала на отметках минус 4200 – минус 4800 м). В окрестности наиболее «северной» достоверной структуры центрального типа попадают большинство (8 из 12) наиболее продуктивных скважин, работающих на нефтекумские отложения, и большая часть площади

нефтекумских залежей Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения. Скважины с наиболее высокими значениями накопленной добычи (две – на Зимне-Ставкинских залежах с накопленным отбором более 270 и 110 тыс. т, и одна на Байджановской, с дебитом более 250 тыс. т) приурочены к полосе суперрезонансных зон (дешифрирование космо-фотоснимков и интерпретация структур центрального типа регионального уровня генерализации), имеющих вид связанных друг с другом линз субширотного простирания.

Авторами был проведен анализ и картирование зон повышенных значений продуктивности скважин по величинам накопленной добычи по основным продуктивным пластам Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения (рис. 2).

Можно выделить несколько участков, где наблюдаются повышенные значения накопленных отборов по нескольким продуктивным пластам (Правобережное поле, Зимне-Ставкинские залежи, восточный участок Пушкарского поля). Наиболее интересным представляется залежь в районе 8 zs, где скважины, показавшие наиболее высокую продуктивность на нефтекумские отложения, после перевода их на вышезалегающие горизонты, продолжали показывать высокую продуктивность. Это позволяет предположить, что эти скважины попали в очаг субвертикальной зоны деструкции (СЗД) или «геосолитоны» по Р.М. Бембелю. Согласно геосолитонной концепции в тех случаях, когда время осадконакопления и время активизации тектонического (геосолитонного) очага совпадают, эти же очаги формируют зоны улучшенных коллекторских свойств [1, 2]. Именно такой механизм местных очагов тектонической активности позволяет объяснить наличие участков локальных улучшений коллекторских свойств триасово-юрско-нижнемеловых отложений. Эту особенность необходимо учитывать при определении местоположения добывающих скважин и размещении объектов геолого-технологических мероприятий.

Установлено, что основные линейные зоны повышенной продуктивности сопряжены с диагональными линеаментами или тектоническими нарушениями по модели образования радиально-концентрических структур центрального типа по В.М. Харченко (2009 г.).

При современном проектировании первоначальная расстановка скважин почти всегда равномерная. Данный способ не применя-

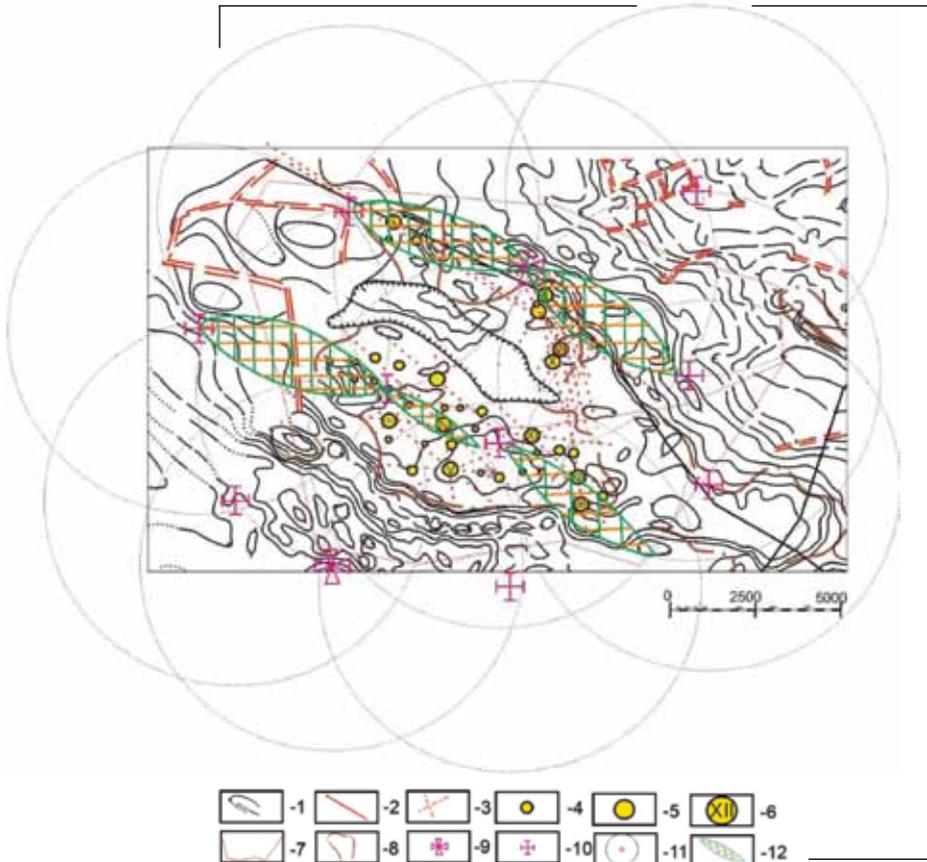


Рис. 1. Результаты геологического дешифрирования структур центрального типа на территории Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения.

Условные обозначения: 1 – Изогипса поверхности отложений биогенного карбоната накопления нефтекумской свиты нижнего триаса, м; 2 – Линейная зона повышенной продуктивности; 3 – Подтвержденные разрывные нарушения по данным сейсморазведки; Накопленный оборот: 4 – менее 20 у.е.; 5 – от 20 до 50 у.е.; 6 – более 50 у.е. Римскими цифрами отражается ранжирование величин накопленной добычи нефти по убыванию; 7 – Границы лицензионных участков; 8 – Контур залежи; 9 – Геодинамический центр достоверной структуры центрального типа; 10 – Геодинамический центр структуры центрального типа; 11 – Структура центрального типа; 12 – Суперрезонансные зоны.

Fig. 1. Some results of the geological interpretation of the structures of central type on the territory of the Zimne-Stavkinsko-Pravoberezhnoye Field.

Legends: 1 – Isogypsum of the surface of deposits of biogenic carbonate accumulation of the Neftekumsk suite of the Lower Triassic, m; 2 – Linear zone of increased productivity; 3 – Confirmed discontinuities according to seismic data; Cumulative production: 4 – less than 20 c.u.; 5 – from 20 to 50 c.u.; 6 – more than 50 c.u. Roman numerals reflect the ranking of cumulative oil production in descending order; 7 – Borders of license areas; 8 – Contour of the deposit; 9 – Geodynamic center authentically structure of central type; 10 – Geodynamic center of structure of central type; 11 -Structure of the central type; 12 – Superresonant zones.

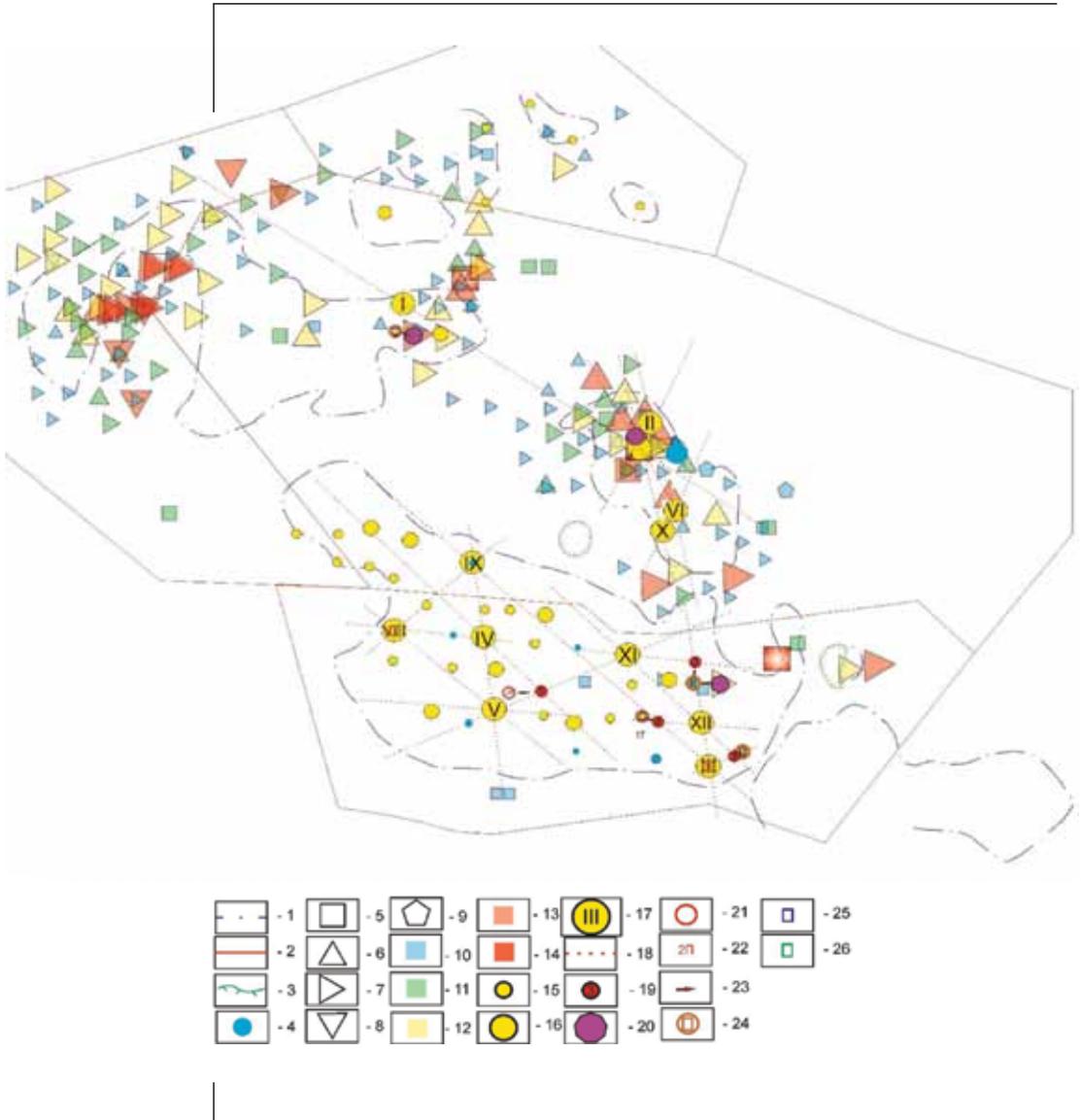


Рис. 2.

Схема остаточных нефтенасыщенных толщин нефтекумской свиты нижнего триаса, совмещенная с участками повышенных значений накопленной добычи нефти основных продуктивных пластов Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения с предлагаемыми геолого-технологическими мероприятиями.

Fig. 2. Scheme of residual oil-saturated thicknesses of the Lower Triassic Neftekumsk suite, combined with areas of increased values of cumulative oil production of the main productive reservoirs of the studied oil field with the proposed geological and technical measures.

Условные обозначения:

- 1 – Водонефтяной контакт;
- 2 – Границы лицензионных участков;
- 3 – Границы замещения коллекторов;
- 4 – Нагнетательная скважина;
- 5 – Пласты: J₁VII₁, J₁VII₂, J₁VII₃, J₁VII₄, J₁VII₅, J₂V₁, J₂V_a, J₃III₂, J₃III_{a+1};
- 6 – Пласты K₁IX, K₁IX_a;
- 7 – Пласт K₁VIII₂₊₃₊₄;
- 8 – Пласт K₁VIII₁;
- 9 – Пласт K_{2lms1};

Цветом обозначены диапазоны изменения накопленных отборов для пластов пунктов 5, 6, 8, 9:

- 10 (синий) – от 50 до 75 у.е.;
- 11 (зеленый) – от 75 до 100 у.е.;
- 12 (желтый) – от 100 до 125 у.е.;
- 13 (красный) – более 125 у.е.;

Накопленный отбор для пласта пункта 7:

- 10 (синий) – от 50 до 150 у.е.;
- 11 (зеленый) – от 150 до 250 у.е.;
- 12 (желтый) – от 250 до 350 у.е.;
- 13 (красный) – более 350–450 у.е.;
- 14 (интенсивно красный) – более 450 у.е.;

Накопленный отбор для скважин нефтекумской свиты:

- 15 – менее 20 у.е.;
- 16 – от 20 до 50 у.е.;
- 17 – более 50 у.е. Римскими цифрами отражается ранжирования величин накопленной добычи нефти по убыванию;
- 18 – Линейная зона повышенной продуктивности;
- 19 – Узел зоны повышенной продуктивности;
- 20 – Предполагаемая зона субвертикальной деструкции;

Предлагаемые мероприятия геолого-технологических мероприятий:

- 21 – Пробуренные ранее скважины, которые вовлечены в геолого-технологические мероприятия;
- 22 – Проектирование бурения эксплуатационной скважины;
- 23 – Направление забуривания бокового ствола;
- 24 – Продолжение работы эксплуатационной скважины;
- 25 – Вывод скважины из консервации/бездействия;
- 26 – Перевод скважины с других пластов.

Legends: 1 – Water-oil contact; 2 – License area boundaries; 3 – Reservoir substitution limits; 4 – Injection well; 5 – Horizons: J₁VII₁, J₁VII₂, J₁VII₃, J₁VII₄, J₁VII₅, J₂V₁, J₂V_a, J₃III₂, J₃III_{a+1}; 6 – Horizons K₁IX, K₁IX_a; 7 – Horizon K₁VIII₂₊₃₊₄; 8 – Horizon K₁VIII₁; 9 – Horizon K_{2lms1}; The color indicates the ranges of changes in the cumulative production for the horizons of points 5, 6, 8, 9: 10 (blue) – from 50 to 75 c.u.; 11 (green) – from 75 to 100 c.u.; 12 (yellow) – from 100 to 125 c.u.; 13 (red) – more than 125 c.u.; Cumulative production for the layer of point 7: 10 (blue) – from 50 to 150 c.u.; 11 (green) – from 150 to 250 c.u.; 12 (yellow) – from 250 to 350 c.u.; 13 (red) – more than 350–450 c.u.; 14 (intense red) – more than 450 c.u.; Cumulative production for wells of the Neftekumsk suite: 15 – less than 20 c.u.; 16 – from 20 to 50 c.u.; 17 – more than 50 c.u. Roman numerals reflect the ranking of cumulative oil production in descending order; 18 – Linear zone of increased productivity; 19 – Nodes of linear zones of increased productivity; 20 – Proposed zone of subvertical destruction; Proposed well intervention activities: 21 – Previously drilled wells that are involved in well intervention; 22 – Designing the drilling of a production well; 23 – Sidetrack drilling direction; 24 – Continued operation of the production well; 25 – Removal of the well from reactivation/inactivity; 26 – Well transfer from other horizons.

ется в «зрелых» нефтегазодобывающих районах, где он экономически нерентабелен.

Еще одним традиционным способом заложения эксплуатационных скважин, в том числе с целью уплотняющего бурения, является использование структурной карты пласта-коллектора, когда предлагается бурить скважины в своде структуры. Данный способ может приводить к сомнительному результату, так как наиболее продуктивные участки пласта не всегда связаны со сводовой частью структуры [12].

Любые способы определения мест заложения эксплуатационных скважин должны повышать эффективность и экономичность разработки месторождений углеводородов за счет более точечного и рационального размещения, уменьшать себестоимость и улучшать экологическую обстановку.

Зоны повышенной продуктивности разработки залежи, определяемые геодинамическими особенностями карбонатного природного резервуара, следует учитывать при уплотняющем бурении эксплуатационных скважин, планировании геолого-технологических мероприятий и доразведке невыработанных остаточных извлекаемых запасов нефти.

В основу выделения эксплуатационных объектов и выбора вариантов дальнейшей их разработки Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения традиционно учитываются следующие принципы:

- сложившаяся система разработки;
- учет выделенных объектов подсчета запасов с учетом остаточных нефтенасыщенных толщин;
- возможность эксплуатации нескольких пластов при наличии зон их слияния;
- категория запасов;
- вывод скважин, находящихся в бездействии и консервации;
- максимально возможное количество переводов скважин с нижележащих объектов на вышележащие;
- расположение проектных для бурения скважин с учетом возможности их использования для оценки запасов и для отработки вышележащих объектов;

- использование закачки воды с целью поддержания пластового давления;
- перевод скважин на механизированный способ эксплуатации;
- проведение методов увеличения нефтеотдачи.

Исходя из результатов проведенных исследований рекомендуется учитывать следующий принцип – располагать проектные для бурения скважины, в том числе с забуриванием боковых стволов с учетом возможности попадания их работающих интервалов в узлы зон повышенной продуктивности и очаги субвертикальных зон деструкции.

В соответствии с этим принципом авторами предлагается провести мероприятия (рис. 2):

- пробурить проектную скважину с забуриванием бокового ствола в узел 1 зоны повышенной продуктивности;
- произвести забуривание боковых стволов из трех скважин после вывода их из бездействия/консервации в узлы зон повышенной продуктивности 2, 3, 4;
- произвести забуривание боковых стволов из двух скважин после вывода их из бездействия/консервации в очаги субвертикальных зон деструкции;
- перевести с вышелегающего пласта скважину с последующим забуриванием бокового ствола в очаг субвертикальной зоны деструкции.

По предварительным расчетам проведенные мероприятия позволят извлечь из нефтекумских отложений дополнительно до 700 тыс. т нефти.

Выводы

1. В работе показано наличие взаимосвязи расположения месторождений углеводородов Величаевско-Максимокумского Вала Восточного Ставрополя с расположением структур центрального типа, выделенных на поверхности Земли.
2. Уточненное геологическое строение карбонатного природно-

- го резервуара и продуктивных характеристик изучаемого и вышезалегающих объектов разработки позволяет определить первоочередные участки для размещения дополнительного уплотняющего фонда скважин и проведения геолого-технологических мероприятий.
3. Предложен новый принцип выделения перспективных и разрабатываемых объектов доразведки и доразработки для уплотняющего бурения, проведения геолого-технологических мероприятий, основанный на промыслово-линеamentном подходе, на дешифрировании космо-фотоснимков и интерпретации структур центрального типа.
 4. Проведенные исследования способствуют развитию научных основ геолого-информационного обеспечения промышленной разработки месторождений нефти.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90028.

Acknowledgements

The research was carried out with the financial support of the RFBR as part of a scientific project № 20-35-90028.

Библиографический список

1. Бембель Р.М., Бембель С.Р., Мегеря В.М. Геосолитоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработки месторождений углеводородов. Тюмень: Вектор Бук, 2003. 224 с.
2. Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Поиски и разведка месторождений углеводородов на базе геосолитонной концепции дегазации Земли // Геология нефти и газа. 2006. № 2. С. 2–7.
3. Борисенко З.Г. Новая теория и практика пространственного размещения залежей нефти и газа в трещинных коллекторах. ПГЛУ, 2010. 168 с.
4. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 327 с.
5. Голованов М.П., Дроздов В.В. Опыт линеamentного анализа в Предкавказье // Космическая информация при поисках, разведке и эксплуатации газовых месторождений:

- результаты и перспективы использования. М.: Труды ВНИИГАЗА, 1987. С. 61–68.
6. Голф-Рахт Т.Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов / пер. с англ. Н.А. Бардиной, П.К. Голованова, В.В. Власенко, В.В. Покровского; под ред. А.Г. Ковалева. М.: Недра, 1986. 608 с.
 7. Калачева В.Н., Кноринг Л.Д. Закономерность развития трещиноватости по структурам различного типа (в складчатых и платформенных областях) // Труды ВНИГНИ. 1965. Вып. 242. С. 113–157.
 8. Корчуганова Н.И., Корсаков А.К. Дистанционные методы геологического картирования: учебник. М.: КДУ, 2009. 288 с.
 9. Кривова Н.Р. Технологии разработки многопластовых месторождений с разрывными нарушениями: монография / Н.Р. Кривова. Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. 96 с.
 10. Милосердова Л.В. Аэрокосмические методы в нефтегазовой геологии: учебник / под ред. П.В. Флоренского. М.: Издательский дом «Недра», 2022. 502 с.
 11. Нелепов М.В. Линейные структуры в накопленной добыче нефти Величаевско-Колодезного месторождения Ставропольского края // Нефтяное хозяйство. 2015. №9 (1104). С. 96–97.
 12. Пятахин М.В., Пятахина Ю.М., Степин Ю.П. Принятие решения о бурении скважины в условиях неопределенности: традиционный и 3d-палеогеомеханический подходы // Газовая промышленность. 2018. №10 (775). С. 42–47.
 13. Соколов Б.А., Абля Э.А. Флюидодинамическая модель нефтегазообразования. М.: ГЕОС, 1999. 76 с.
 14. Харитонов А.Л. Нефтегазоносность морфоструктур центрального типа на территории Восточной Сибири // Neftegaz.RU. 2019. №4. С. 106–110
 15. Харченко В.М., Лапта Д.В., Неркарарян А.Е. Комплексные дистанционные и геофизические методы поисков залежей углеводородов (территория Центрального Предкавказья) // Наука. Инновации. Технологии. 2019. №4. С. 33–48.
 16. Харченко В.М., Фирсова Д.Л., Стасенко А.А., Михайличенко Р.В., Аль Хасрачи Али Джаббар, Евсюкова А.Н. Новый метод рудо-нефтегазогеологического и сейсмического районирования // Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли. Проблемы устойчивого развития территорий: сборник трудов III Международной научно-практической конференции / ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский

федеральный университет». Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2022. 662 с.

17. Черненко К.И., Еремина Н.В., Туманова Е.Ю. Линейные зоны повышенной продуктивности нефти в карбонатной залежи Пушкарского поля Зимне-Ставкинско-Правобережного месторождения // Наука. Инновации. Технологии. 2022. № 3. С. 29–46.
18. Guliyev I., Huseynov D. Fluid dynamics and seismicity of the Caspian sea // Conference: 11th International Conference on Gas in Marine Sediments. 2012. P. 108–109.
19. Miloserdova L.V., Dintsova K.I., Khafizov S.F., Iskaziev K.O., Osipov A.V. Connection of lineaments and nodes of their intersections with the oil and gas content of the Caspian syncline and its framing (Russian) // Oil Industry Journal. 2021. Vol. 6. P. 22–26.
20. Wayne N., David S. Schechter and Laird B. Thompson Naturally Fractured Reservoir Characterization. SPE. 2006. 121 p.

References

1. Bembel R.M., Bembel S.R., Megerya V.M. Geosolitons: the functional system of the Earth, the concept of exploration and development of hydrocarbon deposits. Tyumen: Vector Book, 2003. 224 p. (in Russ.).
2. Bembel R.M., Megerya V.M., Bembel S.R. Prospecting and exploration of hydrocarbon deposits based on the geosoliton concept of Earth degassing // Geology of Oil and Gas. 2006. No. 2. P. 2–7. (in Russ.).
3. Borisenko Z.G. New theory and practice of spatial distribution of oil and gas deposits in fractured reservoirs. PSLU, 2010. 168 p. (in Russ.).
4. Gzovsky, M.V. Basics of tectonophysics. M.: Science, 1975. 327 p. (in Russ.).
5. Golovanov M.P., Drozdov V.V. Experience of lineament analysis in the Ciscaucasia // Space information in the prospecting, exploration and operation of gas fields: results and prospects for use. Moscow: Proceedings of VNIIGAZ, 1987. P. 61–68. (in Russ.).
6. Golf-Racht T.D.V. Fundamentals of fractured reservoir engineering: Translated from English by N.A. Bardina, P.K. Golovanov, V.V. Vlasenko, V.V. Pokrovsky/Edited by A.G. Kovaliev. M.: Nedra, 1986. 608 p. (in Russ.).
7. Kalacheva V.N., Knorring L.D. Patterns of fracture develop-

- ment in structures of various types (in folded and platform areas). Issue 242. Proceedings of VNIGNI, 1965. P. 113–157. (in Russ.).
8. Korchuganova N.I., Korsakov A.K. Remote methods of geological mapping: textbook. M.: KDU, 2009. 288 p. (in Russ.).
 9. Krivova N.R. Technologies for the development of multilayer deposits with discontinuous faults: monograph / N.R. Krivova. Tyumen: TGNGU, 2014. 96 p. (in Russ.).
 10. Miloserdova L.V. Aerospace methods in oil and gas geology: Textbook. / Ed. P.V. Florensky. M.: Nedra Publishing House LLC, 2022. 502 p. (in Russ.).
 11. Nelepov M.V. Linear structures in the saved-up oil production of the Velichaevsko-Kolodeznoye field of the Stavropol region // Neftyanoe khozyaystvo. 2015. No. 9 (1104). P. 96–97. (in Russ.).
 12. Pyatakhin M.V., Pyatakhina Yu.M., Stepin Yu.P. The decision on well's drilling under uncertainty: traditional and 3D paleogeomechanical approaches // Gas industry. 2018. No. 10 (775). P. 42–47. (in Russ.).
 13. Sokolov B.A., Ablya E.A. Fluidodynamic model of oil and gas formation. M.: GEOS, 1999. 76 p. (in Russ.).
 14. Kharitonov A.L. Oil and gas potential of central type morphostructures in Eastern Siberia // Neftgaz.RU. 2019. No. 4. P. 106–110. (in Russ.).
 15. Kharchenko V.M., Lapta D.V., Nerkararyan A.E. Integrated remote sensing and geophysical methods for prospecting for hydrocarbon deposits (territory of the Central Ciscaucasia) // Science. Innovations. Technologies. 2019. No. 4. P. 33–48. (in Russ.).
 16. Kharchenko V.M., Firsova D.L., Stasenkov A.A., Mikhailichenko R.V., Al Khasrachi Ali Jabbar, Evsyukova A.N. A new method of ore-gas-geological and seismic zoning // Innovative technologies in the oil and gas industry. Problems of Sustainable Development of Territories: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference / North Caucasus Federal University. Stavropol: Publishing House of the North Caucasus Federal University, 2022. 662 p. (in Russ.).
 17. Chernenko K.I., Yeremina N.V., Tumanova Ye.Yu. Linear zones of increased oil productivity in the carbonate reservoir of the Pushkarskoe area of Zimne-Stavkinsko-Pravoberezhnoye field // Nauka. Innovations. Technologies. 2022. No. 3. P. 29–46. (in Russ.).
 18. Guliyev I., Huseynov D. Fluid dynamics and seismicity of the

- Caspian sea // Conference: 11th International Conference on Gas in Marine Sediments. 2012. P. 108–109.
19. Miloserdova L.V., Dintsova K.I., Khafizov S.F., Iskaziev K.O., Osipov A.V. Connection of lineaments and nodes of their intersections with the oil and gas content of the Caspian syncline and its framing (Russian) // Oil Industry Journal. 2021. Vol. 6. P. 22–26.
 20. Wayne N., David S. Schechter and Laird B. Thompson Naturally Fractured Reservoir Characterization. SPE. 2006. 121 p.

Поступила в редакцию 28.01.2023, принята к публикации 28.04.2023.

Информация об авторах

- Черненко** Катерина Игоревна — старший преподаватель кафедры геологии нефти и газа Института наук о Земле СКФУ.
E-mail: kchernenko@ncfu.ru kabiso@rambler.ru.
- Харченко** Владимир Михайлович — доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии нефти и газа Института наук о Земле СКФУ. E-mail: vkharchenko@ncfu.ru.
- Неркарян** Алина Евгеньевна — аспирант кафедры геологии нефти и газа Института Наук о Земле СКФУ.
E-mail: adomareva@ncfu.ru.
- Еремина** Наталья Владимировна — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии нефти и газа Института наук о Земле ФГАОУ ВО СКФУ.
E-mail: nveremina@ncfu.ru yeriominasai@mail.ru.

Information about the authors

- Katerina I. Chernenko** — Lecturer of Chair of Oil and Gas Geology, Institute of Earth Sciences, North-Caucasus Federal University.
E-mail: kchernenko@ncfu.ru kabiso@rambler.ru.
- Vladimir M. Kharchenko** — Doctor of Geologic-Mineralogical Sciences, Professor of Chair of Oil and Gas Geology, Institute of Earth Sciences, North-Caucasus Federal University.
E-mail: vkharchenko@ncfu.ru.
- Alina E. Nerkararyan** — Postgraduate Student of Chair of Oil and Gas Geology, Institute of Earth Sciences, North-Caucasus Federal University. E-mail: adomareva@ncfu.ru.
- Natalia V. Yeriomina** — Candidate of Geologic-Mineralogical Sciences, Associate Professor of Chair of Oil and Gas Geology, Institute of Earth Sciences, North-Caucasus Federal University.
E-mail: nveremina@ncfu.ru yeriominasai@mail.ru.

1.6.12
УДК 911.2
DOI:

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ,
ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ
10.37493/2308-4758.2023.2.2

**Боброва И. Е.,
Лысенко А. В.**

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь, Россия

МОРФОТИПНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА (на примере города Ставрополя)

Введение.

В статье рассматриваются особенности пространственно-планировочной организации Ставропольского городского ландшафта на основе выделения и анализа морфотипов городской застройки как пространственно-территориальных образований, имеющих однотипную функциональную, историческую и планировочную структуру, сформировавшихся под влиянием административных, архитектурных и временных факторов и претерпевающих постоянное изменение с учетом развития городской среды. Дается общая оценка важности выделения морфотипов городского ландшафта и возможности применения морфотипного подхода на разных уровнях анализа его территориальной организации и функционирования.

Материалы и методы исследований.

Работа основана на анализе исторического картографического материала, топографических планов и современных данных дистанционного зондирования Земли. Основными методами исследования городского ландшафта стали исторический, диахронический анализ, картографический, аэрокосмический, ГИС-технологий.

Результаты исследований и их обсуждение.

Выявлены исторические предпосылки формирования морфотипов Ставропольского городского ландшафта. Проведен диахронический анализ ландшафта города Ставрополя в период с 1777 по 2022 годы и на его основе разработана карта формирования пространственно-планировочной организации городского ландшафта. Определены основные морфотипы застройки города Ставрополя. Выполнен анализ изменений морфотипа городского ландшафта на примере отдельного квартала города с определением важных количественных показателей характеризующих внутриквартальную морфологию городского пространства.

Выводы.

В результате проведения морфотипного анализа городского ландшафта можно получить ряд данных, позволяющих осуществлять ландшафтно-экологическую оценку городской среды, оценить текущее и перспективное состояние пространственно-планировочной организации городского ландшафта, осуществлять регулирование городской застройки и формирование городской среды, а также определить вектор развития города в пространственном, социально-экономическом и ландшафтно-экологическом отношении.

Ключевые слова:

городской ландшафт, пространственно-планировочная организация территории, морфотипы городской застройки

**Bobrova I. E.,
Lysenko A. V.** North-Caucasus Federal University, Stavropol,
Russia

Morphotype Approach in the Study of Spatial Planning Organization in Urban Landscape (by the Example of the City of Stavropol)

Introduction. The article discusses the features of spatial planning organization of urban landscape in Stavropol based on the selection and analysis of morphotypes of urban buildings, as spatial and territorial formations of the same type of functional, historical and planning structure, formed by choice, architectural and temporary objects, and undergoing constant change, taking into account the development of urban environment. The study gives general assessment of the importance of identifying morphotypes of the urban landscape and the possibility of morphotype consideration at different stages of the analysis of its territorial organization and structure.

Materials and research methods. The work is based on the analysis of historical cartographic material, topographic plans and modern data of remote sensing of the Earth. The main methods for studying the urban landscape are historical, diachronic analysis, cartographic, aerospace, GIS technologies.

Research results and their discussion. The historical prerequisites for the formation of morphotypes of the Stavropol urban landscape are revealed. A diachronic analysis of the landscape of the city of Stavropol was carried out in the period from 1777 to 2022, and on its basis, a map of the formation of the spatial planning organization of the urban landscape was developed. The main morphotypes of the development of the city of Stavropol are determined. The analysis of changes in the morphotype of the urban landscape was carried out by the example of a city quarter with determination of important quantitative indicators characterizing the intra-quarter morphology of the urban space.

Conclusions. As a result of the morphotype analysis of urban landscape, it is possible to obtain data that allow carrying out a landscape-ecological assessment of the urban environment, assessing the current and future state of the spatial planning organization of the urban landscape, regulating urban development and forming the urban environment. It also provides an opportunity to determine the vector of city development in the spatial, socio-economic and landscape-ecological respect.

Key words: urban landscape, spatial planning organization of the territory, morphotypes of urban development

Введение

Определение и изучение городского ландшафта как разновидности культурного ландшафта имеет большое значение в проектировании населенных пунктов и формировании гармоничной городской среды. Основание любого поселения, помимо территориального расположения, прежде всего обусловлено характером ландшафта, который как природно-исторический элемент является фундаментом построения городского ландшафта, определяя всю перспективу дальнейшего освоения и развития городской застройки.

Городской ландшафт представляет собой функциональную систему из ряда природных и искусственных элементов, определяющих многообразие вариантов городской среды. Такие элементы складываются в территориальные структуры, характеризующиеся одинаковой функциональной, исторической, планировочной организацией. Таким образом формируются морфотипы городской застройки, сочетающие в себе ряд схожих параметров городской среды.

Цель исследования –

морфотипный анализ изучения городского ландшафта на различных уровнях его применения, в частности для определения предпосылок и факторов формирования города в целом и его отдельных элементов, районов и кварталов. В исследовании проведен анализ изменения структуры морфотипов городского ландшафта отдельного квартала города в разные временные периоды. Выделены основные показатели внутриквартального ландшафта городской застройки и дана оценка их трансформации.

Материалы и методы исследований

Исходными данными для анализа послужили некоторые картографические материалы и планы города Ставрополя, периода с 1805 по 1991 г., современные космические снимки и ортофотопланы периода 2002–2021 гг., открытые сведения Единого государственного реестра недвижимости в виде данных кадастрового деления, сведения Федеральной государственной информационной системы территориального планирования, открытые данные OpenStreetMap (OSM). Анализ указанных источников позволил

выделить соответствующие единицы устройства городского ландшафта и осуществить дифференциацию территории города на соответствующие морфотипы городской застройки и их историческую трансформацию.

Основными методами исследования городского ландшафта стали исторический, диахронического анализа, картографический. Анализ исследования осуществлен с применением программных геоинформационных систем и программных средств Quantum GIS и MapInfo Pro. Для получения исходного материала в виде космоснимков и ортофотопланов местности из открытых источников использовались бесплатные приложения GoogleEath и SasPlanet. Дешифрирование материалов дистанционного зондирования позволило определить основные показатели характеризующие городской ландшафт и тенденцию его изменения.

Результаты исследований и их обсуждение

Морфотип – это эволюционно сложившаяся разновидность пространственно-планировочной организации городской застройки, отражающая функциональную наполненность и пространственную организацию территории, ее историко-культурологический аспект [16].

Изначально природные ландшафты и исторические особенности города, определяют формирование соответствующих морфотипов городской застройки в планировочной структуре урбанизированного пространства. Дальнейшее расширение пространства города происходит как инерциальный процесс, при котором могут осваиваться менее пригодные более сложные ландшафты, а на исходных городских ландшафтах происходит процесс частичной или полной реконструкции морфотипов путем постепенной перестройки городской среды. Эти процессы происходят непрерывно и очень важно осуществлять их своевременный мониторинг и регулирование.

На основе типологии морфотипов определенных территорий города в разрезе их временного формирования и типов застройки можно проследить хронологию роста города и внутреннего изменения городской среды. В свою очередь, понимание тенденций расширения и преобразования городского ландшафта дает возмож-

ность прогнозирования и регулирования этих процессов. Выводы, полученные при применении морфотипного анализа городских ландшафтов, могут быть использованы при формировании документов территориального планирования и зонирования, определения градостроительных регламентов и точек логистического роста, сохранения исторического облика города, охраны памятников культурного наследия и формирования гармоничной и комфортной городской среды.

Традиционно одним из ведущих направлений отечественных исследований пространственно-планировочной организации городов является ландшафтное планирование. По А.В. Дроздову [5], ландшафтное планирование представляет собой совокупность методических инструментов и процедур, направленных на формирование ландшафтно-экологически обоснованной территориальной организации природы и хозяйства для устойчивого развития и сохранения основных функций ландшафта. В последнее время этим аспектам, связывающим природный ландшафт с формированием планировочной структуры города, уделяется особое внимание. В этой связи ландшафтное планирование города – сфера деятельности, которая находится на стыке географии, районной планировки, градостроительства и землеустройства [8]. Ландшафтное и территориальное планирование тесно связаны друг с другом. Можно сказать, что это дополняемые направления, включающие близкие по содержанию цели и понятия. Морфотипный подход дает возможность реализовывать ландшафтное планирование города через выделение морфотипов территорий и получение объема информации достаточного для применения тех или иных планировочных и нормативных решений, обеспечивающих устойчивое развитие городской среды.

Важной составляющей морфотипного подхода изучения городских ландшафтов является их градация по типу, объему и историческому содержанию. Так, например, Мильков Ф.Н. выделял несколько видов антропогенного ландшафта по содержанию:

- сельскохозяйственные комплексы;
- лесные комплексы;
- водные комплексы;

- промышленные комплексы;
- селитебные [13, 14].

Черныш Н.А. в зависимости от целей анализа городского ландшафта выделяет следующие уровни иерархии его изучения [20]:

- макроуровень: городская агломерация, урбанизированный район, территориально-индустриальный комплекс;
- мезоуровень: селитебный ландшафт, индустриальный ландшафт, агроландшафт;
- микроуровень: двор, спортивная площадка, пешеходная зона.

Территориальными аналогиями такой градации будут город и его районы в целом, отдельные кварталы, внутриквартальные территории.

В городском ландшафте морфотипы могут проявлять себя исходя из множества характеристик, но, как правило, первичная характеристика городского ландшафта, позволяющая выделять и относить ландшафт к определенному морфотипу, – это исторический этап его формирования. Каждый исторический этап формирования городского ландшафта имеет свойственные только ему особенности и черты, отражаемые в его планировочной и функциональной организации. Так, мы можем наблюдать целые городские районы или различные кварталы, формирование которых производилось в один исторический период, в результате чего данные территории города, как правило, можно относить к одним и тем же или смежным морфотипам городского ландшафта. У данных кварталов будут идентичные или очень схожие характеристики в планировочной организации, одинаковая типология и плотность застройки. Что, в свою очередь, обусловлено едиными требованиями к градостроительной и планировочной организации городской среды, техническими и материальными возможностями, архитектурными предпочтениями соответствующего исторического периода.

Город Ставрополь располагается в центральной, наиболее приподнятой части Предкавказья в пределах лесостепной ландшафтной провинции Ставропольской возвышенности, в границах Верхнегорлыкского ландшафтного района в соответствии с ландшафтным районированием В.А. Шальнева. Ландшафтный район характеризуется очень сложной морфологической структурой, которая формируется множеством типологических групп сложных урочищ и местностей [21, 22]. Для общего понимания структуры городского ландшафта Ставрополя следует охарактеризовать основные макроуровневые морфотипы городской застройки. К ним относятся [12]:

- Центральная местность, которая сформировалась вокруг бывшей Ставропольской крепости, занимающая исторический центр и являющаяся основным, базовым элементом культурного ландшафта, сформированным до XIX в. В природном отношении большая его часть находится в пределах местности восточных пологих склонов структурно-денудационного плато, сложенного песками и глинами среднего сармата и осложненное верховьями балок Ставропольской горы водораздела рек Ташлы и Мамайки;
- Мамайская и Ташлянская местности, в природном отношении представлены речными долинами и балками с постоянным водотоком, сложенными глинами сармата и четвертичными делювиально-аллювиальными отложениями. Это исторические периферии преимущественно одноэтажной застройки, начало формирования которых приходится на XIX век;
- Туапсинская местность, формировалась в начале XX века как промышленная периферия, в пределах природного урочища пластовых эрозионно-денудационных равнины акчагыльской поверхности, сложенной глинами и мергелями. Исторический центр местности – Туапсинский железнодорожный вокзал;
- Холоднородниковская местность, формируется на окраине плакора верхнесарматской поверхности

выравнивания, бронированной известняками в середине XX века как первый центр квартальной многоэтажной застройки;

- Юго-Западная и Северо-Западная местности, формировались во второй половине XX века на плакоре верхнесарматской поверхности выравнивания, бронированных известняками среднего сармата. Они сочетают в себе функции крупных жилых (спальных) и промышленных районов с развитой инфраструктурой. Данные местности расположены на окраинах города, в связи с большим темпом урбанизации и ростом численности населения эти территории расстраиваются, увеличивая фактически границу города.

Отдельно стоит выделить парковые и лесные местности, составляющие экологический каркас города [15]. Они занимают верховья балок и склонов плато верхнесарматской поверхности выравнивания. Поскольку в отдельные периоды шел процесс массовых рубок лесов, а затем их самовосстановление, то значительная часть лесов города имеет вторичный характер, и в основном находящиеся на 1–2-й стадиях дигрессии, имеющие в хорошем состоянии надземные и почвенные ценозы.

Для Ставрополя, помимо наличия значительных по площади озелененных территорий, характерна густая речная сеть, сформированная обильными выходами подземных вод, связанных с холоднородниковским и другими водоносными горизонтами. Здесь расположены небольшие реки: Ташла, Чла, Мамайка и Мутнянка. Река Мутнянка во время весеннего паводка ранее наносила немалый вред инфраструктуре города. Нижняя часть города представляет собой склоны структурно-денудационных плато, изрезанные балками [19].

Для Ставрополя также характерны оползневые процессы. В центре города оползни имели резкие уступы отрыва высотой до 10–15 м и вогнутые тела длиной до 100 м с выступающими языками. Эрозионно-оползневой процесс в верховьях Ташлы и Мамайки активно проявился и в лесной зоне [20]. Оползнями полностью или частично был уничтожен ряд улиц или переулков, застроенных час-

тными домами, пострадал участок автодороги Ставрополь – Невинномысск.

Вторым по размеру оползневым районом являлась долина Мамайки, оползни здесь начинались от ее верховий, питаемых мощным сбросом канализационных вод. В пределах Мамайского леса они занимали береговые обрывы нижних частей склонов, где сформировался «пьяный лес». Ниже границы леса оползневые процессы развивались с большей интенсивностью. Множество мелких оползневых тел, спровоцированных техногенными процессами, возникло в черте города в долинах других речек, в балках, на слабо закрепленных растительностью склонах и в крупных выемках грунта [6].

На основе анализа морфологически неоднородного природного ландшафта и особенностей исторического освоения города, можно выделить районы, сформировавшиеся в определенные хронологические периоды (рис. 1).

Формирование городского ландшафта началось с Крепостной горы и прилегающих к ней территорий. Крепость служила исходным градообразующим объектом. В этой части сформировалось центральное городское ядро, а дальнейшее разрастание города до 20-х годов XX века происходило на наиболее пригодных для освоения морфологических элементах природных ландшафтах. Так был сформирован и освоен центр города – территория на водоразделе рек Ташла и Мамайка, а также и основные станичные поселения, прилегающие к крепости.

В советское время произошла перестройка периферийных кварталов города, с учетом принятой градостроительной концепции, основной упор которой был сделан на логистическую структуру [2, 3, 4]. Дальнейшее развитие градостроительства советского времени определило пространственное развитие города и формирование ряда крупных жилых и промышленных центров многоэтажной застройки. Одновременно с этим происходит частичная и полная перестройка ряда центральных кварталов с ликвидацией части исторической жилой застройки. Начинается формирование дачных и садовых участков вокруг города.

К 90-м годам в городе сформированы относительно молодые спальные районы – Юго-Западный и Северо-Западный, осваивает-

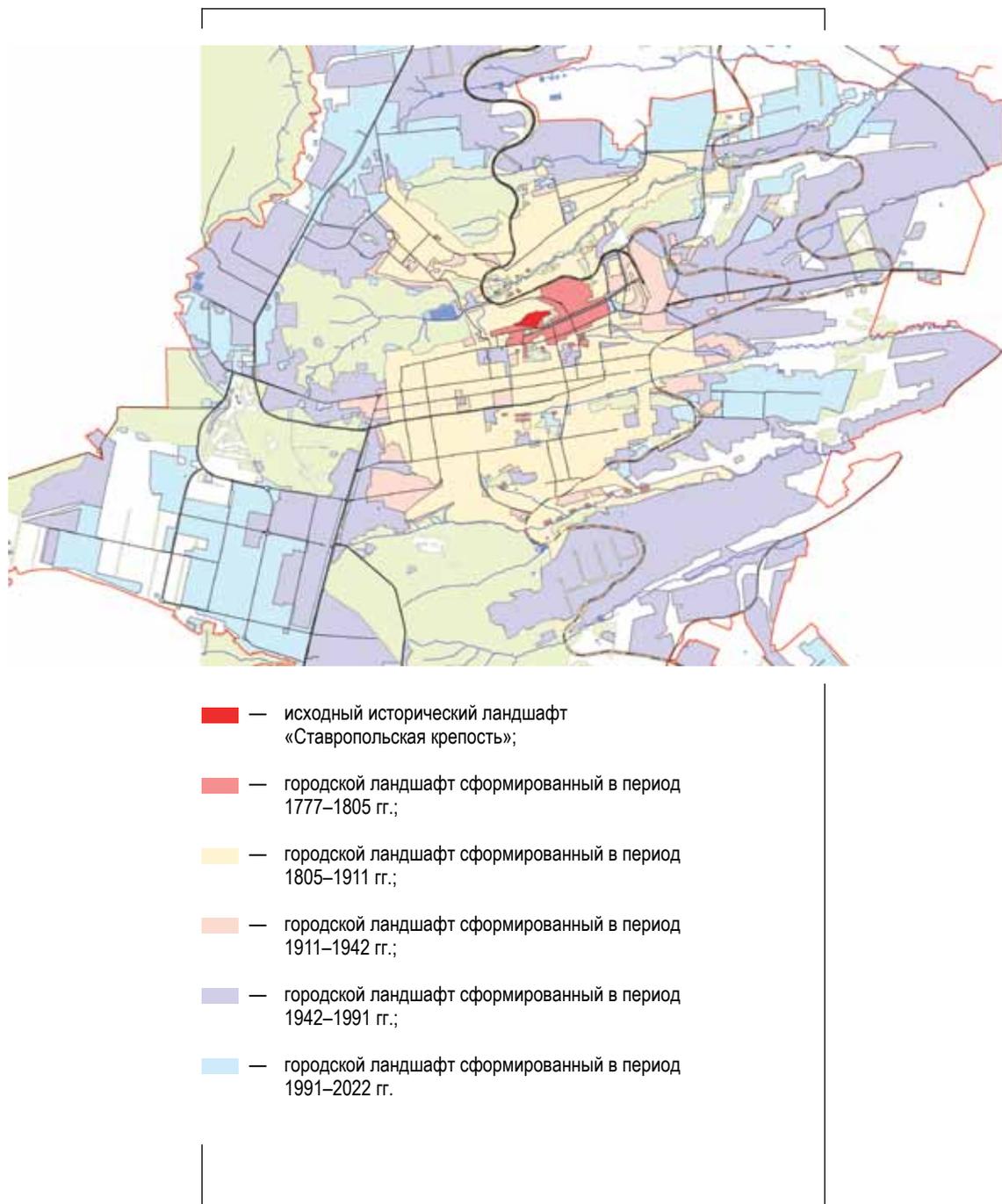


Рис. 1.

Ретроспективный план формирования городского ландшафта города Ставрополя в период с 1777 по 2022 год.

Fig. 1. Retrospective plan for the formation of the urban landscape of the city of Stavropol in the period from 1777 to 2022.

ся восточная окраина города. В дальнейшем тенденция развития новых районов растет, происходит освоение прилегающих к городу сельскохозяйственных земель, которое продолжается и в настоящее время.

К настоящему времени Ставропольский городской ландшафт под влиянием природных, антропогенных, исторических факторов формирования представлен специфичными морфотипами городской застройки.

Классификацией морфотипов застройки занимался А. Гутнов. Первые разработки по этой проблематике относятся к 1980-м гг. Изначально параметры морфотипов были установлены и применены для города Москвы. Более углубленный анализ морфотипов городской застройки был проведен в работах Е.Ю. Колбовского. Так, например, для центральной части Европейской России, Е.Ю. Колбовский [7] выделял 10 исторических соседств (морфотипов). Поскольку Ставрополь не является древнейшим городом, то целесообразно применить новую классификацию морфотипов, опираясь на типологию городской застройки по Е.Ю. Колбовскому.

На основе районов, сформировавшихся в определенные хронологические периоды, можно выделить следующие морфотипы городского ландшафта Ставрополя (рис.2):

1. **Исходная историческая застройка (XVIII–XIX вв.).** Здесь возникли первые каменные постройки, исторические жилые и административные здания, сохранившиеся в центре города в стилях провинциального классицизма, эклектики и модерна.
2. **Индивидуальная жилая застройка.** Это основные кварталы жилой одноэтажной и малоэтажной застройки. Преобладает частный сектор, застроенный жилыми домами в основном не более 2-х этажей с приусадебной территорией.
3. **Кварталы исторической «сталинской» застройки (1930–1950 гг.).** Малоэтажная жилая и административная застройка, располагается в основном в центральной части города, вдоль главных исторических улиц на месте перестроенной исторической

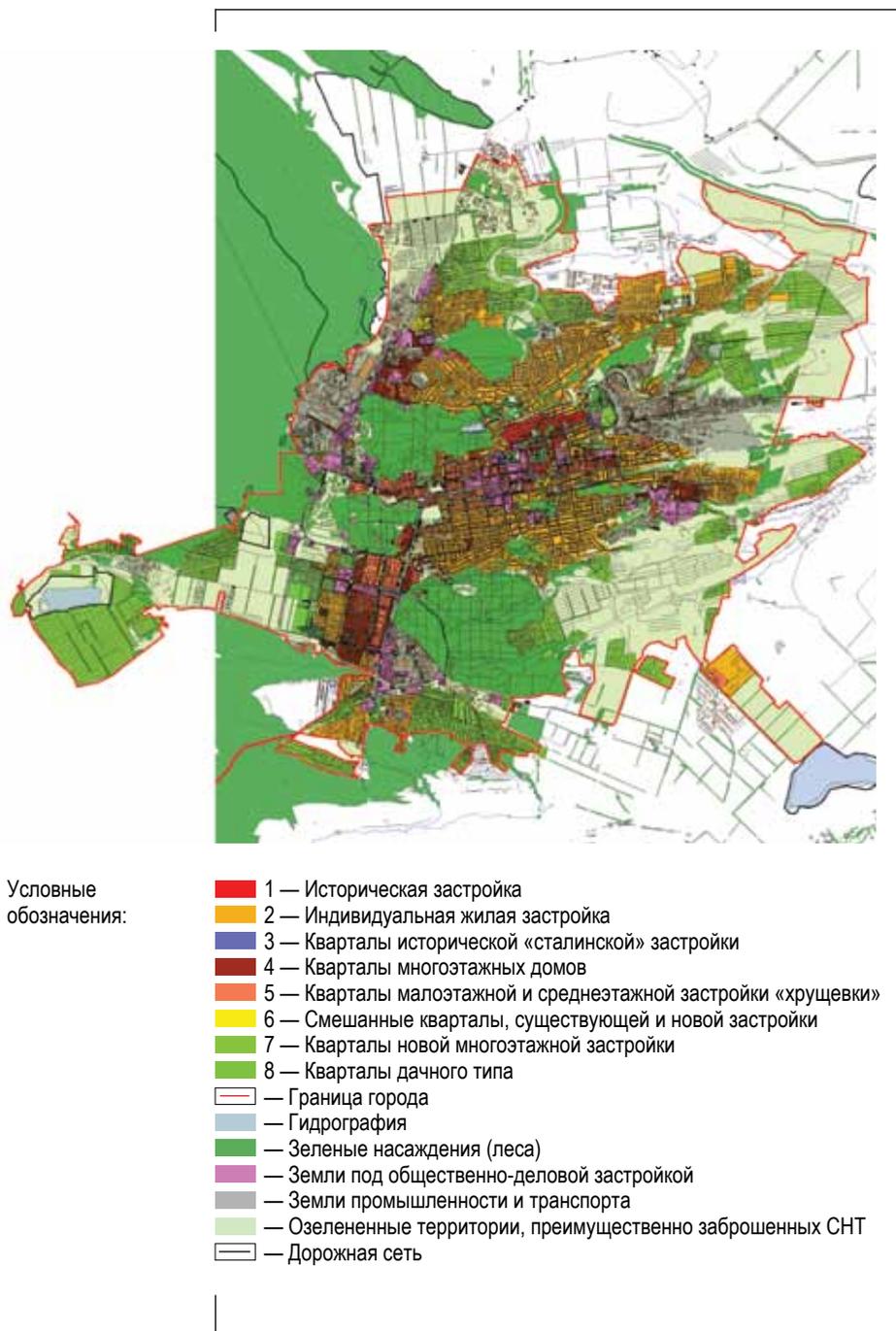


Рис. 2.

Морфотипы городской застройки города Ставрополя на 2022 год.

Fig. 2. Morphotypes of urban development in the city of Stavropol for 2022.

- застройки. Основные архитектурные стили – конструктивизм и сталинский ампир.
4. **Кварталы многоэтажных домов (конец 1980 – начало 2000 гг.).** Представлены панельным и кирпичным строительством. Расположены в основном в спальных районах и точечно в центральных.
 5. **Кварталы малоэтажной и среднеэтажной застройки – «хрущевки» (1950–1980 гг.).** Это участки с типовыми панельными или кирпичными жилыми домами, обычно пятиэтажными, с малогабаритными квартирами. Расположение преимущественно в центре города, прилегают к спальным районам.
 6. **Смешанные кварталы многоэтажной застройки (2000–2010 гг.).** Представлены перестроенными либо вновь освоенными районами многоэтажной массовой застройки.
 7. **Кварталы новой многоэтажной застройки (2010–2020 гг.).** Микрорайоны многоэтажной застройки с повышенной высотностью зданий, базовые жилые комплексы с повышенной плотностью застройки, закрытостью территории, минимальными показателями озеленения и социальной инфраструктуры.
 8. **Кварталы дачного типа.** Микрорайоны дачных кооперативов, расположенных на окраинах города. Образованы в конце 80-х – начале 90-х годов XX века, бывшие и действующие дачные кооперативы, превращенные в частные полурекреационные и полужилые зоны, с большим процентом озеленения и узкими дорожными проездами.

К морфотипам, общим для всех населенных пунктов, относятся:

1. Производственные и инженерно-транспортные зоны.
2. Общественно-деловая застройка.

Разработанная схема морфотипов города Ставрополя показывает тенденцию развития города и направления его роста. Также на ее основе можно оценить перспективу перестройки ряда существующих кварталов с трансформацией городской застройки целесообразно тенденциям формирования городской среды, при этом следует обратить внимание на исторические районы, трансформация которых должна быть максимально адаптивной для сохранения исторического облика города. Здесь городская среда должна быть сохранена в пользу ее исторического облика, а не целесообразности освоения. Возможность проведения линий разграничения застройки с выносом многоэтажного строительства дальше от центра позволила бы гармонизировать городскую среду и обеспечить ее стабильное развитие, сохраняя экологический каркас города. Анализируя достаточно неоднородный рельеф города, мы выделили несколько районов с пересеченным рельефом склонов речных долин, которые определили свой морфотип застройки – как кварталы частного сектора, где расположены малоэтажные дома. Освоение таких районов осуществлялось в основном как вторичное с последующим уплотнением жилищного строительства с нарезкой дополнительных внутриквартальных улиц, с сохранением структуры жилой дом – приусадебный участок. Данное освоение наиболее вероятно и типично для района с подобной морфологией рельефа. Но в настоящее время можно заметить исключения в этих морфотипах (например, ЖК «Шоколад», расположенный на оползневом участке) уклон которого составляет $10,82^\circ$ [1, 6].

Далее проведен анализ морфотипов на микроуровне кварталов с определенной плотностью многоэтажной застройки. Такой анализ может дать понимание возможностей развития определенных территорий для обеспечения комфортных условий проживания.

Для примера проведем ретроспективный анализ развития городского ландшафта 117 квартала города, ограниченного улицами Ленина, Мира, Розы Люксембург, Маяковского (рис. 3–5 а, б, в).

На схемах представлен характерный морфотип кварталов «хрущевок» (малоэтажной и среднеэтажной застройки), который в последнее время претерпевает изменения за счет нового строительства, развития инфраструктуры и сокращения озелененных территорий. Для данного квартала в хронологическом разрезе были рас-



Рис. 3.

а) Космоснимок от 2002 г.; б) Морфотипы внутриквартальной застройки по состоянию на 2002 г.; в) Процентное соотношение основных показателей за 2002 г.

Fig. 3. a) Space image from 2002; b) Morphotypes of intra-quarter development as of 2002; c) Percentage of key indicators for 2002.



Рис. 4.

а) Космоснимок от 2011 г.; б) Морфотипы внутриквартальной застройки по состоянию на 2011 г.; в) Процентное соотношение основных показателей за 2011 г.

Fig. 4. a) Space image from 2011; b) Morphotypes of intra-quarter development as of 2011; c) Percentage of key indicators for 2011.



Рис. 5

а) Космоснимок от 2021 г.; б) Морфотипы внутриквартальной застройки по состоянию на 2021 г.; в) Процентное соотношение основных показателей за 2021 г.

Fig. 5. a). Space image from 2021; b) Morphotypes of intra-quarter development as of 2021; c) Percentage of key indicators for 2021.

считаны основные количественные показатели площадей застройки, озеленения и твердых покрытий за 2002, 2011, 2021 годы [9, 10]. На изображениях, представляющих микроэкологический каркас квартала, детально обозначены: историческая жилая малоэтажная (выделена желтым); административно-деловая (выделена розовым); среднеэтажная (выделена красным); вспомогательная (выделена серым), зоны запечатанности квартала (выделены сиреневым) и зоны озеленения (выделены зеленым) [16].

Для детального анализа трансформации морфотипа квартала можно проанализировать ряд количественных показателей, характеризующих состояние морфотипа изучаемого квартала на конкретный период времени и показывающих динамику его изменения в связи с развитием городской среды. За основу взяты коэффициенты, выделенные М.В. Пасхиной, для анализа морфотипной структуры Ярославля [16]:

- 1) Коэффициент озелененности, рассчитанный как отношение площади, занятой зелеными насаждениями, к площади квартала:

$$K_{оз} = S_{зел.насажд.} \div S_{квартала};$$

- 2) Коэффициент градостроительной нагрузки, рассчитанный как отношение площади строений, находящихся внутри квартала, к площади квартала:

$$K_{град.} = S_{строений} \div S_{квартала};$$

- 3) Коэффициент запечатанности (закрытости квартала), рассчитанный как отношение полупериметра всех зданий внутри квартала к периметру самого квартала:

$$K_{запеч.} = P_{строений/2} \div P_{квартала};$$

- 4) Площадь территории подъездных путей, рассчитанная как разность площади квартала и площадей, занятых зелеными насаждениями и строениями внутри квартала:

$$S_{трансп.} = S_{квартала} - (S_{зел.} + S_{строений});$$

- 5) Коэффициент обеспеченности дорогами, рассчитанный как отношение площади, занятой подъездными путями, к площади квартала:
$$K_{\text{обеспеч.дор.}} = S_{\text{трансп.}} \div S_{\text{квартала}};$$
- 5) Объем морфотипа, рассчитанный как произведение площади квартала на среднюю высоту зданий и сооружений внутри него:
$$V_{\text{морф.}} = S_{\text{квартала}} \times H_{\text{сред.}};$$
- 6) Объем рельефоида, рассчитанный как произведение площади оснований зданий внутри квартала на их среднюю высоту:
$$V_{\text{рельефоида}} = S_{\text{строений}} \times H_{\text{сред.}};$$
- 7) Коэффициент морфотипа, рассчитанный как отношение объема рельефоида к площади квартала:
$$K_{\text{морфотипа}} = V_{\text{рельефоида}} \div S_{\text{квартала}}.$$

В изученном квартале за указанный период, происходила ярко выраженная трансформация морфотипа смешанной разновидности городской застройки.

Часть квартала, соответствующая исторической жилой малоэтажной застройке и административно-деловой, начинает перестраиваться в среднеэтажную жилую застройку. Одновременно с этим происходит сокращение площади озелененных территорий ($S_{\text{озеленения}}$) с 43 до 26 % от площади квартала. Площадь застройки ($S_{\text{застройки}}$) и коэффициент градостроительной нагрузки ($K_{\text{град.}}$), увеличиваются, следовательно, коэффициент запечатанности ($K_{\text{запеч.}}$) повышается, но всего на 5 %. При этом качественно меняется показатель объема морфотипа ($V_{\text{морф.}}$) с 218440 м³ до 327660 м³ и объема рельефоида ($V_{\text{рельефоида}}$), увеличение составляет 33 % от исходного значения. Также меняется в большую сторону коэффициент обеспеченности дорогами ($S_{\text{трансп.}}$). Вследствие формирования придомовых территорий среднеэтажной застройки, увеличение данного коэффициента составляет 18 % на 2011 год и 36 % на 2021 год.

ТАБЛИЦА 1. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОРФОТИПА КВАРТАЛА ЗА 2002, 2011, 2021 ГОДЫ
Table 1. Main indicators of the morphotype of the quarter for 2002, 2011, 2021

Показатель/год	2002	2011	2021
$S_{\text{квартала}} (M^2)$	54610	54610	54610
$P_{\text{квартала}} (M)$	920,3	920,3	920,3
$S_{\text{озеленения}} (M^2)$	23600	19320	14320
$S_{\text{застройки}} (M^2)$	12610	13540	15230
$P_{\text{застройки}} (M)$	3224	3247	3168
$K_{\text{озеленения}}$	0,43	0,35	0,26
$K_{\text{град.}}$	0,23	0,24	0,28
$K_{\text{залеч.}}$	1,75	1,76	1,72
$S_{\text{трансп.}} (M^2)$	18400	21750	25060
$K_{\text{обесп.дор.}}$	0,33	0,39	0,45
$V_{\text{морф.}} (M^3)$	218440	273050	327660
$V_{\text{рельефоида}} (M^3)$	50440	54160	75660
$K_{\text{морфотипа}}$	0,92	0,99	1,38

Полученные за изучаемый период времени результаты расчетов позволяют сделать вывод, о существенном качественном изменении морфотипа квартала в его пространственно-планировочной организации.

Данные коэффициенты отражают негативные последствия трансформации пространственно-планировочной структуры на ландшафтно-экологическое состояние урбанизированной территории. Это происходит за счет сокращения озеленения и его замещения новым многоэтажным строительством, а также объектами инфраструктуры (территорией подъездных путей), что подтверждает высокую степень антропогенной нагрузки на окружающую среду.

В градостроительном смысле исходные показатели плотности застройки и коэффициента градостроительной нагрузки представ-

ляются средними, что свидетельствует о незначительных изменениях пространственно-планировочной структуры и о рациональном подходе к освоению данной территории.

Функционально-исторический анализ показал сокращение площади исторической застройки, что негативно отражается на историко-культурном облике города. Одновременно с этим происходит рост селитебных показателей территории, в сторону увеличения плотности населения за счет роста города вертикально, в плане роста этажности застройки.

Выводы

Колоссальные изменения, произошедшие в пространственно-планировочной организации за всю историю города, четко просматриваются в поляризованном ландшафте. В настоящее время город Ставрополь – урбанизированная территория с развитой жилой и промышленной застройкой, коммунальной и транспортной инфраструктурой, в то же время сохраняющая в значительной степени окружающая природная среда. Городская территория складывается из многочисленных составляющих, в том числе природных и техногенных элементов, формирующих морфотипы городской застройки, изучение которых может дать ключ к оценке состояния городской среды и обозначения рационального вектора пространственного и социально-экономического развития городской среды.

На основе морфотипной градации на разных уровнях анализа городской среды проведены:

- на макроуровне – ретроспективное районирование освоения городского ландшафта;
- на мезоуровне выделены квартальные морфотипы городской застройки;
- на микроуровне – анализ трансформации морфотипов городского ландшафта на примере отдельного квартала, определена структура и тенденции трансформации городских ландшафтов.

Морфотипный метод можно использовать для оптимизации экологического каркаса города, регуляции плотности застройки, анализа логистической открытости, расчета других пока-

зателей, влияющих на градостроительные регламенты или для принятия иных необходимых мер, направленных на обустройство и развитие территории.

Кварталы с большими показателями высотности и плотности застройки должны быть разгружены за счет прилегающих территорий и налаживания логистической инфраструктуры. Критические параметры такой загруженности должны быть сигналом для местных властей для принятия мер по контролю и разгрузке кварталов с высокими строительными коэффициентами.

При изучении городского ландшафта нужно опираться на комплекс подходов. Определение и анализ морфотипов городской застройки неразрывно связан с функциональным подходом, который основан на выявлении особенностей и закономерностей функционирования природных ландшафтов и урбандшафтов как сложных геосистем. Морфотипы городской застройки – это шахматные фигуры на доске градостроительного зонирования и планирования. В то же время без должного анализа их пространственно-планировочных характеристик, определенных с помощью ГИС-технологий, применение таких фигур может быть не рациональным, а партией проигрышной. Поэтому грамотное использование такого инструмента как морфотип может иметь решающее значение при формировании оптимальной городской среды и определении тенденций ее развития.

Библиографический список

1. Базилевич А.М. Влияние функциональных и природных условий на планировочную структуру города: автореф. дис. ... канд. архитектуры. М.: ХОЗУ Минавтопрома. 1978. 185 с.
2. Гниловской В.Г. План Ставропольской крепости 1811 года // Материалы по изучению Ставропольского края. Ставрополь: Книжное издательство, 1949. Вып. 1. 208 с.
3. Гниловской В.Г. Территориальное развитие города Ставрополя в первой половине 19-го столетия // Материалы по изучению Ставропольского края. Ставрополь: Книжное издательство, 1952. Вып. 4. 261 с.
4. Гниловской В.Г. Первое печатное географическое описание города Ставрополя // Материалы по изучению Ставро-

- польского края. Ставрополь: Книжное издательство, 1954. Вып. 6. 375 с.
5. Дроздов А.В., Алексеенко Н.А., Антипов А.Н., Йоханнсен Р., Замотаев И.В. и др. Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии. М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. 239 с.
 6. Клименко А. И. Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям на оползневых склонах Северного Кавказа с целью их хозяйственного освоения. Москва: ПНИИ-ИС, 1983. 68 с.
 7. Колбовский Е.Ю. Ландшафтоведение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 480 с.
 8. Колбовский Е.Ю. Ландшафтное планирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 336 с.
 9. Колбовский Е.Ю., Брагин П.Н. Применение данных дистанционного зондирования Земли для территориального планирования // Геоматика. 2009. № 2 (3). С. 83–89.
 10. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М.: АСПЕКТ ПРЕСС. 2001. 184 с.
 11. Лысенко А.В., Водопьянова Д.С., Азанов Д.С. Опыт локального районирования культурных ландшафтов Северного Кавказа // Наука. Инновации. Технологии. 2014. № 2. С. 94–106.
 12. Машинский В.Л. Зеленый фонд – составная часть природы. Градостроительное проектирование земель зеленого фонда городских поселений. Часть 2: Природный комплекс и зеленый фонд городов. М.: Компания Спутник+, 2005. 192 с.
 13. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения. М.: Мысль, 1973. 224 с.
 14. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты. М.: Мысль, 1978. 86 с.
 15. Остапенко Б. Ф. и др. Типы лесов Ставропольского края. Ставрополь: Ставропольское книжное изд-во, 1974. 234 с.
 16. Пасхина М.В. Выявление, типология и оценка городских морфотипов (на примере г. Ярославля) // Ярославский педагогический вестник. 2012. № 4. Том III. С. 245–250.
 17. Правила землепользования и застройки города Ставрополя (утв. Постановлением Администрации города Ставрополя Ставропольского края от 15.10.2021 № 2342.

18. Разумов В.В., Висхаджиева К.С., Разумова Н.В., Скрипчинский А.В. Активность оползневых зон Ставропольской возвышенности // Наука. Инновации. Технологии. 2020. № 2. С. 27–53.
19. Черновалов М. Д. Водная эрозия в пределах Ставропольской возвышенности // Северный Кавказ. Ставрополь: Став. госпединститут, 1969. С. 87–97.
20. Черныш Н.А. Структура городского ландшафта // Наука и техника в современном мире. Часть II. Новосибирск, 2012. С. 100–105.
21. Шальнев В. А., Лысенко А. В., Лысенко И. О. Верхнегорлыкский лесостепной ландшафт Ставропольской возвышенности: тенденции естественного и антропогенного развития. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2022. 198 с.
22. Шальнев В.А. Эволюция ландшафтов Северного Кавказа. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2007. 309 с.
23. Щацкий П. А. Ставрополь. Исторический очерк Ставрополя / П. А. Щацкий, В. Н. Муравьев. Ставрополь: Ставропольское книжное изд-во, 1977. 263 с.

References

1. Bazilevich A.M. Influence of the functional and natural environment on the planning structure of the city: abstract of diss. for Ph.D. degree architecture. M. HOZU Minavtoprom. 1978. 185 p.
2. Gnilovskoy V.G. Stavropol fortress in 1811 // Materials on the history of the Stavropol Territory. Stavropol: Book. Publishing house, 1949. Issue. 1. 208 p.
3. Gnilovskoy V.G. Territorial development of the city of Stavropol in the first half of the 19th district // Materials on the history of the Stavropol Territory. Stavropol: Book. Publishing house, 1952. Issue. 4. 261 p.
4. Gnilovskoy V.G. The first printed geographical description of the city of Stavropol // Materials on the history of the Stavropol Territory. Stavropol: Book. Publishing house, 1954. Issue. 6. 375 p.
5. Drozdov A.V., Alekseenko N.A., Antipov A.H., Johannsen R., Zamotaev I.V. and others. Landscape planning with elements of engineering biology. M: t-in scientific publications of KMK. 2006. 239 p.
6. Klimenko A.I. Recommendations for engineering-geological surveys on the landslide slopes of the North Caucasus

- for the purpose of their economic development. Moscow: PNIIS.1983. 68 p.
7. Kolbovsky E. Yu. Landscape science: textbook. M.: Publishing center "Academy", 2006. 480 p.
 8. Kolbovsky E.Yu. Landscape planning: textbook. M.: Publishing center "Academy", 2008. 336 p.
 9. Kolbovsky E.Yu., Bragin P.N. Application of Earth remote sensing data for territorial planning // Geomatics. 2009. No.2(3). P.83–89.
 10. Labutina I.A. Interpretation of aerospace images. Moscow: ASPECT PRESS. 2001. 184 p.
 11. Lysenko A.V., Vodopyanova D.S., Azanov D.S. Experience of local zoning of cultural landscapes of the North Caucasus // Nauka. Innovations. Technologies. 2014. No. 2. P. 94–106.
 12. Mashinskiy V.L. The green fund is an integral part of nature. Urban planning design of lands of the green fund of urban settlements. Part 2: Natural complex and green fund of cities. Moscow: Sputnik+ company, 2005. 192 p.
 13. Milkov F.N. Man and landscapes: essays on anthropogenic landscape science. M.: Mysl, 1973. 224 p.
 14. Milkov F.N. Man-made landscapes. M.: Mysl, 1978. 86 p.
 15. Ostapenko B. F. et al. Types of forests in the Stavropol Territory. Stavropol: Stavropol publishing house, 1974. 234 p.
 16. Pashkin M.V. Identification, typology and assessment of urban morphotypes (on the example of the city of Yaroslavl) // Yaroslavl Pedagogical Bulletin. 2012. No. 4. Volume III. P. 245–250.
 17. Rules for land use and development of the city of Stavropol (approved by the Decree of the Administration of the city of Stavropol, Stavropol Territory of October 15, 2021 No. 2342).
 18. Razumov V.V., Viskhadzhieva K.S., Razumova N.V., Skripchinsky A.V. Activity of landslide zones in the Stavropol Upland // Nauka. Innovations. Technologies. 2020. No.2. P. 27–53.
 19. Chernovalov M. D. Water erosion within the Stavropol Upland // North Caucasus. K.: Stavropol. State Pedagogical Institute. 1969. P. 87–97.
 20. Chernysh N.A. The structure of the urban landscape // Science and technology in the modern world. Part II: Novosibirsk. 2012. P. 100–105.
 21. Shalnev V.A., Lysenko A.V., Lysenko I.O. Upper Gorlyk forest-steppe landscape of the Stavropol Upland: tendencies of nat-

ural and anthropogenic development. Stavropol: NCFU, 2022. 198 p.

22. Shalnev V.A. Evolution of the landscapes of the North Caucasus. Stavropol: Publishing house SSU, 2007. 309 p.
23. Schatsky P.A. Stavropol. Historical sketch of Stavropol / P.A. Schatsky, V. N. Muravyov. Stavropol: Stavropol book publishing house, 1977. 263 p.

Поступила в редакцию 17.03.2023, принята к публикации 13.06.2023.

Информация об авторах

Боброва Инна Евгеньевна – аспирант 3 года обучения кафедры физической географии и кадастров, ассистент кафедры физической географии и кадастров, Институт наук о Земле Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: bo-in92@mail.ru

Лысенко Алексей Владимирович – доктор географических наук, заведующий кафедрой физической географии и кадастров, Институт наук о Земле Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: lysenkostav@yandex.ru

Information about the authors

Inna E. Bobrova — Postgraduate Student, Assistant, Department of Physical Geography and Cadasters, Institute of Earth Sciences, North-Caucasus Federal University.
E-mail: bo-in92@mail.ru

Alexey V. Lysenko – Doctor of Geographical Sciences, Head of Department of Physical Geography and Cadasters, Institute of Earth Sciences, North-Caucasus Federal University.
E-mail: lysenkostav@yandex.ru

1.6.13.
УДК 911.3
DOI:

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)
10.37493/2308-4758.2023.2.3

Есикова В. О.

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь, Россия

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ВОСПРОИЗВОДСТВА НАСЕЛЕНИЯ В РОССИИ

Введение.

В последние десятилетия XX–XXI вв. в России изменился характер формирования населения в целом в стране и в ее регионах в частности. На протяжении постсоветского периода страна претерпевает глубокий демографический кризис, активное развитие получили депопуляционные процессы. В связи с этим становится актуальным геоинформационный мониторинг трансформации воспроизводства населения в России.

Материалы и методы исследований.

Геоинформационный мониторинг трансформации воспроизводства населения проведен на уровне России в целом, а также всех регионов страны с учетом двух компонентов динамики численности населения: естественного движения и миграции населения. Для анализа трансформации воспроизводства населения в России организована база пространственных данных «Воспроизводство населения в России». В работе используется ряд методов и способов: типологический, геоинформационный, картографический метод, способ качественного и количественного фона, способы картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок.

Результаты исследований и их обсуждение.

Для России характерно сокращение численности населения, в среднем численность населения сокращается на 66 тыс. чел. в год. По характеру воспроизводства населения выделяются 4 периода: 1990–2000 гг., 2001–2010 гг., 2011–2017 гг., 2018–2021 гг. Проведена типология регионов с построением картографического материала и проанализирована трансформация воспроизводства населения с выявлением общероссийских и региональных тенденций в формировании населения постсоветского периода в России. Процесс воспроизводства населения неоднороден как во времени, так и в пространстве. Для территории России характерна разнообразная динамика естественного и миграционного прироста в регионах, сохранение одного типа воспроизводства населения свойственно крайне малому числу регионов. Отметим воспроизводство населения с 2011–2017 гг., где процесс претерпевает значительные изменения, в регионах России наблюдается положительный общий прирост численности населения, связанный с сокращением естественной убыли населения и миграционным приростом на территории.

Выводы.

Ключевые слова:

воспроизводство населения, геоинформационные системы, картографическая модель, база пространственных данных, корреляционный анализ

Esikova V. O. North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

Geoinformation Monitoring of Population Reproduction in Russia

- Introduction.** In the last decades of the XX–XXI centuries, the nature of population reproduction in Russia and its regions has changed. During the post-Soviet period, the country is undergoing a deep demographic crisis, depopulation processes have been actively developed. In this regard, geoinformation monitoring of population reproduction in Russia becomes relevant.
- Materials and research methods.** Geoinformation monitoring of population reproduction was carried out at the level of Russia and regions using two components of reproduction: natural movement and migration of the population. The spatial data base «Population Reproduction in Russia» is organized to analyze the transformation of population reproduction. The following methods are used in the study: typological, geo-information, centographic method, method of qualitative and quantitative background, methods of cartographic diagrams, ranges of values, method of movement of arrows.
- Research results and their discussion.** Russia is characterized by a decrease in the population. On average, the population is declining by 66 thousand people a year. There are 4 periods according to the nature of population reproduction: 1990–2000, 2001–2010, 2011–2017, 2018–2021. A typology of regions was carried out with the construction of cartographic material, and the transformation of population reproduction was analyzed with the identification of all-Russian and regional trends in the formation of the population of the post-Soviet period in Russia.
- Conclusions.** The process of population reproduction is heterogeneous both in time and space. The territory of Russia is characterized by a diverse dynamics of natural and migration growth in the regions, the preservation of one type of population reproduction is characteristic of an extremely small number of regions. The reproduction of the population from 2011–2017 should be noted since the process is undergoing significant changes, in the regions of Russia there is a positive overall population growth associated with a reduction in the natural population decline and migration growth in the territory.
- Key words:** population reproduction, geoinformation systems, cartographic model, spatial database, correlation analysis

Введение

В конце XX – начале XXI в. в России изменился характер воспроизводства населения в целом в стране и в ее регионах в частности. На протяжении постсоветского периода страна переживает глубокий демографический кризис, активное развитие получили депопуляционные процессы. На разных этапах характер воспроизводства населения России претерпевал значитель-

ные изменения. До недавнего времени благодаря мерам демографической политики, проводимой государством, отмечалось положительное сальдо миграции и неустойчивый рост естественного прироста в большинстве регионов. Численность населения России в 2021 г. так и не превысила уровень начала постсоветского периода, а с 2018 г. и в связи пандемией COVID 19 в 2020–2021 гг. депопуляционные процессы получили дальнейшее развитие на территории России. Пандемия COVID 19 в 2020–2021 гг. и возросший вследствие этого уровень смертности, нестабильность миграционных потоков, вызванные как пандемией, так и различными санкциями, – все это привело к тому, что воспроизводство населения снова характеризуется как депопуляция населения, около 80 % российских регионов теряют население. В связи с этим актуально изучить трансформацию воспроизводства населения и обеспечить геоинформационный мониторинг этого процесса с выявлением общероссийских и региональных особенностей формирования населения.

В настоящее время вопросы эффективности и «достижимости» мер демографической политики рассматриваются О.Л. Рыбаковским [18], Е.М. Андреевым [2]; Ростовской Т.К. и др. [17]; О.В. Устиновой [25]; В.Г. Глушковой, О.Б. Хоревой [4]. Влияние различных факторов на воспроизводство населения и его компоненты – в работах Т. Блиновой, Р. Кутенкова, В. Шабанова [3]; А.В. Кашепова [7], Н.П. Мышкиной [11]; А.А. Шабуновой, О.Н. Калачиковой [29]; В.Ф. Потуданской, Е.О. Алифер [15]. Отдельные региональные особенности воспроизводства населения – в работах Л. И.Савинова и др. [19]; Э.Н. Мингазовой и др. [10]; С.Н. Филимонова и др. [26]; У.М. Лебедевой, Э. Н. Мингазовой [8]; В. Г. Логиновым [9] и др.

Целью данного исследования является анализ региональных особенностей трансформации воспроизводства населения на основе геоинформационного мониторинга.

Материалы и методы исследований

Геоинформационный мониторинг трансформации воспроизводства населения проведен на уровне России в целом, а также всех регионов страны с учетом двух компонентов динамики численности населения: естественного движения и миграции населения. Исследование строится на полимасштабном подходе к

анализу соотношения показателей естественного и миграционного движения и его зависимости от различных демографических показателей.

Система геоинформационного мониторинга основана на опыте по интеграции ГИС-технологий в области анализа демографических процессов Раужина И.Г. [16], Черкасова А.А. [27], Панина А.Н. [12], Энговатовой И.В. [28], Супрунчука И.П. [21] с использованием методики геоинформационного моделирования, создания базы пространственных данных и формирования структуры геоинформационного мониторинга. Методика геоинформационного моделирования предусматривает поэтапный процесс создания многослойных карт (т.е. геоинформационных моделей) на базе ГИС и использование базы пространственных данных, построение геоинформационных моделей (карт) и анализ результатов геомоделирования.

Для анализа трансформации воспроизводства населения организована база пространственных данных (БПД), база геоданных (БГД) «Воспроизводство населения в России» [20]. Информационная составляющая базы данных представлена демографическими показателями официальных источников статистической информации (ЕМИСС, Росстат, переписи населения, статистические бюллетени). Пространственную часть базы геоданных составили векторные слои в формате shape: границы РФ, субъектов, муниципальных образований; местоположение населенных пунктов, основных транспортных магистралей, гидрографии и др., источник – данные OpenStreetMap. Геоинформационный мониторинг региональных особенностей воспроизводства населения России предполагает организацию по полимасштабному подходу, т.е. от странового к региональному и локальному уровню. Система мониторинга разрабатывается на базе геоинформационной платформы ArcGis Online фирмы Esri, система управления базой данных (СУБД) – PostgreSQL 10.

Для геомоделирования и последующего создания карт используется ряд наиболее распространенных методов и способов: типологический, геоинформационный, центрографический метод [5,6], способ качественного и количественного фона, способы картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок.

В работе используется метод корреляционного анализа – пространственный метод исследования, применяемый для определе-

ния уровня зависимости 1-й величины от 2-й. Расчет корреляции производился в программе Microsoft Excel, функция КОРРЕЛ. Общий вид функции – КОРРЕЛ (массив 1; массив 2).

Формула для расчета коэффициента корреляции имеет следующий вид (1):

$$\text{Correl}(X,Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum\sqrt{(x - \bar{x})^2(y - \bar{y})^2}}$$

где \bar{x} – среднее значение выборки СРЗНАЧ (массив 1);
 \bar{y} – среднее значение выборки СРЗНАЧ (массив 2).

Применение данного метода необходимо для реализации комплексного подхода в оценке влияния социально-демографических факторов на воспроизводство населения. Для естественного движения населения таким показателем является суммарный коэффициент рождаемости (СКР), для миграции число прибывших и выбывших, половозрастная структура мигрантов.

Зависимость устанавливается через коэффициент корреляции – статистическая мера силы связи между относительными движениями двух переменных. Значения коэффициента корреляции находятся в диапазоне от -1.0 до 1.0. Если вычисленное число больше 1.0 или меньше -1.0, то это свидетельствует о наличии погрешности в измерении корреляции, так как корреляция -1.0 показывает идеальную отрицательную корреляцию, как корреляция 1.0 – идеальную положительную корреляцию. Корреляция 0.0 означает, что связи между движением двух переменных не установлено.

Для оценки величины и силы связи коэффициента корреляции используется шкала Чеддока (табл. 1), величина коэффициента корреляции отражает силу связи.

Результаты исследований и их обсуждение

Демографическая политика Российской Федерации направлена на увеличение продолжительности жизни населения, сокращение уровня смертности, рост рождаемости, регулирование внутренней и внешней миграции, сохранение и укрепление здоро-

Таблица 1. СИЛА СВЯЗИ МЕЖДУ ПЕРЕМЕННЫМИ
Table 1. Strength of relationship between variables

Значение	Интерпретация
от 0,0 до 0,3	Очень слабая
от 0,3 до 0,5	Слабая
от 0,5 до 0,7	Средняя
от 0,7 до 0,9	Высокая
от 0,9 до 1,0	Очень высокая

вья населения, и улучшение на этой основе демографической ситуации в стране [1, 22]. Для реализации демографической политики принята Концепция демографической политики РФ на период до 2025 г. Одна из национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года – обеспечение устойчивого естественного роста численности населения Российской Федерации и повышение ожидаемой продолжительности жизни [23]. Для обеспечения поставленных целей разработана национальная программа в сфере демографического развития или Национальный проект «Демография» (Нацпроект «Демография»), основные цели которого включают сохранение населения, здоровье и благополучие людей; обеспечение устойчивого роста численности населения Российской Федерации и др. [13]. Регулирование внутренней и внешней миграции заложено в Концепции миграционной политики на 2019–2025 годы, где закреплено положение о роли миграционной политики как вспомогательного средства для решения демографических проблем [24].

На начальном этапе постсоветского периода характерно сокращение численности населения, значение показателя по Переписи 2020 так и не превысило уровень начала постсоветского периода (1991 г.), в среднем численность населения сокращается на 66 тыс. чел. в год (рис. 1). Сейчас в России проживает 147,2 млн чел.,

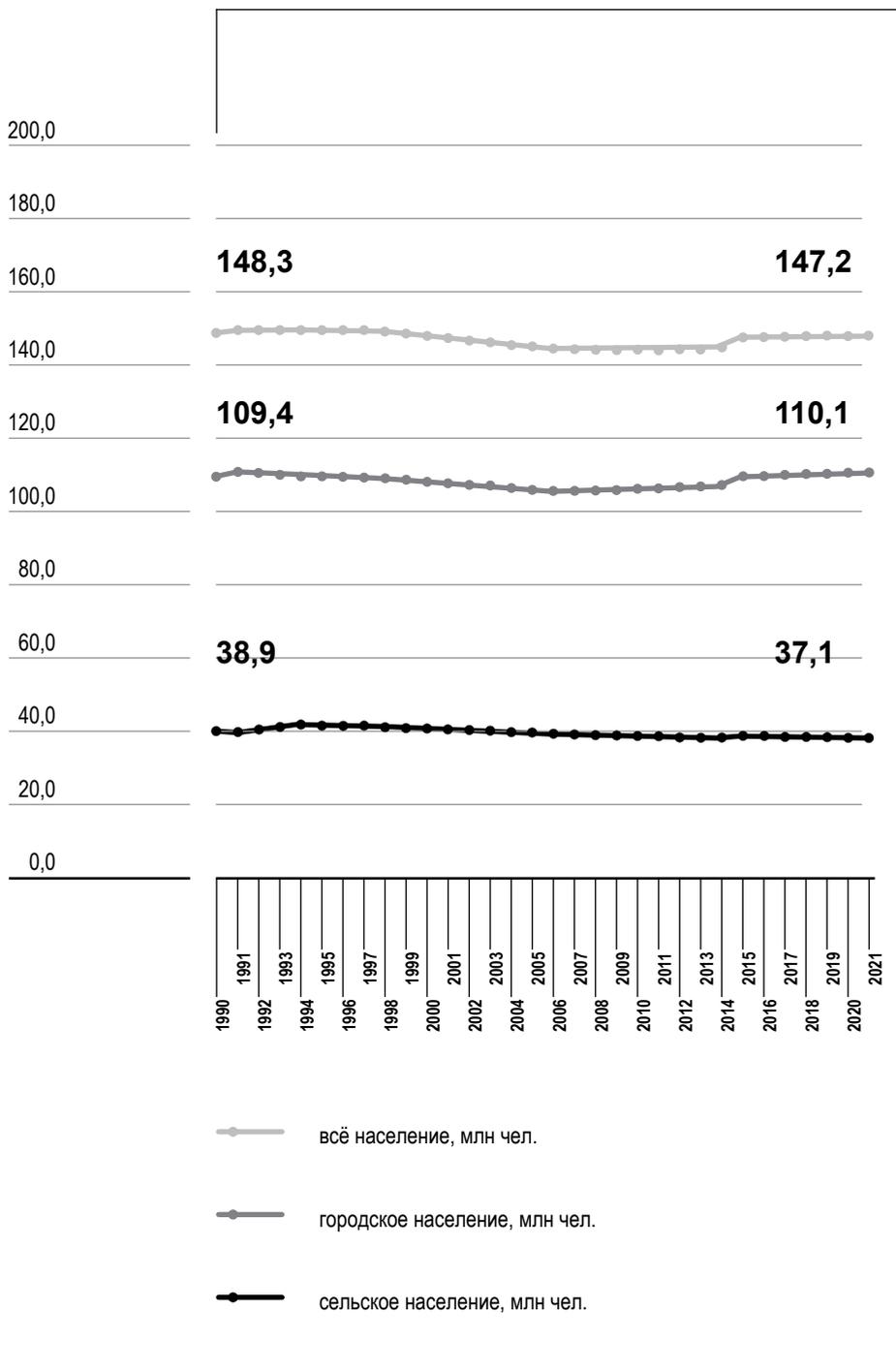


Рис. 1.

Численность населения России, 1990–2021 гг.

Fig. 1. Population of Russia, 1990–2021.

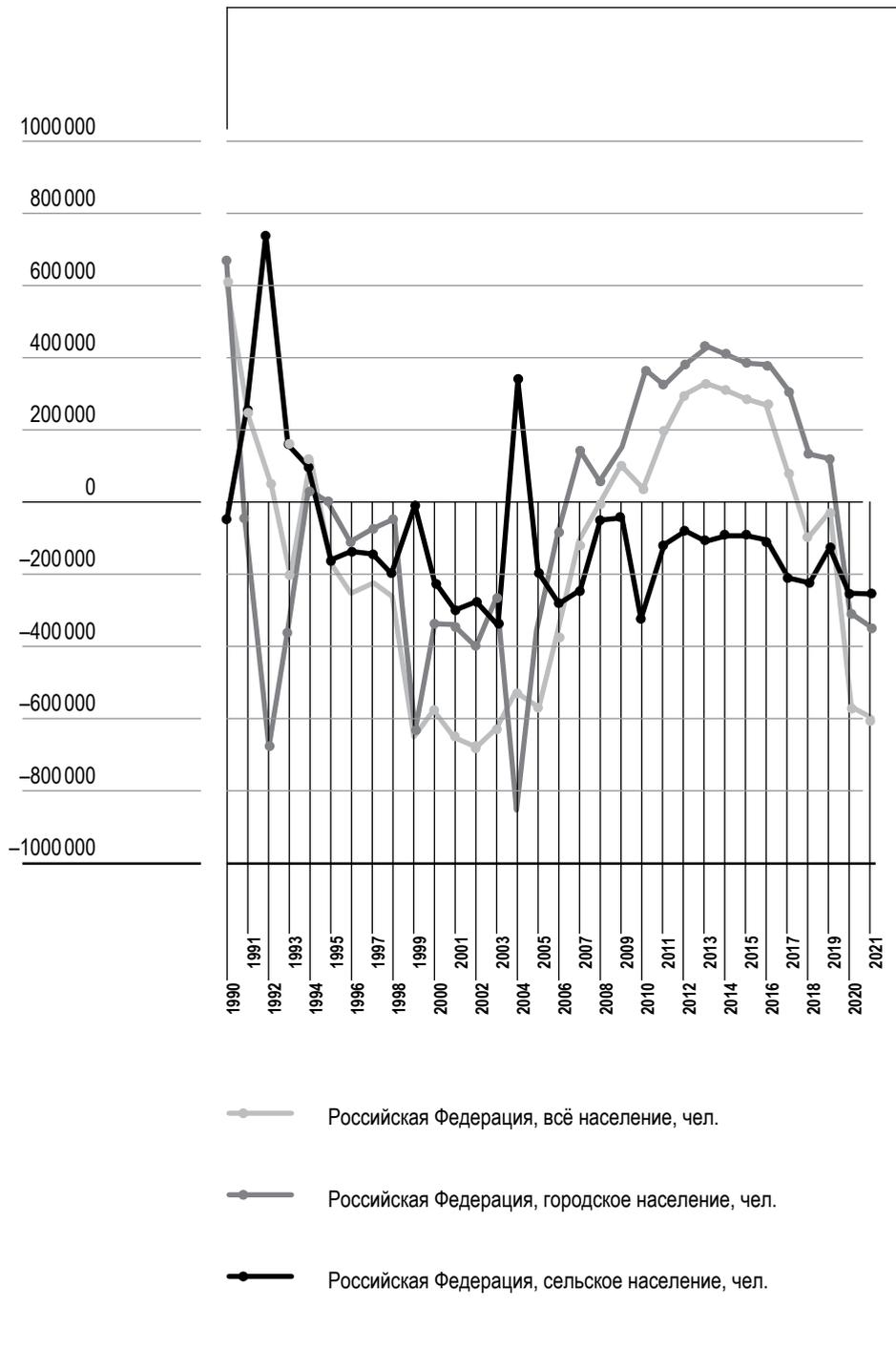


Рис. 2. Общий прирост численности населения России, 1990–2021 гг.

Fig. 2. Total population growth in Russia, 1990–2021.

из них городского населения 110,1 млн чел. (74,79 %); сельского – 37,1 млн чел. (25,21 %) [14]. За рассматриваемый период численность городского населения увеличилась на 670,2 тыс. чел., сельского – сократилась на 1,8 млн чел. (рис. 2).

Темп прироста (убыли) численности в среднем в год составляет -0,04 %. Максимальные значения показателя приходятся на 2009–2017 гг., минимальные – 1993–2008 гг., 2018–2021 гг. (рис. 3). Темп прироста зависит от типа населения: для городского населения характерны положительные значения (0,01 % в среднем в год), сельского – отрицательные значения этого показателя (-0,2 %).

Центр тяжести населения России в целом расположен в Республике Башкортостан, городского и сельского населения – имеет разные тенденции в течение постсоветского периода. Для городского населения характерен северо-западный тренд с тяготением к столичным городам, для сельского населения – юго-западный тренд с тяготением к аграрным регионам Юга России (рис. 4).

Мониторинг трансформации воспроизводства населения проведен на уровне России в целом, а также регионов страны с учетом соотношения двух компонентов динамики численности населения: естественного движения и миграции населения (рис. 3, 5). Это позволило выделить 4 периода воспроизводства населения России: 1990–2000 гг., 2001–2010 гг., 2011–2017 гг., 2018–2021 гг.

1. Первый период (1990–2000 гг.) характеризуется отрицательным общим приростом численности населения в связи с ростом естественной убыли населения в сочетании со снижением уровня миграционного прироста.

2. Второй период (2001–2010 гг.) – в первой половине периода сохраняется тенденция сокращения общего прироста численности населения из-за низкого миграционного прироста, который не компенсирует естественную убыль населения. К концу периода общий прирост численности населения растет, как за счет повышения показателя естественного движения, так и за счет роста saldo миграции населения, однако общий прирост остается отрицательным.

3. Третий период (2011–2017 гг.) – отмечается стабильный положительный общий прирост численности населения за счет миграционного притока населения и роста естественного прироста.

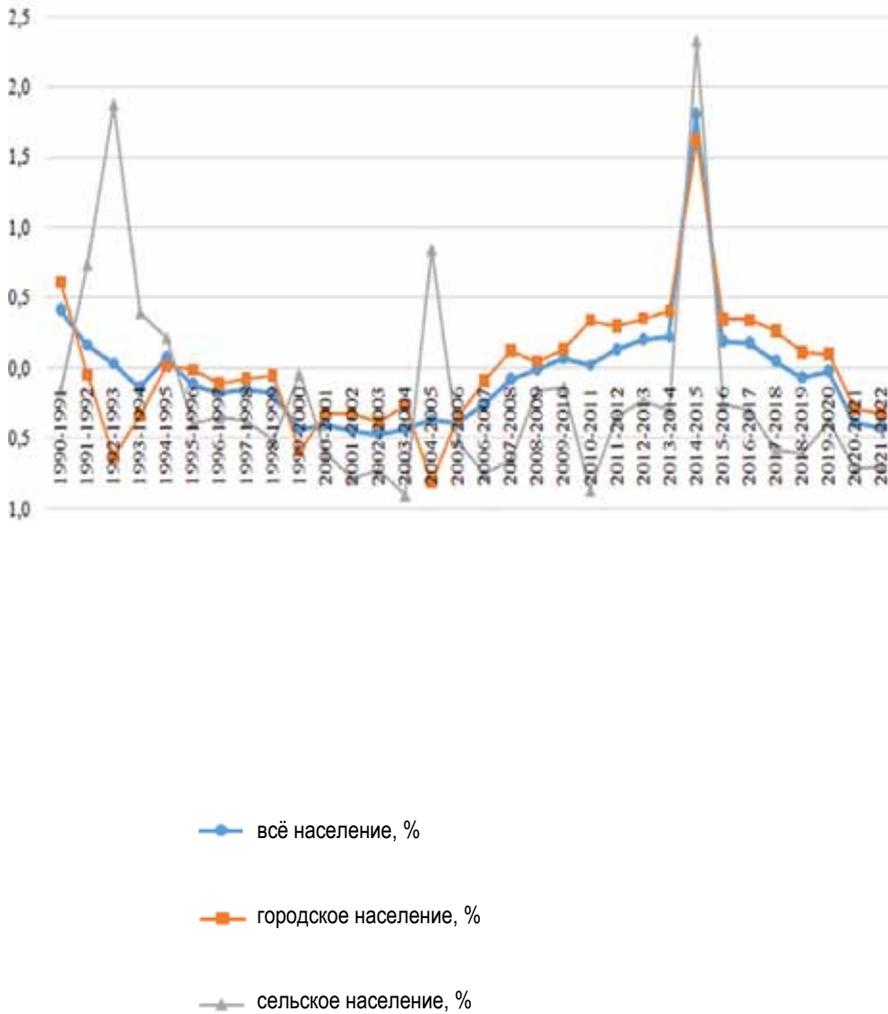


Рис. 3. Темп прироста (убыли) численности населения России, 1990–2021 гг.

Fig. 3. The rate of increase (decrease) in the population of Russia, 1990–2021.

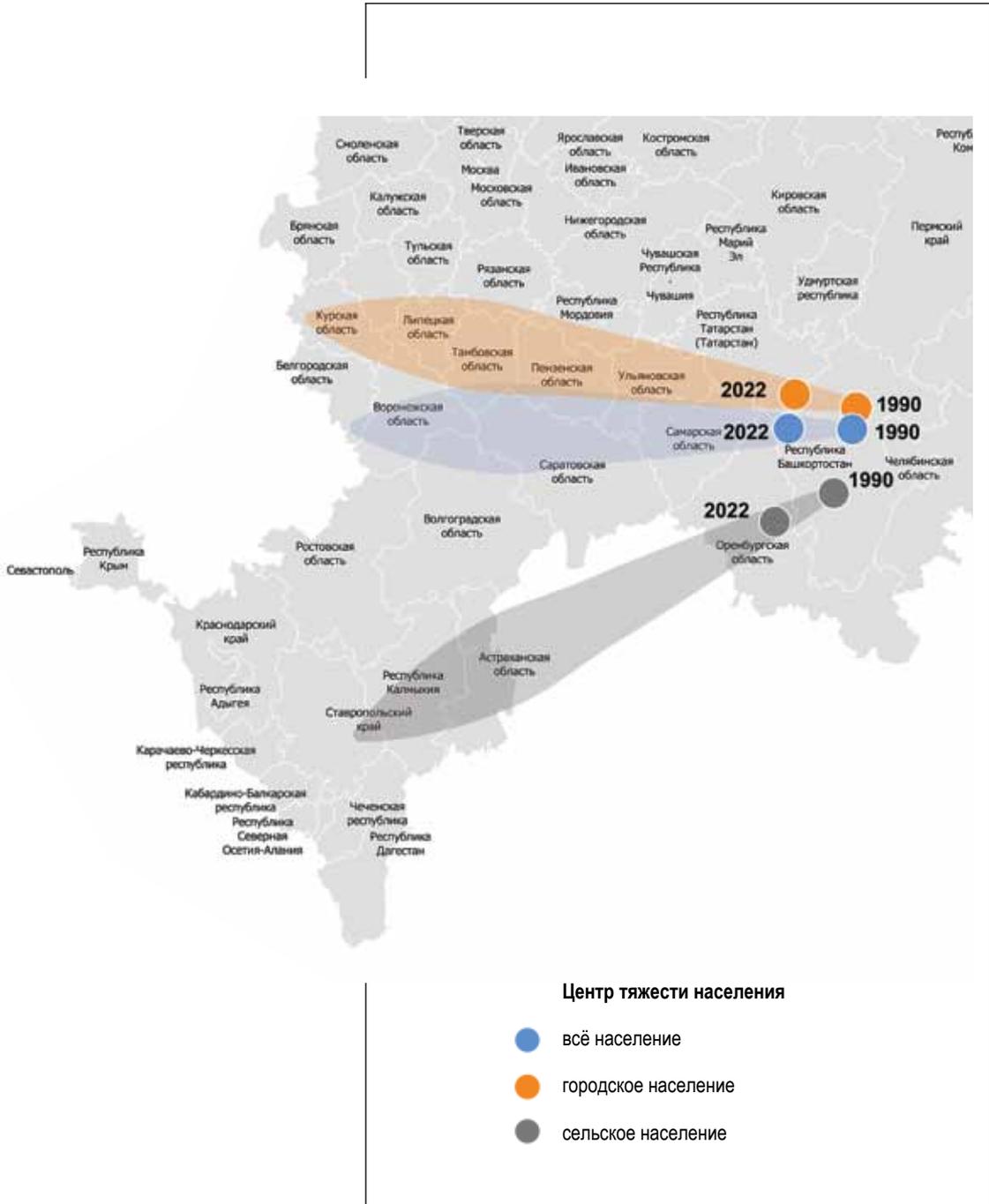


Рис. 4.

Динамика центра тяжести численности городского и сельского населения в 1991 г. и 2021 г.

Fig. 4. Dynamics of the center of gravity of the urban and rural population in 1991 and 2021.

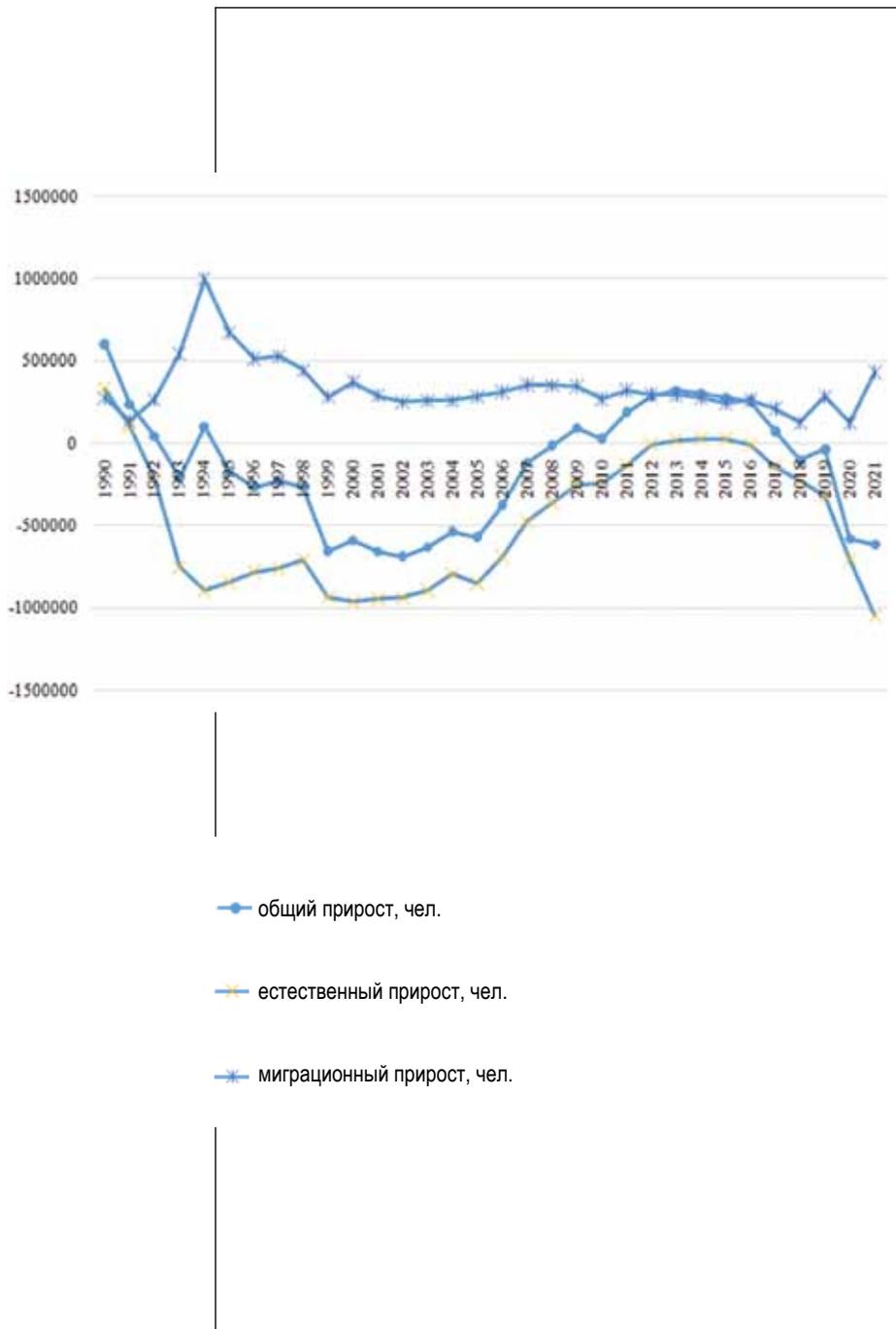


Рис. 5.

Воспроизводство населения в России, 1990–2021 гг.

Fig. 5. Population reproduction in Russia, 1990–2021.

4. Четвертый период (2018–2021 гг.) – сокращение общего прироста численности населения в связи с увеличением уровня смертности населения в 2020–2021 гг. (COVID 19) и сокращением сальдо миграции.

Для изучения связей и зависимости воспроизводства населения от отдельных демографических факторов проведен корреляционный анализ данных, который позволил оценить степень влияния демографических показателей (на примере суммарного коэффициента рождаемости, численности прибывших и выбывших) на два основных компонента динамики численности населения – естественное движение и миграция населения.

Суммарный коэффициент рождаемости (СКР) – один из основных показателей уровня рождаемости. СКР заложен как целевой показатель Нацпроекта «Демография» [13] и учитывается при реализации демографической политики государства. В настоящее время определено, что не менее 415,5 тыс. семей, имеющих трех и более детей, проживающих в регионах, в которых сложилась неблагоприятная демографическая ситуация и величина суммарного коэффициента рождаемости не превышает 2,0, получают ежемесячную денежную выплату, назначаемую в случае рождения третьего ребенка или последующих детей до достижения ребенком возраста 3 лет.

Анализ динамики СКР по выделенным нами периодам воспроизводства населения в России показал, что в первом периоде (1990–2000 гг.) значение показателя сократилось с 1,9 до 1,2 рождений; во втором периоде (2001–2010 гг.) увеличилось до 1,6; в 2011–2017 гг. выросло до 1,7 рождений, а в последнем периоде (2018–2021 гг.) сократилось до 1,5 (рис. 6). Наряду с этим отмечается снижение дифференциации значений показателя для городского и сельского населения, если в 1990 г. разница между СКР городского и сельского населения составляла порядка 1,0 рождений на женщину, то к 2021 г. – 0,3.

Качественно связь естественного прироста населения в России постсоветского периода и СКР можно выразить через коэффициент корреляции (табл. 2). В целом за 1990–2021 гг. связь показателей оценивается как средняя по силе со стремлением к высокой. Значение коэффициента корреляции составляет 0,6, коэффициента

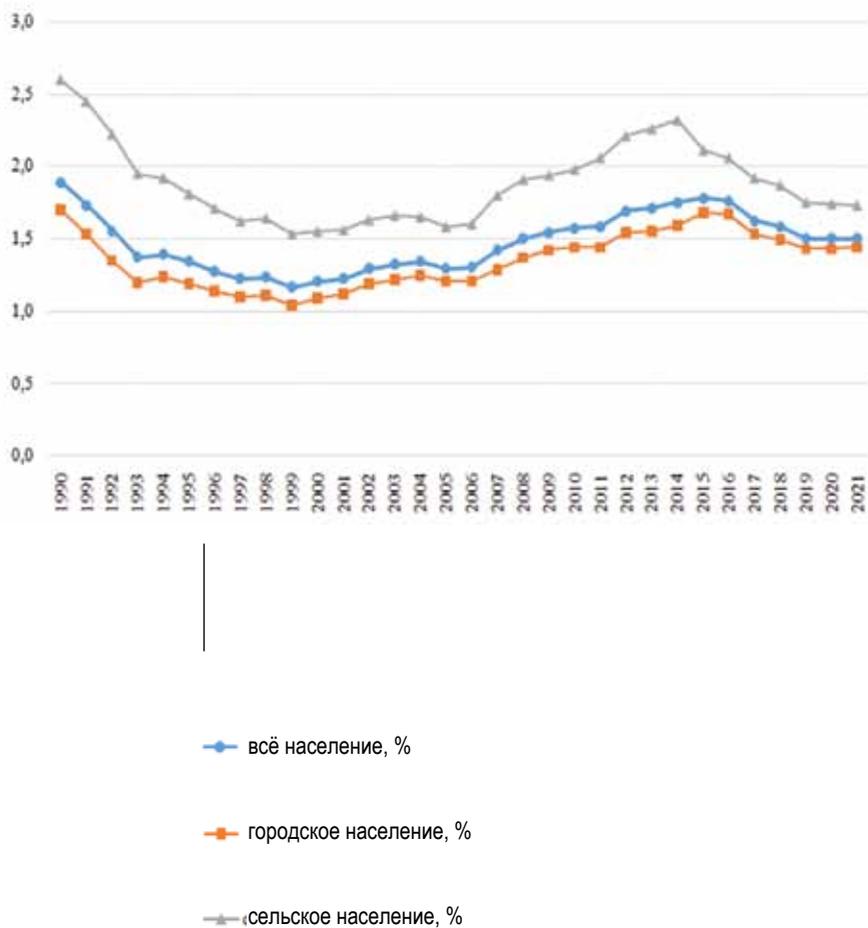


Рис. 6.

Суммарный коэффициент рождаемости в России, 1990–2021 гг.

Fig. 6. Total fertility rate in Russia, 1990–2021.

Таблица 2. КОРРЕЛЯЦИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРИРОСТА РЕГИОНОВ РОССИИ И СКР
Table 2. Correlation of natural growth of Russian regions and SKR

I	II	III	IV
1990-2000	2001-2010	2011-2017	2018-2021
0,57	0,66	0,50	0,59

детерминации – 0,4, т.е. между показателями существует устойчивая связь.

Ежегодная численность прибывших и выбывших формируют миграционный прирост России и вносит свой определенный вклад в воспроизводство населения страны. Отметим неравномерность миграционного притока и оттока на территории в постсоветский период (рис. 7). Так до 2011 г. отмечается сокращение как миграционного оттока, так и миграционного прироста на территории страны (с 500 тыс. человек до 200 тыс. человек в год). С 2011 по 2018 г., эти показатели растут и в пандемийные 2020–2021 гг. сокращаются. В целом на протяжении всего периода исследования наблюдается преобладание численности прибывших над выбывшими, что обеспечивает положительный миграционный прирост и является необходимым демографическим ресурсом для восполнения населения страны.

Связь миграционного прироста и числа прибывших и выбывших в Россию с учетом выделенных периодов воспроизводства населения, выраженная через коэффициент корреляции, показывает, что рост численности населения России в первую очередь зависит от числа прибывших (высокая корреляция на протяжении всего периода, связь усиливается в 2011–2021 гг.). Связь численности выбывших и сокращение численности за счет миграционного оттока населения слабая в 1990–2010 гг. (основная волна депопуляции населения России, естественная убыль населения) и только в 2011–2021 г. проявляется сильнее из-за снижения миграционного притока населения и других факторов (табл. 3–4).

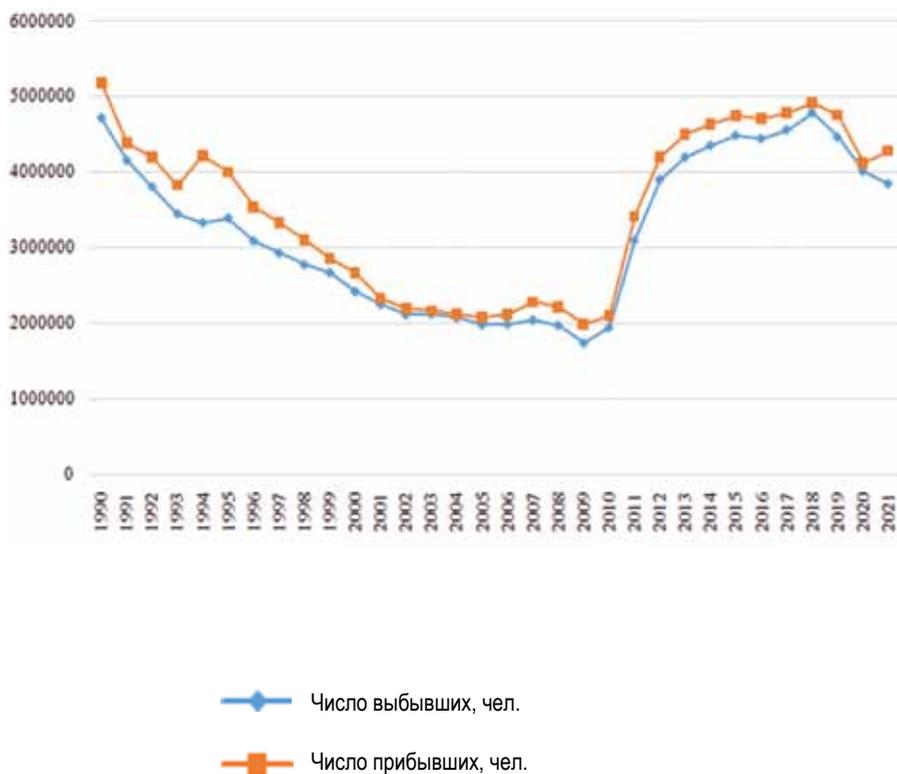


Рис. 7.

Динамика прибывших и выбывших в Россию, 1990–2021 гг.
Fig. 7. Dynamics of arrivals and departures to Russia, 1990–2021.

Таблица 3. КОРРЕЛЯЦИЯ МИГРАЦИОННОГО ПРИРОСТА (ОТТОКА) И ЧИСЛЕННОСТИ ПРИБЫВШИХ В РОССИЮ
Table 3. Correlation of migration growth (outflow) and number of arrivals to Russia

I	II	III	IV
1990–2000	2001–2010	2011–2017	2018–2021
0,65	0,68	0,8	0,78

Таблица 4. КОРРЕЛЯЦИЯ МИГРАЦИОННОГО ПРИРОСТА (ОТТОКА) И ЧИСЛЕННОСТИ ВЫБЫВШИХ ИЗ РОССИИ
Table 4. Correlation of migration growth (outflow) and number of leavers from Russia

I	II	III	IV
1990–2000	2001–2010	2011–2017	2018–2021
0,34	0,31	0,60	0,66

Корреляционный анализ показал, что основной источник пополнения демографических ресурсов России зависит от числа прибывших в страну. Сокращение численности населения отчасти зависит от СКР, но основными проблемами остаются высокий уровень смертности населения и миграционный отток в связи с ростом числа выбывших в структуре миграционного прироста.

При поддержке ГИС построены пространственно-временные модели воспроизводства населения в России и ее регионах (рис. 10–13). На следующем этапе исследования проведен мониторинг пространственно-временной трансформации воспроизводства населения в разрезе регионов. Всем регионам, в зависимости от соотношения естественного и миграционного приростов и их вклада в динамику общей численности населения, присвоен один из шести основных преобладающих типов воспроизводства населения.

Исследование показало, что по характеру воспроизводства населения регионы делятся на следующие типы: 1) регионы с ес-

Регион/год	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Типы воспроизводства населения:																																
1) естественная убыль и миграционный отток населения																	4) естественный и миграционный прирост															
2) превышение естественной убыли над миграционным приростом																	5) превышение естественного прироста над миграционным оттоком															
3) превышение миграционного оттока над естественным приростом																	6) превышение миграционного прироста над естественной убылью															
Российская Федерация																																
Архангельская обл.																																
Ненецкий АО																																
Тюменская обл.																																
ХМАО - Югра																																
ЯНАО																																
Алтайский край																																
Амурская обл.																																
Астраханская обл.																																
Белгородская обл.																																
Брянская обл.																																
Владимирская обл.																																
Волгоградская обл.																																

Рис. 8. Фрагмент таблицы: «Тип воспроизводства населения России, 1990–2021 гг.»

Fig. 8. Fragment of the table: “Type of population reproduction in Russia, 1990–2021”.

1990	1991	1992	1993	I	1) естественная убыль и миграционный отток населения	4) естественный и миграционный прирост
1994	1995	1996	1997			
1998	1999	2000	2001			
2002	2003	2004	2005			
2006	2007	2008	2009	II	2) превышение естественной убыли над миграционным приростом	5) превышение естественного прироста над миграционным оттоком
2010	2011	2012	2013			
2014	2015	2016	2017	III	3) превышение миграционного оттока над естественным приростом	6) превышение миграционного прироста над естественной убылью
2018	2019	2020	2021			
				IV		

Рис. 9. Тип воспроизводства населения России, 1990–2021гг.

Fig. 9. Type of population reproduction in Russia, 1990–2021.

тественной убылью и миграционным оттоком населения; 2) регионы с отрицательным общим приростом с превышением естественной убыли над миграционным приростом; 3) регионы с отрицательным общим приростом с превышением миграционного оттока над естественным приростом; 4) регионы с сочетанием естественного и миграционного приростов; 5) регионы с положительным общим приростом, где происходит превышение естественного прироста над миграционным оттоком; 6) регионы с положительным общим приростом, для которых характерно превышение миграционного прироста над естественной убылью (рис. 8, 10–13, табл. 4).

Для изучения трансформации воспроизводства населения в регионах России рассчитана матрица воспроизводства населения и проведена типология регионов по типу воспроизводства населения, построена серия картосхем и проведен анализ динамики и территориальной дифференциации процесса воспроизводства населения в России постсоветского периода с выявлением основных тенденций этого процесса.

В целом в России характерен второй тип воспроизводства населения (отрицательный общий прирост с превышением естественной убыли над миграционным приростом). Второй тип воспроизводства населения характерен для 3-х из 4-х выделяемых в трансформации воспроизводства населения России периодов (I, II, IV) (рис. 8, табл. 5). В третьем периоде (2011–2017 гг.) преобладает 6 тип воспроизводства – положительный общий прирост, для которого характерно превышение миграционного прироста над естественной убылью. Если рассматривать региональную динамику на протяжении всего периода, то выделяются следующие группы регионов (рис. 10):

1. Территории с естественной убылью населения, которая не восполняется миграционным приростом (2 тип воспроизводства населения) (32 региона) в центральной (Калужская, Орловская, Рязанская области и др.) и на северо-западе России (Псковская, Новгородская, Вологодская области), Поволжье (Нижегородская, Оренбургская и др. области), отдельные регионы Юга России (Астраханская, Волгоградская и

Таблица 5. ТИП ВОСПРОИЗВОДСТВА НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ, 1990–2021
Table 5. Russian population replacement type, 1990–2021

	ОП	ЕП	МП	Тип
1990-2000	-2251008	-6393589	41425812	отрицательный общий прирост, превышение естественной убыли над миграционным приростом
2001-2010	-5032970	-6414386	13814162	отрицательный общий прирост, превышение естественной убыли над миграционным приростом
2011-2017	1714737	-185059	18997966	положительный общий прирост, для которого характерно превышение миграционного прироста над естественной убылью
2018-2021	-1322856	-2273203	950347 2	отрицательный общий прирост, превышение естественной убыли над миграционным приростом

- Ростовская области), Урала (Челябинская и Свердловская области), Сибири (Томская область и др.);
2. Территории с естественной убылью и миграционным оттоком (1 тип) (21 регион) расположенные на Дальнем Востоке (Амурская область, Приморский, Хабаровский края и др.), Сибири (Алтайский край, Красноярский край и др.), Поволжье (Республики Марий Эл, Мордовия и др.) и северо-западе страны (Архангельская и Мурманская области, Республики Карелия и Коми);
 3. Территории, увеличившие численность населения за счет миграционного прироста на фоне естественной убыли населения (14 регионов) (6 тип) – столичные регионы, города федерального значения (г. Москва и Московская область, г. Санкт-Петербург и Ленинградская область, Севастополь); юг России (Краснодарский и Ставропольский края, республи-

- ки Адыгея, Крым); республики Поволжья (Татарстан, Башкортостан) отдельные регионы страны (Калининградская, Новосибирская области и др.);
4. Регионы миграционного оттока городского населения в постсоветский период (3 тип) (9 регионов), расположенные на Дальнем Востоке (Чукотский автономный округ, Камчатский край, Республика Саха (Якутия)), Юге России (Карачаево-Черкесская республика, Республики Северная Осетия – Алания и Калмыкия) и Сибири (Забайкальский край, Республика Бурятия);
 5. Территории с положительным общим приростом численности населения как за счет миграционного притока, так и естественного прироста населения (6 тип) (5 регионов) в Западной Сибири (Тюменская область и Ханты-Мансийский автономный округ – Югра; Республика Алтай), на юге России (Чеченская Республика, Республика Ингушетия);
 6. Территории с преобладанием естественного прироста над миграционным оттоком населения (5 тип) (4 отдельных региона) на Северном Кавказе (Кабардино-Балкарская республика, Республика Дагестан), в Западной и Восточной Сибири (Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Тыва).

Однако отметим значительную трансформацию воспроизводства населения регионов в отдельные выделяемые периоды. Преобладают регионы с сокращением численности населения за счет естественной убыли, миграционного оттока или сочетания этих факторов (73 %). Однако в каждом из выделенных периодов в регионах трансформация воспроизводства населения имела специфические особенности (рис. 10–14).

Проведенный анализ динамики и территориальной дифференциации процесса воспроизводства населения в России постсоветского периода показал, что процесс воспроизводства населения неоднороден как во времени, так и в пространстве.

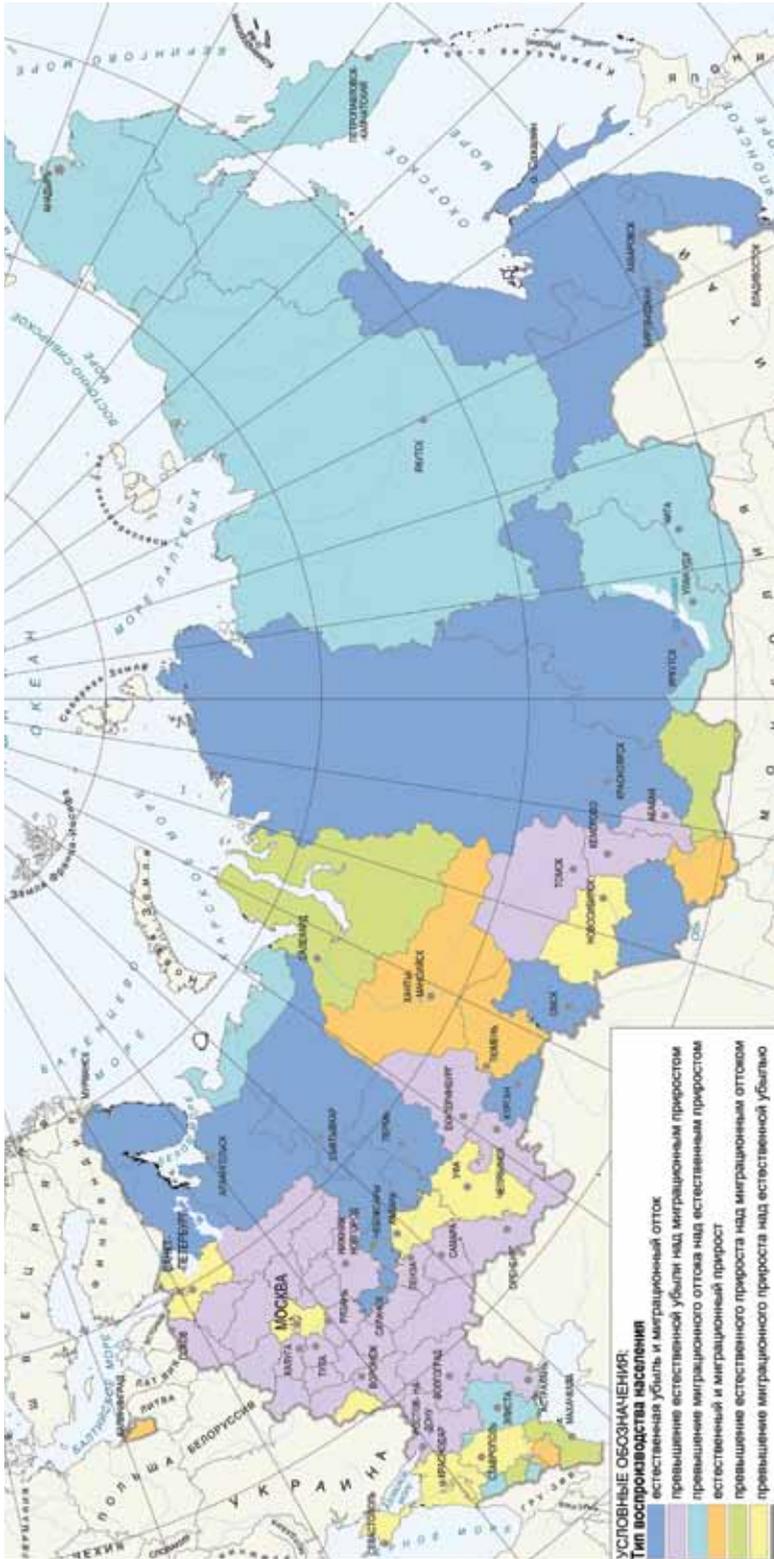


Рис. 10. Тип воспроизводства населения регионов России в 1990–2021 гг.
Fig. 10. Type of population reproduction in Russian regions in 1990–2021.

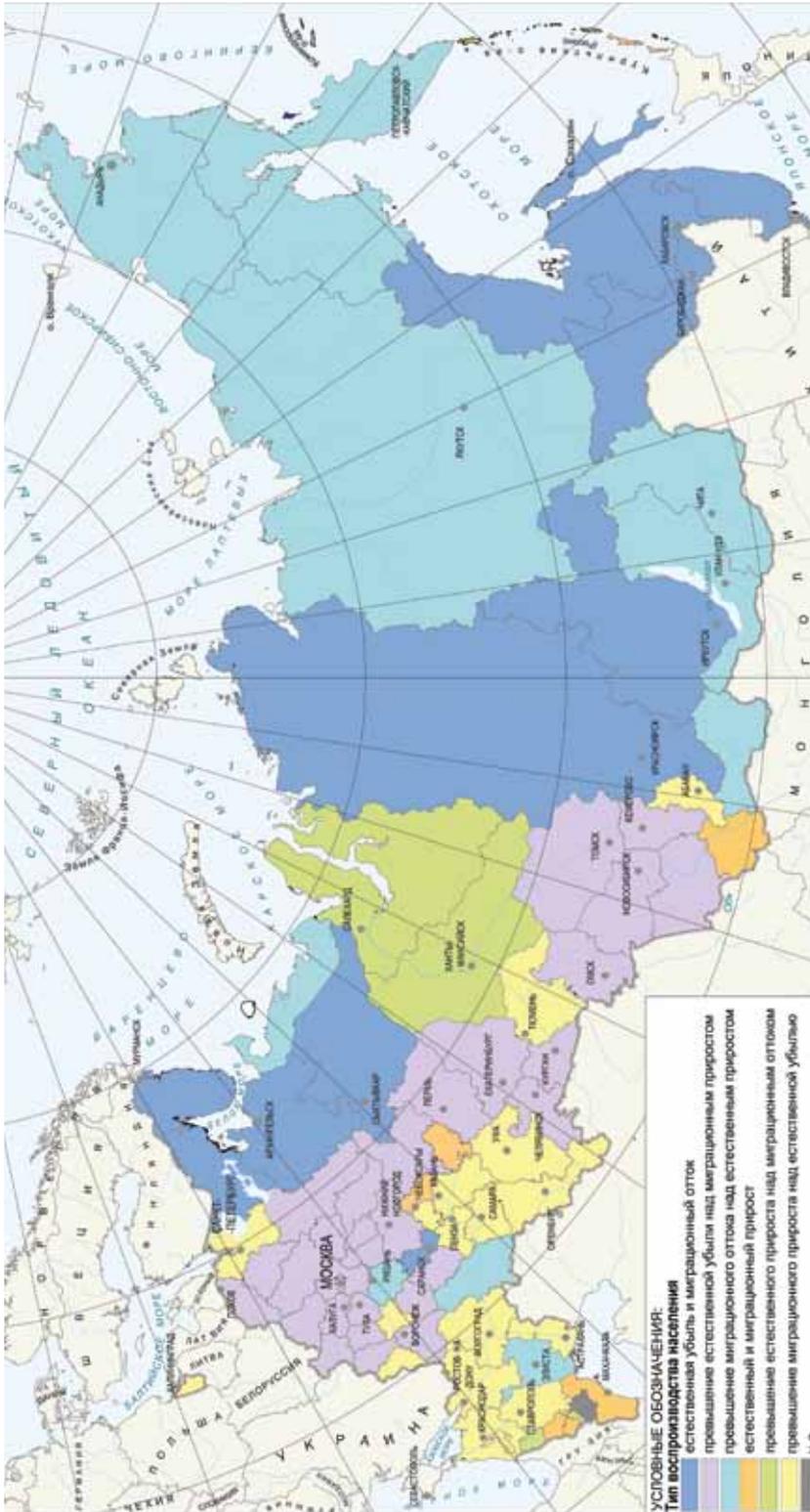


Рис. 11. Тип воспроизводства населения регионов России в 1990–2000 гг.
Fig. 11. Type of population reproduction in Russian regions in 1990–2000.

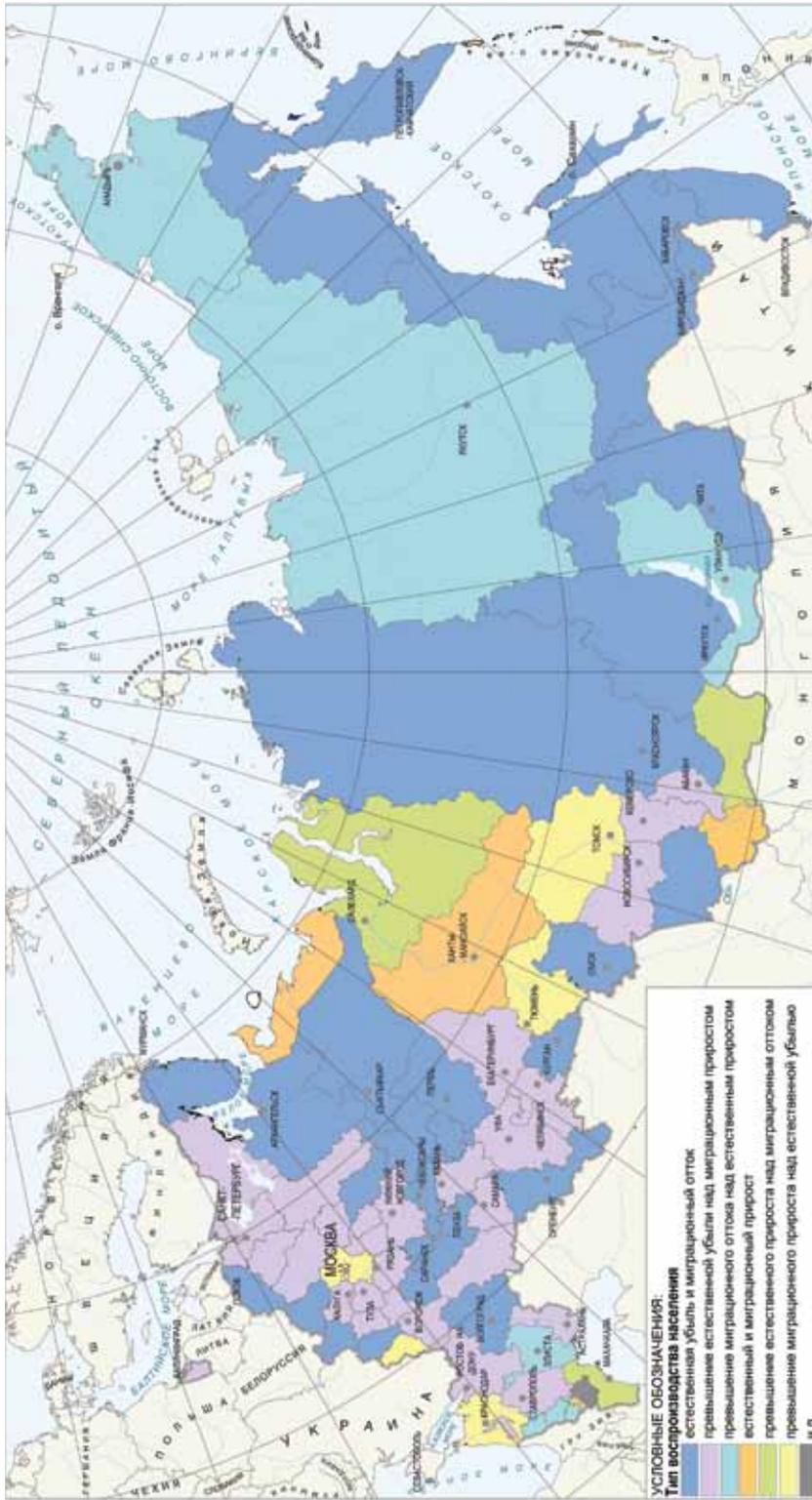


Рис. 12. Тип воспроизводства населения регионов России в 2001–2010 гг.
 Fig. 12. Type of population reproduction in Russian regions in 2001–2010.

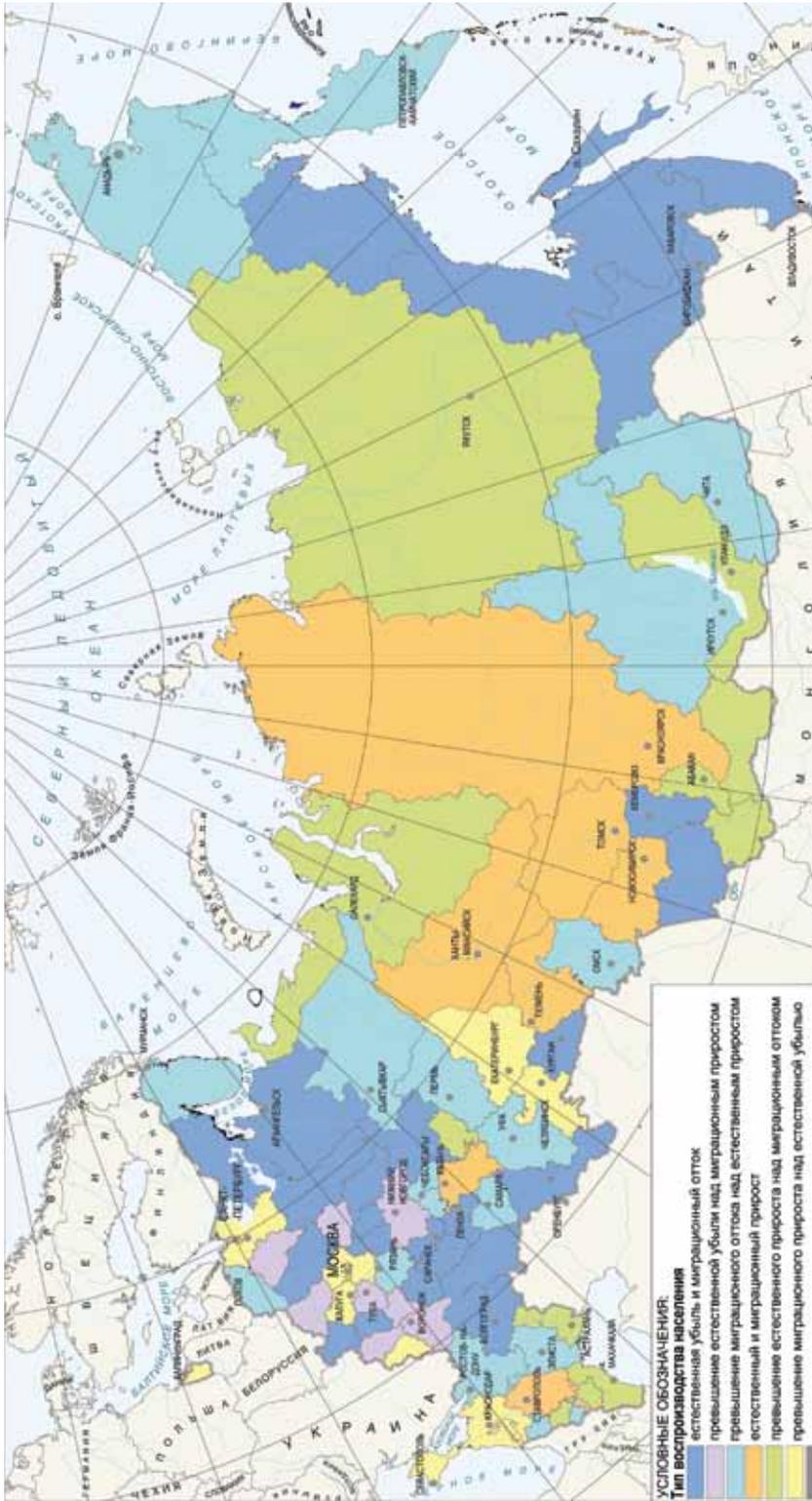


Рис. 13. Тип воспроизводства населения регионов России в 2011–2017 гг.

Fig. 13. Type of population reproduction in Russian regions in 2011–2017.

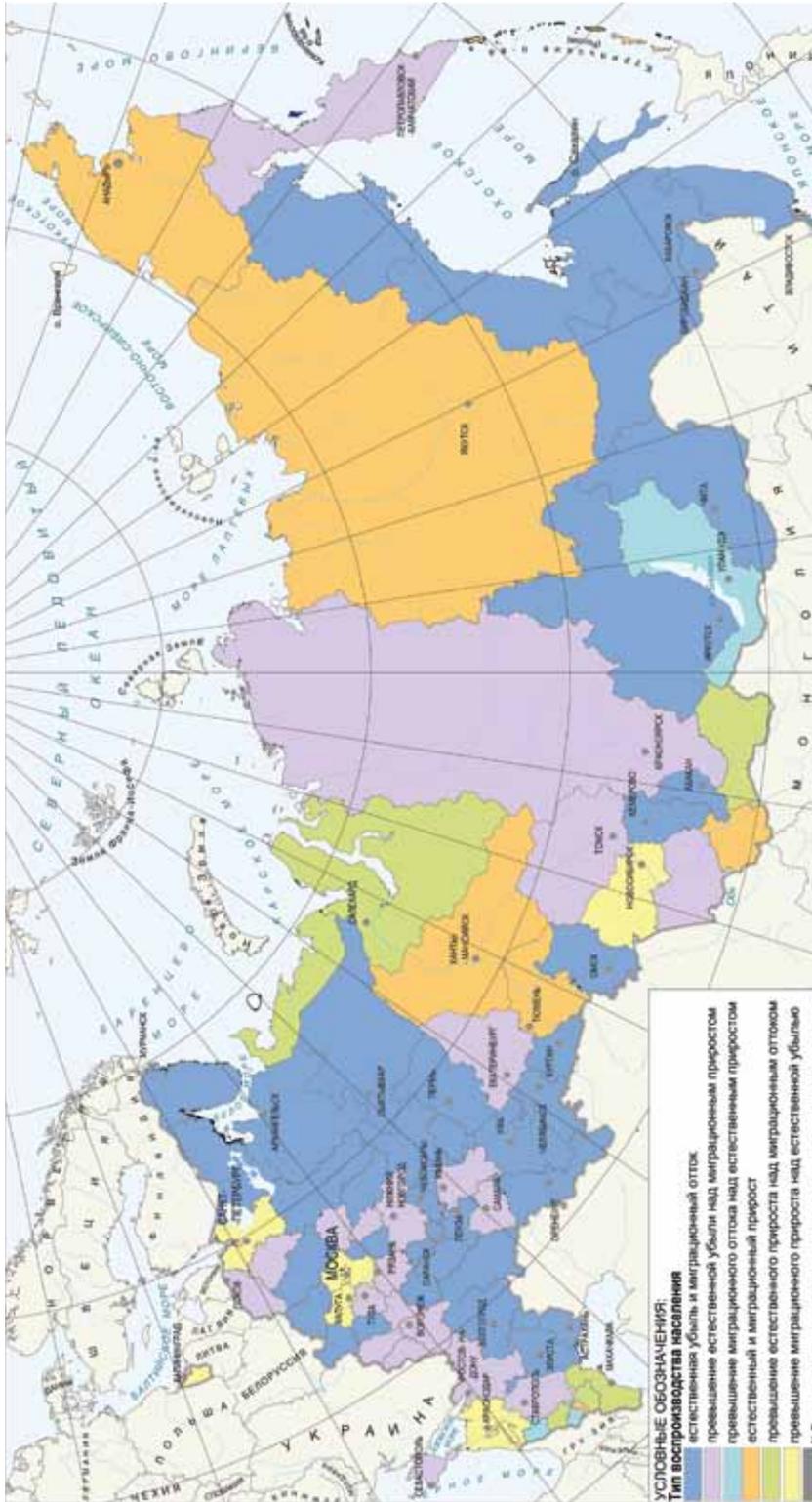


Рис. 14. Тип воспроизводства населения регионов России в 2018–2021 г.
Fig. 14. Type of population reproduction in Russian regions in 2018–2021.

Первый период воспроизводства населения (рис. 11) связан с максимальными значениями миграционного прироста за весь постсоветский период (около 4 млн человек). Однако рост миграционного прироста не восполняет естественную убыль (6 млн человек), большинство регионов (70 %) теряют население. Основной тип воспроизводства населения – 2 (отрицательный общий прирост, превышение естественной убыли над миграционным приростом). Численность населения сокращается как за счет естественной убыли (Центральная Россия), так и миграционного оттока (Сибирь, Дальний Восток) или сочетания обоих этих процессов на территории (Дальний Восток, северо-запад России). Общая тенденция периода – депопуляция населения, связанная со снижением миграционного прироста и все более увеличивающейся убылью населения.

Во втором периоде – с 2001 по 2010 г. (рис. 12) продолжается тенденция депопуляции населения, потери населения за период – около 500 тыс. человек, естественная убыль составила 640 тыс. человек, миграционный прирост «упал» до 1,4 млн человек. Основной тип воспроизводства периода – 2. В отдельных регионах России, несмотря на депопуляционные тенденции, есть «регионы-исключения» с улучшением демографической ситуации: миграционный прирост городского населения в Москве и Московской области (Центральная Россия), в Томской области (Сибирь), естественный прирост населения наблюдается в Республике Тыва (Сибирь) и регионах СКФО, сочетания этих особенностей в Ненецком автономном округе.

Процесс воспроизводства населения третьего периода – с 2011 по 2017 гг. претерпевает наибольшую трансформацию (рис. 13). Основной тип воспроизводства страны – 6 тип, при котором отмечается преобладание миграционного прироста (1,9 млн человек) над естественной убылью (185 тыс. человек) и, соответственно, положительный общий прирост и рост численности населения страны (на 1,7 млн человек). В данном периоде выделяют 33 региона с положительной динамикой воспроизводства населения, что является максимумом для воспроизводства населения постсоветского периода в целом.

География этой динамики распространена по всей территории России, тенденция данного периода – улучшение ситуации на Даль-

нем Востоке и в Сибири, где в ряде регионов отмечается стабильный естественный (Республика Тыва, Алтайский край), миграционный прирост (Новосибирская область, ЯНАО), или сочетание естественного и миграционного приростов (ХМАО, Саха, Чукотский, Томская область, Красноярский край). Улучшилась демографическая ситуация и в Центральной России, где в ряде регионов (Воронежская, Липецкая, Белгородская, Калужская и др.) миграционный прирост способен восполнить естественную убыль населения.

Число регионов с естественным оттоком сократилось по сравнению со вторым периодом до 26, это в основном наблюдается на Дальнем Востоке (Магаданская, Амурская области и др.), Центральной России (Орловская, Саратовская области и др.) и Поволжье (Ульяновская, Саратовская области и др.), отдельные регионы юга России, Сибири, Урала.

В четвертом периоде (2018–2021 гг.) с возвращением депопуляционных тенденций второго периода, связанных с Пандемией COVID 19 в 2020–2021 гг., с возросшим вследствие этого уровнем смертности и нестабильности миграционных потоков, привело к тому, что около 80 % российских регионов теряют население (рис. 14). Основным типом воспроизводства населения в России является 2 тип: превышение естественной убыли над миграционным приростом. Естественный прирост в четвертом периоде снизился с -0,02 до -4,7 ‰. Отмечается нестабильность миграционного прироста, который понизился до 0,76 ‰. Общий прирост снизился с 1,79 до -3,94 ‰. Естественная убыль населения в четвертом периоде увеличилась по сравнению с предыдущим на 2 млн человек, а из-за сокращения миграционного притока почти в половину потери населения составили порядка 1,3 млн человек за период.

Распространение регионов с положительной динамикой населения крайне неоднородно (4–6 типы). Сохранили тип воспроизводства столичные регионы (Московская и Ленинградская области), регионы Центральной России (Калужская область), Западной Сибири (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Тюменская область, Ямало-Ненецкий автономный округ), юг России (Краснодарский край, Республика Адыгея и др.).

Наиболее распространенным типом воспроизводства стал 1

тип – 40 регионов на Дальнем Востоке, Урале, в Сибири, на Северо-Западе и Юге России, 21 регион характеризуется естественной убылью, при наличии миграционного притока населения (2 тип), еще 3 региона – миграционным оттоком на территории (3 тип). Изменили свой тип воспроизводства ранее благополучные регионы Сибири (Республики Бурятия, Хакасия, Новосибирская, Томская области, Красноярский край), юга России (Республика Крым, Ставропольский край, Астраханская область), Поволжья (Республика Татарстан, Удмуртская Республика), Урала (Свердловская, Челябинская области). В данных регионах тип воспроизводства населения изменился с 4–6 типов на 1–3 типы, с характерными для них естественной убылью, миграционным оттоком, или сочетанием обоих этих факторов, с отрицательным общим приростом и связанным с этим сокращением численности населения.

Отметим улучшение демографической ситуации в Чукотском автономном округе (Дальний Восток), где тип воспроизводства изменился с 3-го на 6-й, т.е. в регионе сочетаются миграционный и естественный прирост населения. Подобная трансформация произошла в Республиках Саха (Якутия) и Алтай.

Выводы

1. На начальном этапе постсоветского периода характерно сокращение численности населения, значение показателя по Переписи-2020 так и не превысило уровень начала постсоветского периода (1991 г.), в среднем численность населения сокращается на 66 тыс. чел. в год. За рассматриваемый период численность городского населения увеличилась на 670,2 тыс. чел., сельского – сократилась на 1,8 млн чел.
2. Основной источник пополнения демографических ресурсов России зависит от числа прибывших в страну. Сокращение численности населения частично зависит от СКР, но основными проблемами остаются высокий уровень смертности населения и миграционный отток в связи с ростом числа выбыв-

- ших в структуре миграционного прироста.
3. Центр тяжести населения России в целом расположен в Республике Башкортостан, городского и сельского населения – имеет разные тенденции в течение постсоветского периода. Для городского населения характерен северо-западный тренд с тяготением к столичным городам, для сельского населения – юго-западный тренд с тяготением к аграрным регионам Юга России
 4. По характеру воспроизводства населения выделяются 4 периода: 1990–2000 гг., 2001–2010 гг., 2011–2017 гг., 2018–2021 гг. Процесс воспроизводства населения неоднороден как во времени, так и в пространстве. Для территории России характерна разнообразная динамика естественного и миграционного прироста в регионах, сохранение одного типа воспроизводства населения свойственно крайне малому числу регионов.
 5. Отметим значительную трансформацию воспроизводства населения регионов в отдельные выделяемые периоды. В настоящее время преобладают регионы с сокращением численности населения за счет естественной убыли, миграционного оттока или сочетания этих факторов (73 %). Однако в каждом из выделенных периодов в регионах трансформация воспроизводства населения имеет специфические особенности.

Библиографический список

1. Аитова Ю.С. Анализ государственной политики России в сфере регулирования демографических процессов // Вестник Евразийской науки. 2019. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <https://esj.today/PDF/26ECVN619.pdf> (дата обращения: 19.04.2023).
2. Андреев Е. М. Конечный эффект мер демографической политики 1980-х в России // Мир России. Социология. Этнология. 2016. № 2. [Электронный ресурс]. URL:

- <https://cyberleninka.ru/article/n/konechnyy-effekt-mer-demograficheskoy-politiki-1980-h-v-rossii> (дата обращения: 06.05.2023).
3. Блинова Т., Кутенков Р., Шабанов В. Моделирование среднесрочных послевоенных демографических циклов в России // Экономическая политика. 2019. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-srednesrochnyh-poslevoennyh-demograficheskikh-tsiklov-v-rossii> (дата обращения: 06.05.2023).
 4. Глушкова В. Г., Хорева О. Б. Демографическая безопасность России и ее регионов: проблемы и пути их решения // Финансы: теория и практика. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/demograficheskaya-bezopasnost-rossii-i-ee-regionov-problemy-i-puti-ih-resheniya> (дата обращения: 06.05.2023).
 5. Есикова В.О. ГИС-анализ региональных особенностей воспроизводства населения Калужской области // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: мат-лы Междунар. конф. М: Географический факультет МГУ, 2021. Т. 27. № 4. С. 320–332.
 6. Есикова В.О. Разработка геоинформационной системы мониторинга воспроизводства населения России // ИнтерКарто.ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: мат-лы Междунар. конф. М: Географический факультет МГУ, 2022. Т. 28. Ч. 2. С. 203–216.
 7. Кашепов А.В. Воспроизводство населения в России – факторы и перспективы // Экономика и социум. 2019. № 9(64). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vosproizvodstvo-naseleniya-v-rossii-factory-i-perespektivy> (дата обращения: 06.05.2023).
 8. Лебедева У. М., Мингазова Э. Н. Гендерно-возрастные характеристики населения Республики Саха (Якутия): потенциал воспроизводства // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2020. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/genderno-vozrastnye-harakteristiki-naseleniya-respubliki-saha-yakutiya-potentsial-vosproizvodstva> (дата обращения: 06.05.2023).
 9. Логинов В. Г. Особенности воспроизводства населения Уральского Севера // Экономика региона. 2022. № 3.

- [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-voisproizvodstva-naseleniya-uralskogo-severa> (дата обращения: 06.05.2023).
10. Мингазова Э.Н., Щепин В.О., Железова П.В., Садыкова Р.Н. Современные особенности рождаемости и смертности населения центральной России // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2019. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-osobennosti-rozhdaemosti-i-smertnosti-naseleniya-tsentralnoy-rossii> (дата обращения: 06.05.2023).
 11. Мышкина Н.П. Жилищное строительство - фактор воспроизводства населения в Республике Мордовия // Контентус. 2015. № 12 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhilischnoe-stroitelstvo-faktor-voisproizvodstva-naseleniya-v-respublike-mordoviya> (дата обращения: 06.05.2023).
 12. Панин А.Н. Атласная информационная система «Этнодемографические процессы в Ставропольском крае»: дис. ... канд. геогр. наук; СГУ. Ставрополь, 2005. 149 с.
 13. Паспорт национального проекта «Демография» // Минтруд России [Электронный ресурс]. URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/demography> (дата обращения: 06.05.2023).
 14. Всероссийская перепись населения 2020 года. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/vpn_popul. (дата обращения: 06.05.2023).
 15. Потуданская В.Ф., Алифер Е. О. Уровень и качество жизни как факторы воспроизводства населения в России // ОНВ. 2010. № 6 (92). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroven-i-kachestvo-zhizni-kak-factory-voisproizvodstva-naseleniya-v-rossii> (дата обращения: 06.05.2023).
 16. Раужин И.Г. Полимасштабный мониторинг демографических процессов в России с использованием геоинформационных технологий: дис. ... канд. геогр. наук; СГУ. Ставрополь, 2011. 214 с.
 17. Ростовская Т. К., Васильева Е. Н., Сизикова В. В., Береза Н. А. Семейно-демографическая политика в контексте воспроизводства населения (страновой обзор) // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/semeyno-demograficheskaya>

- politika-v-kontekste-vozproizvodstva-naseleniya-stranovyy-obzor (дата обращения: 04.05.2023).
18. Рыбаковский О. Л. Воспроизводство населения России: задачи, тенденции, факторы и возможные результаты к 2024 году // Народонаселение. 2020. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozproizvodstvo-naseleniya-rossii-zadachi-tendentsii-factory-i-vozmozhnye-rezultaty-k-2024-godu> (дата обращения: 07.05.2023).
 19. Савинов Л. И., Соловьева Т. В., Бистяйкина Д. А., Карасева А. С. Социокультурная детерминация позднего деторождения и меры семейно-демографической политики в области рождаемости (на материалах Республики Мордовия) // Женщина в российском обществе. 2020. №1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsiokulturnaya-determinatsiya-pozdnego-detorozhdeniya-i-mery-semeyno-demograficheskoy-politiki-v-oblasti-rozhdaemosti-na-materialah> (дата обращения: 06.05.2023).
 20. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022620962 Российская Федерация. Воспроизводство населения в России : № 2022620757: заявл. 15.04.2022: опубл. 25.04.2022 / В. О. Есикова; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – EDN GTHDCR.
 21. Супрунчук И.П. Полимасштабный пространственно-временной анализ террористической деятельности: дис. ... канд. геогр. наук; Сев.-Кавказ. федер. ун-т. Ставрополь, 2015. 193 с.
 22. Указ Президента РФ от 9 октября 2007 г. № 1351 «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-плюс» (дата обращения: 06.05.2023).
 23. Указ Президента РФ от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». [Электронный ресурс]. Доступ из инф.-правового портала «Гарант» (дата обращения: 06.05.2023).
 24. Указ Президента РФ от 31.10.2018 № 622 (ред. от 12.05.2023) «О Концепции государственной миграционной политики Российской Федерации на 2019–2025 годы».

- [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-плюс» (дата обращения: 06.05.2023).
25. Устинова О. В. Российская государственная демографическая политика: проблемы и перспективы управления воспроизводством населения // Вестник РУДН. Серия: Социология. 2014. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskaya-gosudarstvennaya-demograficheskaya-politika-problemy-i-perspektivy-upravleniya-voisproizvodstvom-naseleniya> (дата обращения: 06.05.2023).
 26. Филимонов С.Н., Баран О. И., Рябов В.А. Естественное воспроизводство населения Сибирского федерального округа в начале второй волны депопуляции (особенности и прогноз) // Здоровоохранение РФ. 2019. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/estestvennoe-voisproizvodstvo-naseleniya-sibirskogo-federalnogo-okruga-v-nachale-vtoroy-volny-depopulyatsii-osobennosti-i-prognoz> (дата обращения: 06.05.2023).
 27. Черкасов А.А. Мониторинг этнических аспектов урбанизации в России на основе ГИС-технологий: дис. ... канд. геогр. наук; Сев.-Кавказ. федер. ун-т. Ставрополь, 2013. 165 с.
 28. Чернова И.В. Пространственно-временная трансформация сельского расселения в республиках Северного Кавказа: дис. ... канд. геогр. наук; Сев.-Кавказ. федер. ун-т. Ставрополь, 2016. 146 с.
 29. Шабунова А.А., Калачикова О.Н. Репродуктивное здоровье как фактор качества воспроизводства населения // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2009. № 7. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reproduktivnoe-zdorovie-kak-faktor-kachestva-voisproizvodstva-naseleniya> (дата обращения: 06.05.2023).

References

1. Aitova Ju.S. (2019) Analysis of the policy of the Russian Federation in regulation of demographic processes. The Eurasian Scientific Journal. 6(11). Available at: <https://esj.today/PDF/26ECVN619.pdf> (in Russian).
2. Andreev E.M. (2016) The Final Effects of Russia's Demographic Policies of the 1980s. Mir Rossii. Vol. 25. No 2. Pp. 68–97 (in Russian).

3. Blinova T., Kutenkov R., Shabanov V. (2019) Modeling of medium-term post-war demographic cycles in Russia. *Economic Policy*, No. 5. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-srednesrochnyh-poslevoennyh-demograficheskikh-tsiklov-v-rossii> (Accessed 5 May 2023) (in Russian).
4. Glushkova V.G., Khoreva O.B. (2014) Demographic security of Russia and its regions: problems and solutions. *Finance: theory and practice*. No 3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/demograficheskaya-bezopasnost-rossii-i-ee-regionov-problemy-i-puti-ih-resheniya> (Accessed 5 May 2023) (in Russian).
5. Esikova V.O. (2021) GIS analysis of regional features of reproduction of the population in Kaluga region *InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference*. Moscow: MSU, Faculty of Geography. Vol. 27. Part 4. Pp. 320–332 (in Russian).
6. Esikova V.O. (2022) Development of a geoinformation system for monitoring the reproduction of the Russian population *InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference*. Moscow: MSU, Faculty of Geography. Vol. 28. Part 2. Pp. 203–216 (in Russian).
7. Kashepov A.V. (2019) Reproduction of the population in Russia - factors and prospects. *Economy and society*. No. 9 (64). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vosproizvodstvo-naseleniya-v-rossii-factory-i-perespektivy> (Accessed 5 May 2023) (in Russian).
8. Lebedeva U.M., Mingazova E.N. (2020) Gender and age characteristics of the population of the Republic of Sakha (Yakutia): reproduction potential. *Problems of social hygiene, health care and the history of medicine*. No. 6. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/genderno-vozrastnyeharakteristiki-naseleniya-respubliki-saha-yakutiya-potentsial-vosproizvodstva> (Accessed 5 May 2023) (in Russian).
9. Loginov V.G. (2022) Peculiarities of reproduction of the population of the Ural North. *Economics of the region*. No 3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vosproizvodstva-naseleniya-uralskogo-severa> (Accessed 5 May 2023) (in Russian).
10. Mingazova E.N., Shchepin V.O., Zhelezova P.V., Sadykova

- R.N. (2019) Modern features of fertility and mortality in the population of central Russia. Problems of social hygiene, health care and the history of medicine. No. 5. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-osobennosti-rozhdaemosti-i-smertnosti-naseleniya-tsentralnoy-rossii> (Accessed 5 May 2023) (in Russian).
11. Myshkina N.P. (2015) Housing construction – a factor in the reproduction of the population in the Republic of Mordovia. Contentus. No. 12 (41). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhilischnoe-stroitelstvo-faktor-vo-sproizvodstva-naseleniya-v-respublike-mordoviya> (Accessed 5 May 2023) (in Russian).
 12. Panin A.N. Atlas information system “Ethno-demographic processes in the Stavropol Krai”: dis. Ph.D., SSU, Stavropol, 2005. 149 p. (in Russian).
 13. Passport of the national project “Demography”// Ministry of Labor of Russia. Available at: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/demography> (in Russian).
 14. Population Census 2020. Available at: https://rosstat.gov.ru/vpn_popul. (Accessed 1 May 2023) (in Russian).
 15. Potudanskaya V.F., Alifer E.O. (2010) The level and quality of life as factors of population reproduction in Russia. ONV. No. 6 (92). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroven-i-kachestvo-zhizni-kak-factory-vo-sproizvodstva-naseleniya-v-rossii> (Accessed 5 May 2023). (in Russian).
 16. Rauzhin I.G. Polyscale monitoring of demographic processes in Russia using geoinformation technologies: dis. Ph.D., SSU, Stavropol, 2011. 214 p. (in Russian).
 17. Rostovskaya T.K., Vasilyeva E.N., Sizikova V.V., Bereza N.A. (2021) Family and demographic policy in the context of population reproduction (country review). Problems of social hygiene, healthcare and the history of medicine, No.5. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/semeyno-demograficheskaya-politika-v-kontekste-vo-sproizvodstva-naseleniya-stranovyy-obzor> (Accessed: 4 May 2023) (in Russian).
 18. Rybakovsky O. L. (2020) Reproduction of the Russian population: tasks, trends, factors and possible results by 2024. Population, No. 1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vo-sproizvodstvo-naseleniya-rossii-zadachi-tendentsii-factory-i-vozmozhnye-rezultaty-k-2024-godu> (Accessed: 7 May 2023) (in Russian).

19. Savinov L.I., Solovyova T.V., Bistyakina D.A., Karaseva A.S. (2020) Socio-cultural determination of late childbearing and measures of family and demographic policy in the field of fertility (based on the materials of the Republic of Mordovia). A woman in Russian society, No. 1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsiokulturnaya-determinatsiya-pozdnego-detorozhdeniya-i-mery-semeyno-demograficheskoy-politiki-v-oblasti-rozhdaemosti-na-materialah> (Accessed: 6 May 2023). (in Russian).
20. Esikova, V.O. Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North Caucasus Federal University". (2022), Population reproduction in Russia, Russian Federation, Certificate of state registration of the database No. 2022620962
21. Suprunchuk I.P. Polyscale spatio-temporal analysis of terrorist activity: dis. Ph.D., SSU, Stavropol, 2015. 193 p. (in Russian).
22. Decree of the President of the Russian Federation dated 09.10.2007 no. 1351 "On approval of the Concept of Demographic Policy of the Russian Federation for the period up to 2025" (with amendments and additions). Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71673/942772dce30cfa36b671bcf19ca928e4d698a928/ (Accessed: 25 April 2023) (in Russian).
23. Decree of the President of the Russian Federation dated 21.07.2020 no. 474 "On the National Development Goals of the Russian Federation for the period up to 2030". Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357927/ (Accessed: 25 April 2023). (in Russian).
24. Decree of the President of the Russian Federation dated 31.10.2018 no. 622 (ed. dated 12.05.2023) "On the Concept of the State migration Policy of the Russian Federation for 2019–2025". Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_310139/ (Accessed: 25 April 2023) (in Russian).
25. Ustinova O.V. (2014) Russian State demographic policy: problems and prospects of population reproduction management. Bulletin of the RUDN. Series: Sociology. No 3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskaya-gosudarstvennaya-demograficheskaya-politika-problemy-i-perspektivy-upravleniya-vosproizvodstvom-naseleniya> (Accessed: 6 May 2023) (in Russian).
26. Filimonov S.N., Baran O. I., Ryabov V.A. (2019) Natural

reproduction of the population of the Siberian Federal District at the beginning of the second wave of depopulation (features and forecast). Healthcare of the Russian Federation. No 3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/estestvennoe-vo-proizvodstvo-naseleniya-sibirskogo-federalnogo-okrugav-nachale-vtoroy-volny-depopulyatsii-osobennosti-i-prognoz> (Accessed: 6 May 2023) (in Russian).

27. Cherkasov A.A. Monitoring of ethnic aspects of urbanization in Russia based on GIS technologies: dis. Ph.D., SSU. Stavropol, 2013. 165 p. (in Russian).
28. Chernova I.V. Spatio-temporal transformation of rural settlement in the republics of the North Caucasus: dis. Ph.D., SSU. Stavropol, 2016. 146 p. (in Russian).
29. Shabunova A.A., Kalachikova O.N. (2009) Reproductive health as a factor of population reproduction quality. Economic and social changes: facts, trends, forecast. No 7. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/reproduktivnoe-zdorovie-kak-faktor-kachestva-vo-proizvodstva-naseleniya> (Accessed: 6 May 2023). (in Russian).

Поступила в редакцию 01.03.2023, принята к публикации 13.06.2023.

Информация об авторе

Есикова Виктория Олеговна — аспирант кафедры социально-экономической географии Северо-Кавказского федерального университета.
Scopus ID: 57363115900. E-mail: esikova.v@mail.ru

Information about the author

Viktoriya O. Esikova — Graduate Student, Department of Socio-Economic Geography, North-Caucasus Federal University.
Scopus ID: 57363115900, E-mail: esikova.v@mail.ru

1.6.13
УДК 330.59
DOI:

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ
10.37493/2308-4758.2023.2.4

Кагиян А. В.

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь, Россия

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ УРОВНЯ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Введение.

Одним из показателей, характеризующих степень социально-экономического развития любого государства, субъекта, муниципального образования, является уровень жизни населения. В статье проведен сравнительный анализ уровня жизни населения регионов северокавказского экономического района.

Материалы и методы исследований.

В статье предлагается решение задачи разработки интегрального показателя уровня жизни на основе использования методики определения суммы баллов. В качестве информационной основы использованы данные открытых статистических источников Федеральной службы государственной статистики и базы данных ЕМИСС за 2018, 2019 и 2020 гг. По результатам средних величин, полученных за трехлетний период наблюдений, проведено рейтингование и последующая типологизация регионов. Всего выделено пять групп территорий с разными показателями уровня жизни, проведено их картографирование.

Результаты исследований и их обсуждение.

Проанализирована динамика интегрального показателя уровня жизни по отдельным регионам. Установлены отличительные черты и выполнен покомпонентный анализ составляющих уровня жизни по группам регионов с разными параметрами. Выявлены особенности территориальной дифференциации Северного Кавказа не только по величине интегрального, но и частных показателей.

Выводы.

Интегральный индекс уровня жизни позволяет оценить характер благосостояния населения отдельных территорий, хотя не всегда детально учитывает диспропорции между отдельными показателями, которые нивелируются при их интеграции. Уровень жизни населения в регионах северокавказского экономического района в ряде случаев отстает от среднероссийского, что особенно заметно по показателям материального благосостояния. Установлено значительное межрегиональное неравенство по показателям уровня жизни. Особенно низкие параметры характерны для республик.

Ключевые слова:

население, уровень жизни населения, интегральная оценка, интегральный показатель, территориальная дифференциация, регионы Северного Кавказа

Territorial Differentiation of the Standard of Living of the Population of the North Caucasus

Kagiyan A.V. North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

Introduction. One of the indicators characterizing the difference of socio-economic development of any state, subject and municipality is the standard of living of the population. The article analyzes the standard of living of the population of the regions of the North Caucasus economic region.

Materials and research methods. The article puts forward a solution to the problem of developing an integral indicator of the living standard based on the method of summing the points. Data from open statistical sources of the Federal State Statistics Service and the Unified interdepartmental information and statistical system database of 2018, 2019 and 2020 are used as an information basis. Based on the results of average values obtained over a three-year observation period, a rating and subsequent typology of regions were specified. In total, five groups of territories with different indicators of the living standard were identified, and their mapping was carried out.

Research results and their discussion. The article analyzes the dynamics of the integral indicator of the living standard in individual regions. Distinctive features are established and a component-by-component analysis of the components of the living standard by groups of regions with different parameters is performed. The features of the territorial differentiation of the North Caucasus are revealed both in terms of integral and specific indicators.

Conclusion. The integral index of the living standard makes it possible to assess the nature of the well-being of the population of individual territories, although it does not always take into account the disproportions between individual indicators, which are leveled when they are integrated. The living standard of the population in the regions of the North Caucasus economic region in some cases lags behind the average one in Russia, which is especially noticeable in terms of material well-being. Significant inter-regional inequality in terms of living standards has been established. Particularly low parameters are characteristic of ethnic republics.

Key words: population, standard of living, integral assessment, integral indicator, territorial differentiation, regions of the North Caucasus

Введение

Уровень жизни населения – одна из наиболее важных категорий, позволяющих отслеживать изменения в социально-экономическом положении населения. Понятие «уровень жизни» достаточно активно обсуждается российскими [4, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 19] и зарубежными учеными [23]. Вместе с тем единых подходов к анализу уровня жизни населения конкретной территориальной единицы (региона, муниципального образования) до сих

пор не выработано. В данном исследовании уровень жизни понимается как комплексная социально-экономическая категория, отражающая степень благополучия населения отдельно взятого региона или муниципального образования и базирующаяся на анализе большого количества показателей, характеризующих материальные стороны жизни людей.

Европейская часть России, занимая 25 % территории страны и аккумулируя почти 80 % ее населения, характеризуется высокой степенью межрегионального социально-экономического неравенства, которое заметно нарастает по мере продвижения с севера на юг. Особенно высокими диспропорциями отличаются регионы Северного Кавказа [21]. Северный Кавказ, охватывая в природном отношении территории северных склонов Кавказского хребта и Предкавказья, неоднозначно трактуется с позиций историко-культурного, социально-экономического анализа или административного устройства. В данной работе Северный Кавказ рассматривается в границах северокавказского экономического района (СКЭР) и включает Краснодарский и Ставропольский края, Ростовскую область, и семь республик (Адыгея, Дагестан, Ингушетия, Карачаево-Черкесия, Кабардино-Балкария, Северная Осетия – Алания, Чеченская Республика).

Цель исследования – разработать интегральный индекс уровня жизни, с его помощью провести оценку уровня жизни населения северокавказских регионов и выявить его региональные особенности.

Материалы и методы исследований

В настоящее время не существует единого подхода к измерению уровня жизни населения. Однако определен ряд наиболее общих положений, на которые опираются все исследователи.

1. **Интегральность.** Итоговый показатель уровня жизни представляет собой определенного вида свертку оценок более частных свойств и критериев [8, 16, 19].
2. **Комплексность.** Необходим учет разных сфер жизнедеятельности, отражающих уровень благосостояния [4, 5, 13, 17, 22].

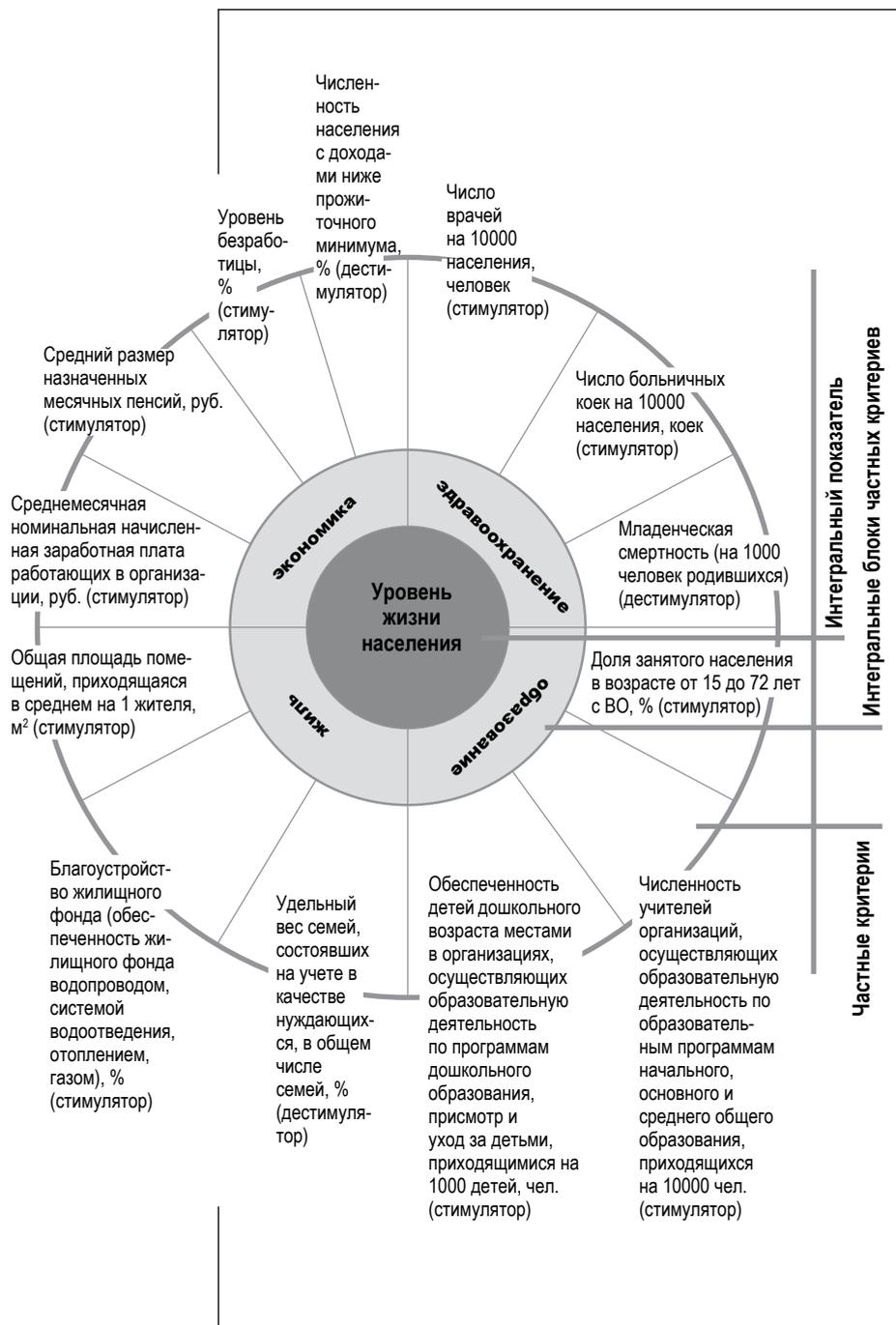


Рис. 1.

Схема отбора показателей для расчета интегрального индекса уровня жизни населения [составлено автором].

Fig. 1. Scheme for selecting indicators for calculating the integral index of the standard of living of the population [compiled by author].

3. Временная динамика. Следует рассматривать показатели за некоторый промежуток времени, определяя наиболее устойчивые параметры [3, 7, 20].

В ходе решения задачи по разработке интегрального индекса уровня жизни населения необходимо было преодолеть две основные методические проблемы.

Одной из наиболее сложных при разработке интегрального индекса является проблема выбора наиболее адекватных поставленной цели частных показателей.

Прежде всего, были выделены основные сферы жизни человека, наиболее тесно связанные с его материальным положением, затем был составлен спектр частных показателей (рис. 1).

Всего было отобрано 13 измеримых, наиболее значимых апостериорных показателей (табл. 2), отражающих содержание уровня жизни. Значения показателей получены из открытых источников Федеральной службы государственной статистики и базы данных ЕМИСС за 2018, 2019 и 2020 гг. для всех регионов северокавказского экономического района.

Вторая проблема связана с выбором метода объединения частных показателей. Российскими исследователями предложены различные варианты методик интегрирования показателей, характеризующих социально-экономическую жизнь населения. К примеру, интегральный индекс качества жизни был предложен С.А. Айвазяном, М.Ю. Афанасьевым и А.В. Кудровым. В своей работе они представили процедуру формирования интегрального индикатора качества условий жизни, основанную на экспертном подходе и имитационной модели [2]. В другой работе С.А. Айвазяном предложена альтернативная методика построения интегральных индикаторов качества жизни [1]. Жгун Т. В. описывает методику построения интегральной характеристики качества жизни с помощью метода главных компонент [12]. При оценке различных экономических явлений широко применяется метод балльной оценки [6, 11], который и был использован для построения интегрального показателя уровня жизни населения регионов Северного Кавказа.

Использование метода суммы баллов, потребовало разделения показателей на стимуляторы и дестимуляторы, в зависимости от чего были применены формула 1 или 2.

$$b_{ij} = b_{minj} + \frac{(b_{maxj} - b_{minj}) * (x_{ij} - x_{minj})}{(x_{maxj} - x_{minj})}, \quad (1)$$

$$b_{ij} = b_{minj} - \frac{(b_{maxj} - b_{minj}) * (x_{ij} - x_{minj})}{(x_{maxj} - x_{minj})}, \quad (2)$$

где b_{ij} — получаемый балл по субъекту по конкретному показателю;
 b_{minj} — минимальный балл используемой шкалы;
 b_{maxj} — максимальный балл используемой шкалы;
 x_{ij} — конкретная величина частного показателя;
 x_{minj} — минимальное значение исследуемой группы показателей;
 x_{maxj} — максимальное значение исследуемой группы показателей.

Полученные балльные оценки по каждому показателю суммировались для каждого региона, которые затем рейтинговались.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты интегральной оценки и соответствующего ранжирования регионов представлены в таблице 1.

Анализ динамики регионального показателя уровня жизни показал, что разброс его значений невелик, и показатель достаточно устойчив. В большинстве регионов прослеживался слабый рост уровня жизни с 2018 по 2019 г., (за исключением Адыгеи, Северной Осетии и Дагестана). В 2020 г., практически везде отмечается незначительная негативная динамика, что вероятно явилось следствием ухудшения эпидемиологической ситуации (рис. 2).

В первую категорию с самыми высокими показателями вошли три региона: Краснодарский край, Ростовская область, Республика Северная Осетия – Алания. Несомненными лидерами практически по всем параметрам являются наиболее развитые в экономичес-

Таблица 1. РЕЙТИНГОВАНИЕ РЕГИОНОВ СЕВЕРОКАВКАЗСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА ПО ИНТЕГРАЛЬНОМУ ИНДЕКСУ УРОВНЯ ЖИЗНИ
Table 1. Rating of the regions of the North Caucasian economic region according to the integral index of living standards

Субъект	Интегральный показатель за 2018	Место региона	Интегральный показатель за 2019	Место региона	Интегральный показатель за 2020	Место региона	Средний интегральный показатель	Место региона
Республика Адыгея	86,348	5	81,848	5	82,502	5	83,566	5
Республика Дагестан	57,787	8	53,681	9	52,382	8	54,616	8
Республика Ингушетия	42,256	10	43,003	10	40,448	10	41,916	10
Кабардино-Балкарская Республика	73,170	6	73,571	6	66,448	6	71,063	6
Карачаево-Черкесская Республика	61,894	7	64,863	7	64,802	7	63,853	7
Краснодарский край	100,895	2	101,953	1	98,601	1	100,483	1
Ростовская область	95,501	3	98,528	2	92,181	3	95,403	3
Республика Северная Осетия – Алания	100,945	1	96,359	3	97,905	2	98,403	2
Ставропольский край	92,063	4	91,611	4	89,856	4	91,177	4
Чеченская Республика	51,371	9	55,265	8	50,361	9	52,332	9

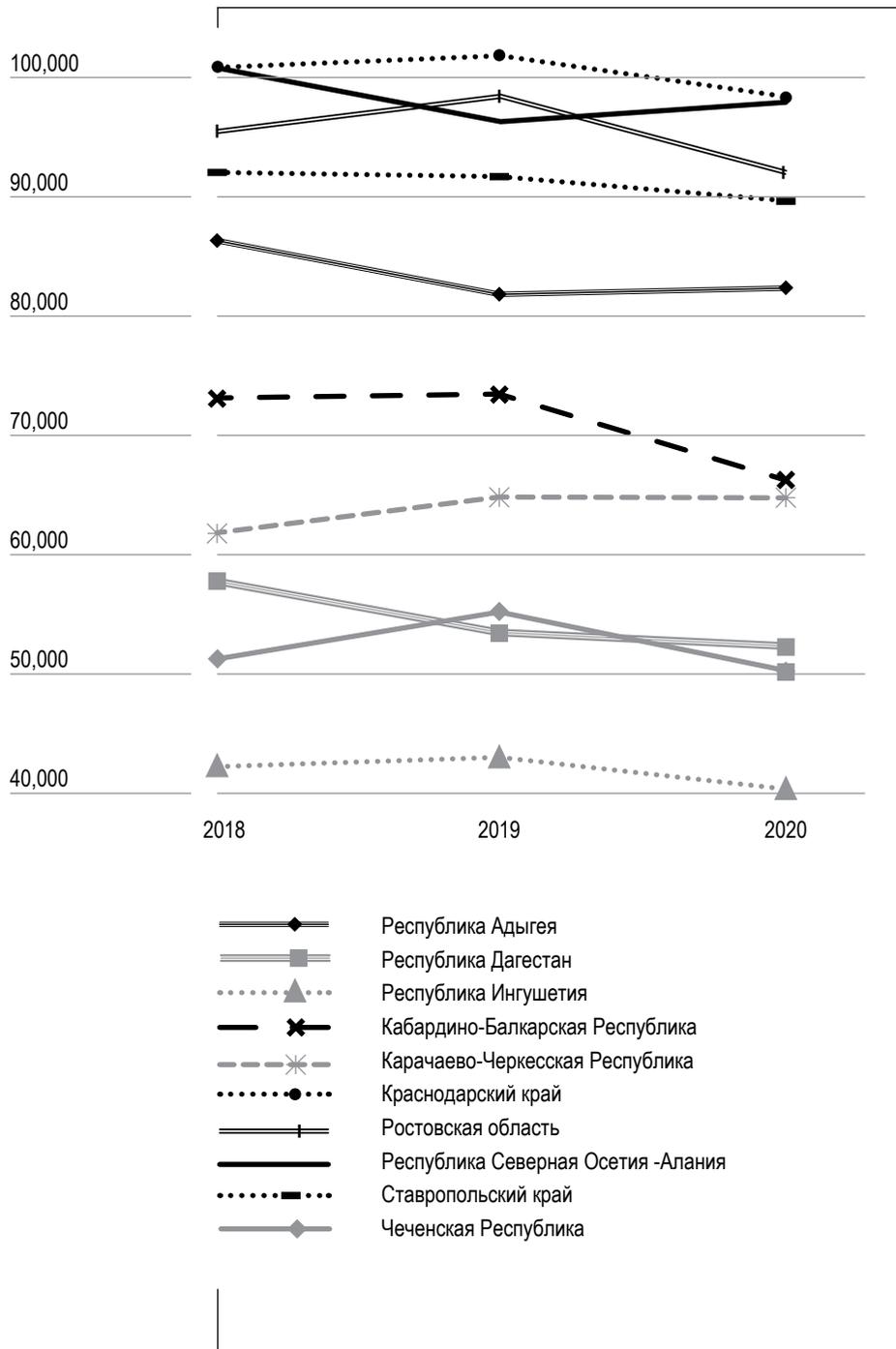


Рис. 2.

Динамика изменения уровня жизни населения по регионам СКЭР за 2018–2020 гг. [составлено автором].

Fig. 2. Dynamics of changes in the standard of living of the population by regions of the NCER for 2018–2020 [compiled by author].

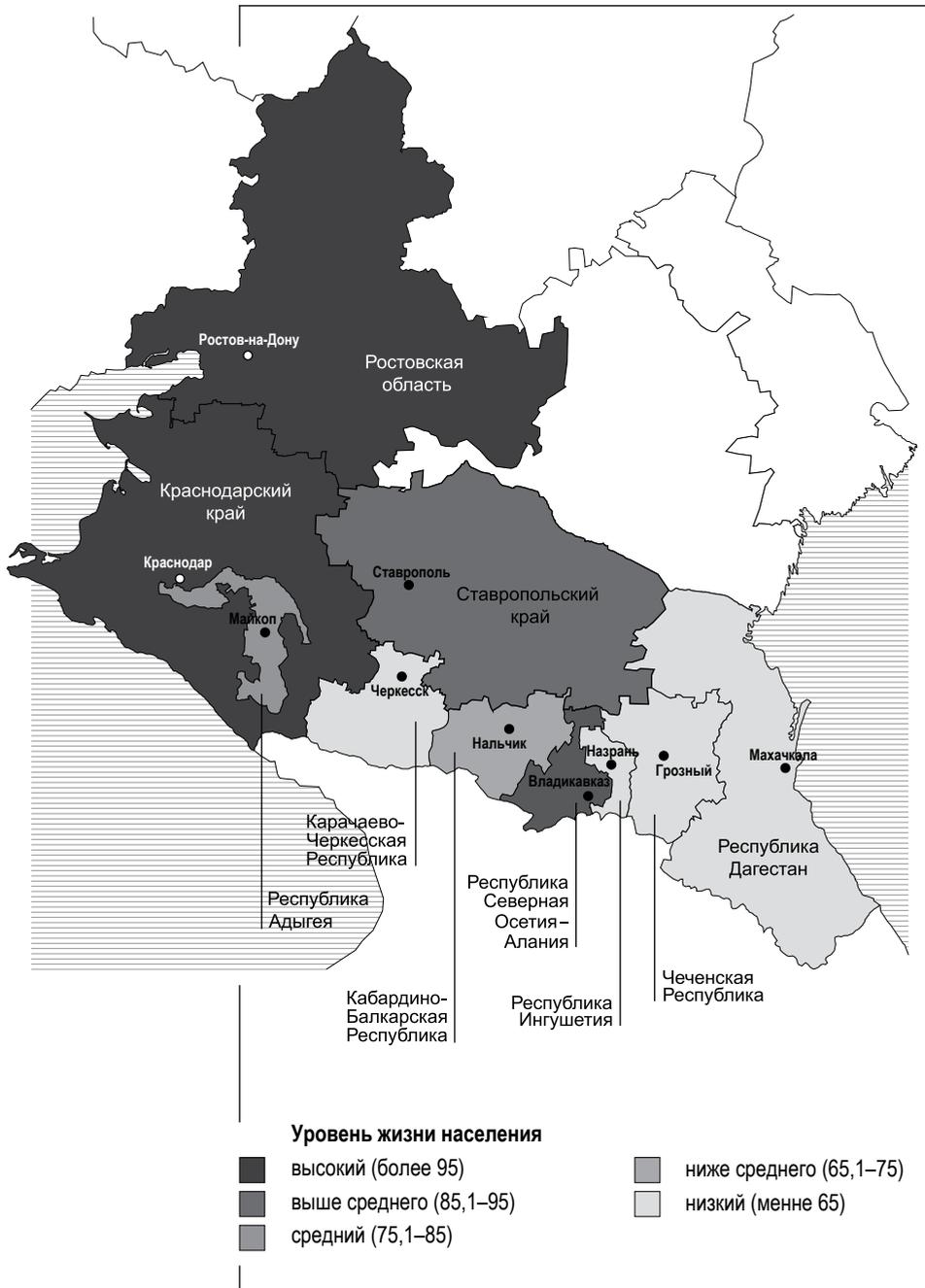


Рис. 3.

Территориальная дифференциация уровня жизни населения регионов СКЭР по среднему значению за 2018–2020 гг. [составлено автором].

Fig. 3. Territorial differentiation of the standard of living of the population by regions of the NCER according to the average value for 2018–2020 [compiled by author].

ком отношении регионы, возглавляемые городами с миллионным населением. Вхождение в эту группу Республики Северная Осетия – Алания несколько парадоксально. Действительно, по группе экономических показателей Северная Осетия – Алания значительно отстает от лидеров, однако по ряду других, в первую очередь, характеризующих жилищно-коммунальную сферу и сферу здравоохранения, их обгоняет. Так, по числу врачей на душу населения (в 2020 г. — 69,9, в среднем по России — 50, 4) регион занимает первое место, заметно отстают по этому показателю Краснодарский край и Ростовская область (45,2 и 38,7 соответственно). Здесь же самая высокая обеспеченность учреждений здравоохранения больничными койками — 96,4 на 10000 чел., что также больше, чем в среднем по России (81,3). В Краснодарском крае и Ростовской области данный показатель менее 80. Благоприятная тенденция прослеживается в Осетии и по уровню по уровню младенческой смертности. К 2020 г. показатель достиг 4 умерших, приходящихся на 1000 родившихся живыми, что является одним из лучших значений по Северному Кавказу (в Краснодарском крае — 3,8, в среднем по России — 4,5).

Одновременно в Северной Осетии наблюдаются сравнительно высокие показатели по обеспеченности жильем — 29,6 м² в среднем на одного жителя. (среднероссийский показатель составляет 26,9 м²), и самый высокий процент благоустройства жилья — 98,9% (по России — 79,6 %). По этому показателю от Северной Осетии отстают и Ростовская область, и Краснодарский край (84,4 и 80,7 % соответственно).

Лидирует Северная Осетия и в сфере образования, занимая первое место по количеству занятых, имеющих высшее образование (более половины занятого населения). На 13,7% ей уступает Ростовская область, и на 23,9 % — Краснодарский край, в котором преобладает занятое населения со средним профессиональным образованием. Значительно менее успешно выглядят районные лидеры по показателям материального благосостояния. Наиболее высокие значения демонстрируют Краснодарский край и Ростовская область, однако даже в этих регионах они ниже среднероссийских. Особенно существенно регионы отстают по показателю средней номинальной начисленной заработной платы (средний показатель по

России — 51 344 руб., в Краснодарском крае — 38 499 руб., Ростовской области — 35 622 руб.). Здесь меньше и средний размер пенсий (в стране — 15 745 руб., Краснодарский край и Ростовская область — немногим более 14 000 руб.). Неблагоприятна ситуация по уровню бедности, показатели здесь выше, чем в среднем по России. Очень низкие показатели экономического благополучия отмечаются в Северной Осетии, по которым она мало чем отличается от других северокавказских республик. Практически 1/6 часть населения является безработными, и столько же живут за чертой бедности.

В Ставропольском крае интегральный показатель уровня жизни несколько ниже по сравнению с лидерами. По всем параметрам здесь отмечаются средние для всего региона значения. Уровень безработицы повышен по сравнению со средним по России и отмечается его рост: за три года он вырос на 1,4 % и составил 6,2 %. Наилучшие показатели характерны для сферы образования. Высшим образованием в крае обладают около 1/3 занятого населения. По количеству учителей, приходящихся на 10 000 населения регион, показывает результат, значительно превосходящий средний показатель по стране (90, по России — 70). Второе место регион занимает по обеспеченности местами в дошкольных образовательных учреждениях (633).

Положительной динамикой характеризуется сфера здравоохранения. За три года показатель младенческой смертности уменьшился на 1,7 и составил 5 умерших в возрасте до одного года, приходящихся на 1 000 родившихся живыми. Увеличилось количество коек, приходящихся на 10 000 человек, на 5,7 и составило 89,4; на 2,2 увеличилось количество врачей, приходящихся на 10 000 человек. По уровню благоустройства жилищного фонда край несколько уступает ряду регионов, но тем не менее характеризуется высоким процентом благоустройства — 92,3 %. Несмотря на активное строительство и ввод в эксплуатацию достаточно большого количества жилого фонда, общая площадь, приходящаяся в среднем на одного человека в Ставропольском крае невысока — 25,4 м².

Несколько отстает от Ставропольского края, но существенно обгоняет другие Республики Адыгея. По уровню заработной платы и размеру пенсий среди регионов СКЭР Адыгея занимает пятое

место (32 161 руб. и 13 838 руб., соответственно). Здесь наблюдается положительная динамика по показателю численности населения, обладающего доходами ниже прожиточного минимума: с 2018 он снизился на 0,3 % и составил 12,5 % (практически такой же, как в целом по стране). Уровень безработицы в республике почти в 1,5 раза превышает средний по стране и составляет 8,5 %. Чуть меньше половины занятого населения республики обладают высшим образованием (40,2 %). По количеству больничных коек, приходящихся на 10 000 человек, Адыгея занимает одно из последних мест (67,9). Не самая благоприятная ситуация в регионе по количеству врачей, приходящихся на 10 000 человек — 39,4. Однако здесь отмечается самый низкий показатель младенческой смертности (3,2 умерших на 1 000 родившихся живыми), что ниже не только среднего по Северному Кавказу, но и по России в целом.

Неплохо выглядит Адыгея по показателям ЖКХ. По обеспеченности жильем (27,6 м² на душу населения) регион превосходит даже некоторые регионы с высоким уровнем жизни. На 83,1 % благоустроен жилищный фонд, в то время как средний уровень благоустройства по стране составляет 79,6 %. Доля населения, нуждающегося в жилье, варьирует в пределах 4–4,5 %, что намного ниже, чем в большинстве регионов СКЭР.

Остальные северокавказские республики образуют категорию с низкими значениями уровня жизни. Несколько лучше складывается ситуация в Кабардино-Балкарии. Так, по уровню заработной платы республика занимает 7 место среди всех субъектов СКЭР (29 899 руб.). Регион является лидером по количеству мест в дошкольных учреждениях (704), превышая даже средний показатель по стране (696). Также в регионе относительно остальных субъектов с низким уровнем жизни самое большое число врачей, приходящееся на 10 000 человек населения — 48,1; высок показатель благоустройства жилищного фонда — 93,7 % (значительно превышает уровень благоустройства по стране) и самая низкая доля населения, нуждающаяся в жилье — 4,4 %, что немного выше среднего по стране. Остальные сферы жизни и их показатели незначительно отличаются от самых низких значений. Низкими являются размеры назначенных пенсий (12 216 руб.). Практически 1/4 часть населения Кабардино-Бал-

карской Республики живет за чертой бедности, данный показатель в регионе стабилен на протяжении трех лет и превышает средний по стране в 2 раза. Безработным в регионе является практически 1/6 часть населения, это один из худших показателей, который превышает средний по России в 2,5 раза. Неблагоприятна и ситуация в сфере здравоохранения: младенческая смертность в регионе растет — в 2020 году показатель составил 5,5 умерших в возрасте до 1 года на 1 000 родившихся живыми, что свидетельствует об ухудшении здоровья населения и снижении качества медицинской помощи.

Самый низкий уровень жизни населения стабильно наблюдается в Чеченской Республике и Республике Ингушетия. Несмотря на некоторые положительные колебания по интегральному показателю, к ним примыкают Дагестан и Карачаево-Черкесия. В этих регионах размеры заработных плат не превышают показатель в 30 000 рублей, что меньше среднего по стране в 1,5 раза (29 649 руб. — в Ингушетии, 29 771 руб. — в Чеченской Республике, 29 899 руб. — в Карачаево-Черкесии). Только в Дагестане показатель к 2020 г. достиг 31 342 руб. Одновременно в этом субъекте начисляются самые низкие пенсии (средний размер 11 923 руб. за 2020 г.), при этом в соседних республиках показатель несколько выше 13 000 руб. В северокавказских республиках непропорционально высока доля беднейшего населения. В Карачаево-Черкесской Республике за чертой бедности проживают практически 1/4 часть населения, в Чеченской Республике — 1/5, в Ингушетии — 1/3, в Республике Дагестан — чуть меньше 1/6. Очень высок уровень безработицы, который в три, а в Ингушетии — в 6 (!) раз превышает среднероссийский.

Относительно неплохая ситуация складывается в республиках в сфере образования. 45,2 % занятого населения КЧР, 40,2 % Ингушетии и 37,4 % Чеченской Республики имеют высшее образование, что даже выше средних показателей по стране (35,4). В полтора-два раза выше среднего по стране число учителей на 1 000 населения. Не достигают республики средних по стране показателей по обеспеченности местами в дошкольных учреждениях. На 1 000 детей дошкольного возраста приходится 325 места в Ингушетии и 335 мест в Республике Чечня, а в Дагестане только — 274. Существенно отстает в группе с низким уровнем жизни развитость сферы

здравоохранения. Обеспеченность койками в Дагестане – 70, в Чеченской Республике – 62,9 и Ингушетии – 48,7. Только в Карачаево-Черкесии показатель довольно стремительно вырос за три года с 65 до 83,5. Еще ниже обеспеченность врачами: в Ингушетии – 44,7, в Чеченской Республике – 32,2, в Дагестане – 41,4, в Карачаево-Черкесии – 42,3. Данные показатели значительно ниже средних по стране (50,4). Несмотря на положительную динамику, в республиках отмечаются самые высокие показатели младенческой смертности (в диапазоне 5–6, а в Дагестане даже 6,8.), что также свидетельствует о низкой обеспеченности учреждений здравоохранения современным оборудованием, низким профессионализме обслуживающего персонала.

Наихудшим по всему Северному Кавказу состоянием отличается сфера жилищно-коммунального хозяйства. Обеспеченность жилыми помещениями колеблется от 15,7 м² в Ингушетии до 21,8 м² в Карачаево-Черкесии. Превышена в несколько раз, по сравнению со средними данными, доля семей, не имеющих жилья: 15,9 % — в Ингушетии (выше среднего по стране в 4 раза), 18,4 % — в Чечне (это самые высокие показатели по регионам СКЭР и превышают средний показатель по стране в 4,7 раза). Несколько лучше ситуация в Дагестане (8,9 %) и Карачаево-Черкесии (6,6 %).

Выводы

Комплексный индекс позволяет оценить общий уровень жизни населения, однако он не всегда учитывает диспропорции между отдельными показателями, которые нивелируются при их интеграции (пример Республики Северная Осетия – Алания). В связи с этим для более объективных оценок необходим дополнительный анализ показателей по отдельным сферам жизни населения.

Уровень жизни населения в регионах Юга России (на примере субъектов северокавказского экономического района) не превышает, а в ряде случаев отстает от среднероссийского, что особенно заметно по показателям материального благосостояния. Отставание по уровню заработной платы и величине пенсий прослеживается не только для периферийных, но и наиболее продвинутых (например, Краснодарский край) российских регионов.

Установлено значительное территориальное неравенство регионов по показателям уровня жизни. Особенно низкие параметры характерны для республик (кроме Республики Адыгея, анклавное положение которой внутри наиболее развитого Краснодарского края, по всей видимости, позитивно сказывается на ее ситуации). В частности, в Республиках Дагестан, Ингушетия, Чечня и Карачаево-Черкесия уровень заработных плат ниже среднего по стране практически в 1,5 раза, а если сравнивать его с размером зарплаты в Москве — то в более, чем 3 раза. Очень высока, по сравнению с другими регионами, в северокавказских республиках доля бедного и безработного населения. Все это свидетельствует о достаточно высоком территориальном неравенстве населения по уровню материального благосостояния. Подобная ситуация ведет к увеличению миграционного оттока из регионов, роста недовольства и социальной напряженности среди местного населения. Вторая по важности проблема для этих территорий — необходимость развития и модернизации системы здравоохранения и ликвидация в отставании обеспеченности населения жильем.

Библиографический список

1. Айвазян С. А. Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях. М.: Центральный экономико-математический институт РАН, 2000. 118 с.
2. Айвазян С. А., Афанасьев М. Ю., Кудров А. В. Интегральный индикатор качества условий жизни // Цифровая экономика. 2019. № 1 (5). С. 43–56.
3. Базарова А.Г. Территориальная дифференциация качества жизни населения Республики Бурятия: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Улан-Удэ, 2001. 18 с.
4. Баркенхоева Р.А. Реализация динамического подхода к оценке уровня и качества жизни населения на основе сбалансированной системы показателей // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2019. № 2 (240). С. 15–23.
5. Батарин И. В., Алиев И.М. Оценка значимости уровня и качества жизни населения в России // Мир новой экономики. 2022. Т. 16, № 3. С. 75–84.

6. Бессонова Е.А., Овчаренко Ю.В. Методические подходы к рейтинговой оценке и их роль в анализе эффективности деятельности предприятия // Известия Юго-Западного государственного университета. 2015. № 5 (62). С. 67–73.
7. Бобков В.Н., Гулюгина А.А. 25 лет Мониторинга доходов и уровня жизни населения России // Уровень жизни населения регионов России. 2020. Т. 16, № 3. С. 9–23.
8. Ванчикова Е.Н., Корытова Е.В. Оценка пространственной дифференциации муниципальных образований региона по уровню социально-экономического развития // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2011. № 1. С. 41–47.
9. Герасикова Е.Н. Региональные аспекты управления качеством жизни населения в России // Universum: экономика и юриспруденция. 2019. № 1 (58). С. 9–13.
10. Городнова Н.В., Самарская Н.А. Повышение качества жизни граждан России в процессе реализации инновационных проектов // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9, № 3. С. 721–734.
11. Дыбаль С.В. Финансовый анализ в концепции контроллинга: монография. Санкт-Петербург: Бизнес-пресса, 2009. 344 с.
12. Жгун Т.В. Построение интегральной характеристики качества жизни субъектов Российской Федерации с помощью метода главных компонент // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2017. Т. 10. №2. С. 214–235.
13. Комиссарова Т.А. Интегральные показатели уровня и качества жизни // Экспертное мнение: сборник статей Международной научно-практической конференции. Часть 2. Пенза: Наука и Просвещение, 2017. С. 120–123.
14. Ревайкин А.С. Уровень жизни населения: (Методология и проблемы регионального исследования). М.: Наука, 1989. 143 с.
15. Соболев Т. С. Современный уровень и качество жизни населения России // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2018. № 2 (25). С. 7–14.
16. Степанов В.С., Бобков В.Н., Шамаева Е.Ф., Одинцова Е.В. Построение модели, связывающей индикатор уровня жиз-

- ни населения с комплексом показателей социально-экономической политики в регионах России // Уровень жизни населения регионов России. 2022. Т. 18, № 4. С. 450–465.
17. Строева Г.Н. Уровень и качество жизни населения: оценка территориального неравенства // Ученые заметки ТОГУ. 2019. Т. 10. № 2. С. 317–324.
 18. Тупчиенко В.А. Основные социально-экономические индикаторы уровня жизни населения // Экономические стратегии. 2012. Т. 14, № 3 (101). С. 66–77.
 19. Шевцов П.А. Разработка методики создания интегрированного показателя оценки уровня и качества жизни населения // Вопросы экономики и права. 2011. № 39. С. 51–55.
 20. Школкина Н.В. Методические подходы к выявлению и оценке региональной дифференциации уровня жизни населения // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2010. Т. 5, № 3 (17). С. 81–85.
 21. Щитова Н.А., Чихичин В.В. Сравнительный анализ социально-экономического развития регионов Северного Кавказа // Наука. Инновации. Технологии. 2014. № 1. С. 161–174.
 22. Юманова У.В. Территориальная дифференциация уровня жизни населения в региональной системе расселения: на примере Чувашии: дис. ... кандидата географических наук: 25.00.24. Чебоксары, 2005. 199 с.
 23. Chulanova Z. Quality of Life of the Population of Kazakhstan: Assessment of the Main Parameters and Identification of Problem Areas. *Journal of Asian and African Studies*. 2022. P. 1–15.

References

1. Ayvazyan S. A. Integral indicators of the quality of life of the population: their construction and use in socio-economic management and interregional comparisons. Moscow: Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences RAN, 2000. 118 p. (In Russ.).
2. Ayvazyan S.A., Kudrov V., Afanasiev M. Yu. A Integral indicator of quality for life conditions // *Digital Economy*. 2019. No. 1 (5). P. 43–56. (In Russ.).
3. Bazarova A.G. Territorial differentiation of the quality of life of the population of the Republic of Buryatia: Abstract of the thesis. dis. ... cand. geogr. Sciences. Ulan-Ude, 2001. 18 p. (In Russ.).

4. Barkenkhoeva R.A. Implementation of a dynamic approach to the assessment of the level and quality of life of the population based on the balanced system of indicators // Bulletin of the Adyghe State University. Episode 5: Economy. 2019. No. 2 (240). P. 15–23. (In Russ.).
5. Batarin I.V., Aliev I.M. Assessment of the significance of the level and quality of life of the population in Russia // The World of the New Economy. 2022; 16 (3). P. 75–84. (In Russ.).
6. Bessonova E.A., Ovcharenko Y.V. Methodical approaches to rating score and their role in the analysis of efficiency of activity of the enterprise // Proceedings of the Southwestern State University. 2015. No. 5 (62). P. 67–73. (In Russ.).
7. Bobkov V.N., Gulugina A.A. 25 Years of Monitoring Income and Living Standards of the Russian Population // Living Standards of the Population in the Regions of Russia. 2020. Vol. 16. No. 3. P. 9–23. (In Russ.).
8. Vanchikova E.N., Korytova E.V. Estimation of spatial differentiation of municipal unions of region on level of social and economic development // Proceedings of the Southwestern State University. Series: Economy. Sociology. Management. 2011. Vol. 1. P. 41–47. (In Russ.).
9. Gerasikova E. Regional aspects of the quality of life management in Russia // Universum: economics and law. 2019. No. 1(58). P. 9–13. (In Russ.).
10. Gorodnova N.V., Samarskaya N.A. Improving the quality of life of Russian citizens in the process of implementation of innovative projects // Questions of innovative economy. 2019. V. 9. No. 3. P. 721–734. (In Russ.).
11. Dibal S.V. Financial analysis in the concept of controlling: monograph. St. Petersburg: Business Press, 2009. 344 p. (In Russ.).
12. Zhgun T.V. Building an integral measure of the quality of life of constituent entities of the Russian federation using the principal component analysis // Economic and social changes: facts, trends, forecast. 2017. Vol. 10. No. 2. P. 214–235. (In Russ.).
13. Komissarova T.A. Integral indicators of the level and quality of life // Expert opinion: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. Part 2. Penza: «Science and Enlightenment», 2017. P. 120–123. (In Russ.).
14. Revaikin A.S. The standard of living of the population: (Meth-

- odology and problems of regional research). M.: Nauka, 1989. 143 p. (In Russ.).
15. Sobol T.S. Modern level and the living quality of the Russian population // Bulletin of the Moscow University. S. Yu. Witte. Series 1: Economics and Management. 2018. No. 2 (25). P. 7–14. (In Russ.).
 16. Stepanov V.S., Bobkov V.N., Shamaeva E.F., Odintsova E.V. Building a Model Linking the Indicator of the Standard of Living of the Population with a Set of Indicators of Socio-Economic Policy in the Regions of Russia. Living Standards of the Population in the Regions of Russia. 2022. Vol. 18. No. 4. P. 450–465. (In Russ.).
 17. Stroeve G.N. Level and quality of life of the population: evaluation of territorial inequality // Scientific notes of TOGU. 2019. V. 10, No. 2. P. 317–324. (In Russ.).
 18. Трпчиченко В.А. The main socio-economic indicators of the standard of living of the population // Economic strategies. 2012. Vol. 14. No. 3 (101). P. 66–77. (In Russ.).
 19. Shevtsov P.A. Development of a methodology for creating an integrated indicator for assessing the level and quality of life of the // Questions of Economics and Law. 2011. No. 39. P. 51–55. (In Russ.).
 20. Shkolkina, N. V. Methodical approaches to identifying and evaluating the regional differentiation of the standard of living of the population // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. 2010. Vol. 5, No. 3 (17). P. 81–85. (In Russ.).
 21. Shchitova N. A., Chihichin V. V. Comparative analysis of social and economic development of north caucasus regions // The science. Innovations. Technologies. 2014. No 1. P. 161–174. (In Russ.).
 22. Yumanova U.V. Territorial differentiation of the standard of living of the population in the regional system of settlement: on the example of Chuvashia: dissertation ... candidate of geographical sciences: 25.00.24. Cheboksary, 2005. 199 p. (In Russ.).
 23. Chulanova Z. Quality of Life of the Population of Kazakhstan: Assessment of the Main Parameters and Identification of Problem Areas. Journal of Asian and African Studies. 2022. P. 1–15.

**Поступила в редакцию 14.03.2023,
принята к публикации 03.05.2023.**

Информация об авторе

Кагиян Анетта Ваниковна — аспирант Северо-Кавказского федерального университета.
E-mail: anettaedita@rambler.ru.

Information about the author

Anetta V. Kagiyan — Postgraduate Student of the North Caucasian Federal University.
E-mail: anettaedita@rambler.ru.

1.6.13
УДК 314.04+911.375+912.64
DOI:

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ,
ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ
10.37493/2308-4758.2023.2.5

Сопнев Н. В.

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь,
Россия

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КРАСНОДАРСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Введение.

В России на современном этапе развития в условиях продолжающейся трансформации системы расселения страны важнейшую роль выполняют городские агломерации, которые концентрируют значительный демографический и экономический потенциал. Краснодарская развитая моноцентрическая городская агломерация имеет выгодное географическое положение и расположена в фокусе транспортных магистралей, связывающих центр РФ с портами Черного и Азовского морей, курортами Черноморского побережья, Закавказьем. Она является крупным узлом в опорном каркасе расселения населения и значимой точкой на агломерационной карте России, что делает важным исследование ее демографического развития и определения демографического потенциала.

Материалы и методы

исследований.

Информационной базой исследования являются данные федеральной службы государственной статистики РФ, базы данных показателей муниципальных образований и других ведомств за период с 1989 по 2021 гг., по численности населения, демографическим и миграционным показателям, территориальной структуре миграционного потока. Определение границ агломерации основывается на методике Института географии РАН и использовании ГИС-технологий. Среднесрочный прогноз численности населения агломерации сделан на основании конечно-разностного уравнения Мальтуса.

Результаты исследований

и их обсуждение.

В рамках исследования с помощью ГИС-технологий был определен состав, проанализирована структура и пространственное развитие городской агломерации. Выявлено, что она является одной из самых быстрорастущих в России, в которой долгое время сохранялся естественный прирост населения, и только в последний год сменился на убыль. Основную роль в формировании населения

выполняет миграция всех видов (международная, межрегиональная, внутрирегиональная). В демографическом отношении на внутриагломерационном уровне ярко выделяется в первую очередь ядро и ближайшие пригороды агломерации. Периферийная зона, попадающая в 1,5-часовую зону транспортной доступности, имеет негативные демографические тенденции.

Выводы.

Проведенный анализ позволил выявить демографические особенности Краснодарской городской агломерации. В демографическом плане видна четкая дифференциация ядра, пригородной и периферийной зоны. Численность населения растет высокими темпами в ядре агломерации и ближайшем пригороде. В некоторых пригородных поселениях темпы прироста выше, чем в ядре. По масштабам миграционного прироста агломерация входит в первую тройку агломераций России, уступая только столичным. Демографические перспективы агломерации – высоко оптимистические. В будущем рост численности населения продолжится, но постепенно объем будет снижаться в связи с нарастанием негативных тенденций в демографической ситуации в России.

Ключевые слова: Краснодарская агломерация, геоинформационный мониторинг, демографическое развитие, миграционные процессы

Sopnev N. V.

North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

Geoinformation Monitoring of Demographic Development of Krasnodar Urban Agglomeration

Introduction.

At the present stage of development in Russia, and in the context of the ongoing transformation of the settlement system in the country, the most important role is played by urban agglomerations, which concentrate significant demographic and economic potential. Krasnodar monocentric urban agglomeration has an advantageous geographical location and is situated in the focus of transport highways connecting the center of the Russian Federation with the ports of the Black and Azov Seas, resorts of the Black Sea coast and the Transcaucasia. It is a major node in the basic framework of population settlement and a significant point

on the agglomeration map of Russia, which makes it important to study its demographic development and determine demographic potential.

Materials and research methods.

The information base of the study is the data of the Federal State Statistics Service of the Russian Federation, the database of indicators of municipalities and other departments for the period from 1989 to 2021, by population, demographic and migration indicators, the territorial structure of the migration flow. The definition of agglomeration boundaries is based on the methodology of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences and the use of GIS technologies. The medium-term forecast of the population of the agglomeration is made on the basis of the finite-difference Malthus equation.

Research results and their discussion.

With the use of GIS technologies the study determined the composition, analyzed the structure and spatial development of the urban agglomeration. It has been revealed that it is one of the fastest growing in Russia. The natural population growth has maintained for a long time, and only last year it started declining. The main role in the formation of the population is played by migration of all types (international, interregional, intraregional). Demographically, at the intra-agglomeration level, the core and the nearest suburbs stand out clearly in the first place. The peripheral zone, which falls within the 1.5-hour zone of transport accessibility, has negative demographic trends.

Conclusions.

The conducted analysis made it possible to identify the demographic features of Krasnodar urban agglomeration. Demographically, there is a clear differentiation of the core, suburban and peripheral zones. The population is growing rapidly in the core of the agglomeration and the nearest suburb. In some suburban settlements, the growth rate is higher than in the core. According to the scale of the migration growth, the agglomeration is in the top three agglomerations of Russia, second only to the capital. The demographic prospects of the agglomeration are highly optimistic. In the future, the population growth will continue, but their volume will gradually decrease due to the increasing negative trends in the demographic situation in Russia.

Key words:

Krasnodar agglomeration, geoinformation monitoring, demographic development, migration processes

Введение

В последние десятилетия в мире пространственное развитие стран отличается крайней неравномерностью и неоднородностью, одним из проявлений этих процессов является объективное усложнение структуры и усиление роли городских агломераций как главных экономических центров, они являются одним из основных фокусов системы расселения стран [4]. В России на современном этапе развития важнейшую роль выполняют городские агломерации, которые концентрируют значительный демографический и экономический потенциал. Городские агломерации стали объектом исследований еще в советский период, в момент их активного формирования и развития, и не менее актуальными являются в настоящее время. Теоретические походы к изучению городских агломераций в России получили развитие в трудах Г.М. Лаппо [16], Е.Н. Перцика [22], П.М. Поляна [23, 24], Зубаревич Н.В. [10] и др. Ряд работ посвящен исследованию конкретных агломераций: Самарско-Тольятинской [18], Красноярской [13, 28], Уфимской [3], Кавминводской [5]. Большое число работ посвящено исследованию формирования и развитию крупнейшей в России Московской агломерации [19, 20, 21], демографическим и миграционным процессам как факторам развития городских агломераций России [7, 9, 12, 17, 29]. Ряд исследований посвящен изучению миграционных процессов в столичные регионы и их пригороды [11], вопросам демографического развития [26, 32]. Краснодарской агломерации посвящены исследования по делимитации границ [8], структурно-планировочным, экономическим аспектам ее развития и управления [2, 14, 15, 30, 31], а также интеграции сельских территорий в городские агломерации [1].

Целью данного исследования является пространственный анализ демографического развития Краснодарской городской агломерации на основе геоинформационного мониторинга.

Материалы и методы исследований

Информационной основой данного исследования являются данные федеральной службы государственной статистики РФ, базы данных показателей муниципальных образований и дру-

гих ведомств за период с 1989 по 2021 год, данные переписей населения 1989, 2002, 2010 гг., и текущего статистического учета по численности населения, демографическим и миграционным показателям, территориальной структуре миграционного потока. Определение границ агломерации основывается на методике ИГАН и использовании ГИС-технологий. Основу методики Института географии РАН составляют следующие базовые критерии:

- наличие большого города с численностью населения более 250 тыс. чел. (ядро агломерации), и 100 тыс. чел. порог для некоторых полицентрических ГА;
- наличие не менее 3 городских поселений во внешней зоне агломерации, жители которых имеют относительно более высокую связь с большим (главным) городом, численность населения в спутниковой зоне – не менее 50 тыс. чел.;
- установление зоны потенциального действия агломерационных связей: 1,5-часовая, 1,0-часовая, 0,5-часовая (брутто) изохрона транспортной доступности центра, совмещенная с 0,5-часовой изохроной от больших и средних городов, расположенных на периферии.
- $K_{\text{разв.}} > 1$. Сформировавшаяся считается городской агломерацией, если величина коэффициента развитости составляет не менее 1,0. Если во внешней зоне окажется не менее трех городских поселений и система успешно преодолет тест на развитость ($K_{\text{разв.}} > 1$), то выделенную систему поселений следует отнести к разряду сложившихся ГА [23].

В рамках методики института географии РАН нами были определены зоны транспортной доступности 0,5-часовая, 1-часовая и 1,5-часовая изохрона относительно границ города-ядра агломерации, а также 0,5-часовая изохрона относительно средних и больших городов, входящих в городскую агломерацию. Определение изохрон транспортной доступности было выполнено с приме-

нением геоинформационных технологий с помощью программных комплексов ARC GIS и QGIS. Для построения зон транспортной доступности использовался модуль Network Analyst, это модуль для создания, поддержки и анализа пространственных сетей и маршрутизации. В модуле использовались инструменты «Service Area» и «Iso-Areas» – это инструменты построения зон доступности, позволяющие построить зоны транспортной доступности, учитывая категории дорог и скоростные ограничения на данных дорогах, а также с учетом различных видов транспорта.

В работе выполнен среднесрочный прогноз численности населения агломерации на основании конечно-разностного уравнения Мальтуса. Считая, что его коэффициенты зависят от марковских процессов, добавим в него показатель миграционного прироста, одного из важнейших компонентов численности населения. Математическая модель будет иметь вид:

$$X_{n+1} = \alpha X_n + \Delta M_n \alpha = \frac{1000 - K_c + K_p}{1000},$$

где K_c – число смертей на 1000 чел. населения,
 K_p – число родившихся детей на 1000 чел.,
 ΔM_n – миграционный прирост.

Методика решения конечно-разностного уравнения с коэффициентами, зависящими от марковских коэффициентов, предполагает составление матрицы переходных вероятностей, которая характеризует распределение марковских величин [27].

Результаты исследований и их обсуждение

Краснодарская развитая моноцентрическая городская агломерация сформировалась в центральной части Краснодарского края и расположена сразу в 2-х регионах Юга Европейской России – Краснодарском крае и Республике Адыгея. Она имеет выгодное географическое положение и благоприятные природно-климатические условия, что оказывает позитивное влияние на демографическое развитие в целом, и особенно на ее миграционную при-

влекательность. Агломерация отличается устойчивым миграционным приростом. По характеру демографического развития агломерация относится к 1 типу – высокий прирост численности населения, для которого характерен среднегодовой прирост населения более 2%, а также сочетанием естественного и миграционного прироста за счет всех типов миграций [6].

Структура Краснодарской городской агломерации

Агломерация относится к числу наиболее быстрорастущих по численности городских агломераций России и относится к одним из самых крупных на Юге Европейской России (уступая только Ростовской ГА – 2580,1 тыс. чел.). Численность городского населения агломерации составляет – 1433,5 тыс. чел., с учетом сельских территорий – 1966 тыс. чел. Является развитой городской агломерацией – коэффициент развитости (по методике ИГАН) в 2021 г. составил – 8,6.

Ядро агломерации – город Краснодар (численность населения 1099,3 тыс. чел., 2021 г.), концентрирует 76,7% городского населения агломерации или 55,9% всего населения агломерации), является административным, транспортно-логистическим, индустриальным, научно-образовательным центром региона. Город расположен в фокусе транспортных магистралей, связывающих центр РФ с портами Черного и Азовского морей, курортами Черноморского побережья, Закавказьем.

В составе агломерации 5 городов – Горячий ключ, Тимашевск, Кореновск, Усть-Лабинск, Адыгейск (Адыгея) и 6 поселков городского типа – Афипский, Ильский, Черноморский и Яблоновский, Энем, Тлюстенхабль (последние 3 расположены в Адыгее). Суммарно в них проживает 334,1 тыс. человек или 17% от общей численности населения агломерации.

В состав агломерации входят также сельские поселения Краснодарского края – Динского, Северского, Усть-Лабинского, Кореновского, Тимашевского, Красноармейского районов, с общей численностью сельского населения 476,7 тыс. человек, что составляет 24,2% населения ГА и районы Республики Адыгея –

Таблица 1. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ, РЕСПУБЛИКЕ АДЫГЕЯ, КРАСНОДАРСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, 1989–2021 ГГ., ТЫС. ЧЕЛ., %
Table 1. The dynamics of the population in the Krasnodar Territory, the Republic of Adygea, the Krasnodar urban agglomeration, 1989-2021, thousand people., %

Численность населения	1989 год		2002 год		2010 год		2021 год	
	тыс. чел.	%						
Краснодарский край	4620,8	100	5125,2	100	5226,6	100	5838,2	100
Городское население	2499,9	54,1	2740,5	53,5	2765,4	52,9	3320,7	56,9
Сельское население	2120,9	45,9	2384,7	46,5	2461,2	47,1	2517,5	43,1
Республика Адыгея	432,6	100	447,1	100	439,9	100	496,9	100
Городское население	225,6	52,1	234,9	52,5	223,8	50,9	245,7	49,4
Сельское население	207	47,9	212,2	47,5	216,1	49,1	251,2	50,6
КГА всего	1309939	100	1410960	100	1524278	100	1966009	100
Городское население КГА	871878	66,6	921185	65,3	1026558	67,3	1433500	72,9
Ядро КГА (Краснодар)	620516	47,4	646175	45,8	744995	48,9	1099344	55,9
Г. Горячий ключ	25610	2,0	27693	2,0	30126	2,0	40903	2,1
Г. Тимашевск	45556	3,5	54116	3,8	53924	3,5	51858	2,6
Г. Кореновск	35768	2,7	40844	2,9	41166	2,7	41826	2,1
Г. Усть-Лабинск	41759	3,2	43824	3,1	43270	2,8	40158	2,0
Г. Адыгейск (Адыгея)	12548	1,0	12209	0,9	12237	0,8	13175	0,7
п.г.т. Афипский	15995	1,2	17977	1,3	18969	1,2	23592	1,2
п.г.т. Ильский	19077	1,5	22323	1,6	23781	1,6	24932	1,3
п.г.т. Черноморский	8398	0,6	8346	0,6	8626	0,6	8574	0,4
п.г.т. Яблоновский (Адыгея)	24939	1,9	25063	1,8	26171	1,7	54291	2,8
п.г.т. Энем (Адыгея)	17843	1,4	17654	1,3	17890	1,2	27717	1,4
п.г.т. Тлюстенхабль (Адыгея)	3869	0,3	4961	0,4	5403	0,4	7130	0,4
Сельское население КГА	438061	33,4	489775	34,7	497720	32,7	532509	27,1

* Составлено автором по данным Росстат [25].

Тахтамукайский, Теучежский, с общей численностью населения 55,7 тыс. населения (2,8% ГА). В целом сельское население агломерации составляет 532,5 тыс. человек, что равняется 27,1% от общей численности агломерации, и делает Краснодарскую ГА, одной из самых многочисленных по численности сельского населения в России (табл. 1).

Динамика численности населения

С 1989 по 2021 год численность населения городской агломерации увеличилась на +50,1% или 656 тыс. чел. Численность населения в агломерации росла практически в 2 раза быстрее, чем в регионах ее размещения (Краснодарский край +26%, Адыгея +14,8%. Наибольший прирост людности агломерации был зафиксирован с 2010 по 2021 гг. и составил 441,7 тыс. чел. или 29%. Численность населения ядра агломерации за весь период увеличилась на 478,8 тыс. чел. или 77,2%. Особенно высокие темпы прироста отмечались в последние 11 лет (+47,6%). Доля ядра в численности населения агломерации росла практически весь период исследования, только к 2002 году снизилась на -1,6% по сравнению с 1989 г., отражая характерную для того периода как для агломераций, так и для городского населения России в целом, тенденцию стагнации урбанизационного процесса. После 2002 г. доля городского ядра увеличилась на 10,1%, особенно высокие темпы +7% отмечались в последний межпереписной период (2010–2021 гг.). Рассматривая ситуацию с динамикой численности населения на внутриагломерационном уровне за последний межпереписной период, отметим, что практически во всех городских населенных пунктах и районах агломерации отмечается прирост. Наибольшие показатели в ближайшем пригороде ядра в 0,5-часовой зоне транспортной доступности – п.г.т. Яблоновский (+107,4%), Энем (+54,9%), Тлюстенхабль (+31,9%) (все Адыгея), а также г. Горячий Ключ (+35,7%) и п.г.т. Афипский (+24,4%). Еще трем городским населенным пунктам (Кореновск, Адыгейск, Ильинский) также характерен прирост населения, но с показателями существенно ниже. Для трех городских поселений, находящихся на периферии агломерации – Усть-Лабинск (-7,2%), Тимашевск (-3,8%) и Черноморский (-0,6%), – ха-

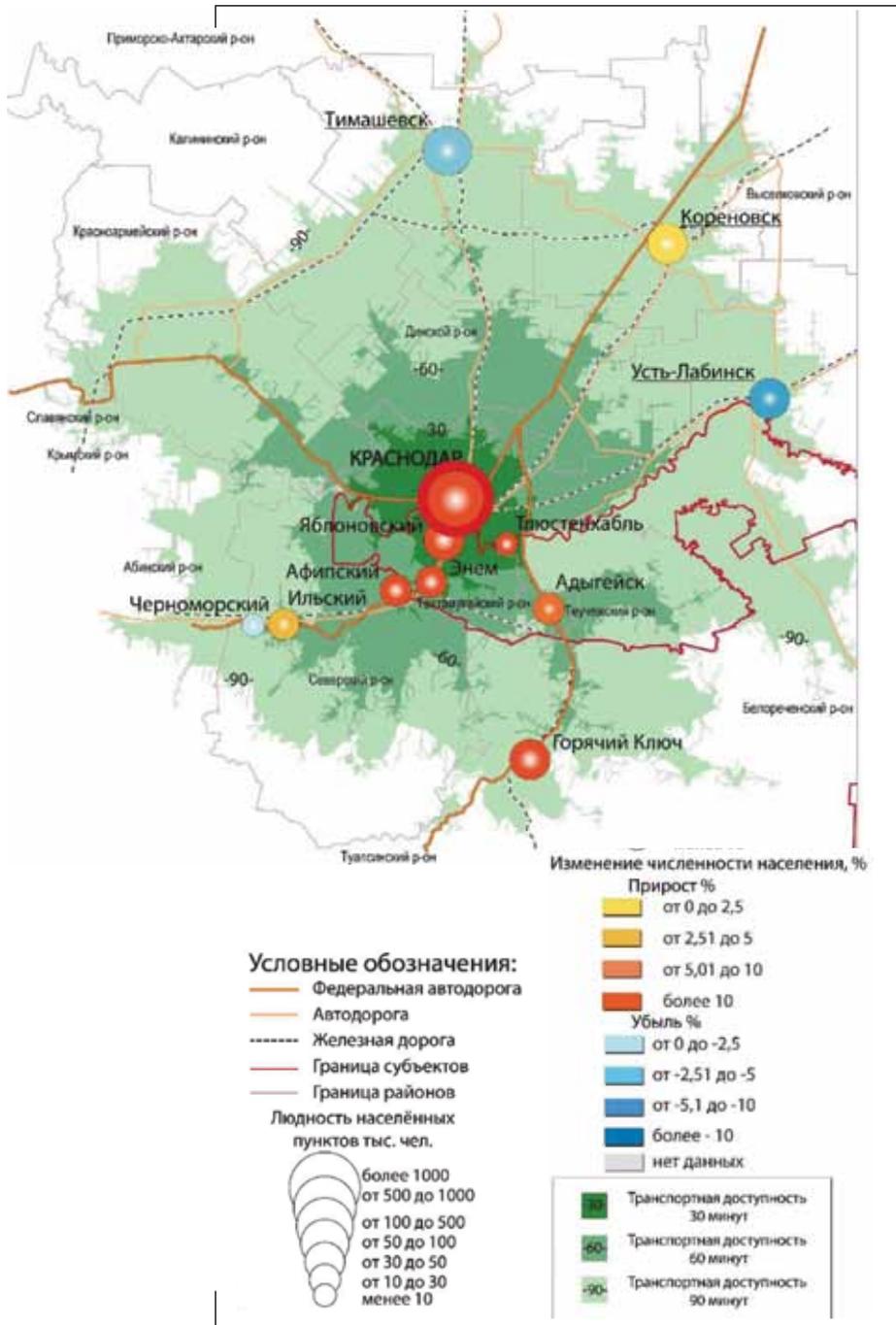


Рис. 1.

Динамика численности населения городских поселений Краснодарской городской агломерации, 2012–2021 гг.

Fig. 1. Dynamics of the population of urban settlements of the Krasnodar urban agglomeration, 2012–2021

Таблица 2. ПРИРОСТ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ, РЕСПУБЛИКЕ АДЫГЕЯ, КРАСНОДАРСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, 1989–2021 ГГ., ТЫС. ЧЕЛ., %
Table 2. Population growth in the Krasnodar Territory, the Republic of Adygea, the Krasnodar urban agglomeration, 1989–2021, thousand people., %

Численность населения	1989–2002		2002–2010		2010–2021		1989–2021	
	тыс. чел.	%	тыс. чел.	%	тыс. чел.	%	тыс. чел.	%
Краснодарский край	504,4	10,92	101,4	1,98	611,6	11,70	1217,4	26,35
Городское население	240,64	9,63	24,9	0,91	555,3	20,08	820,84	32,84
Сельское население	263,75	12,44	76,5	3,21	56,3	2,29	396,55	18,70
Республика Адыгея	14,5	3,35	-7,2	-1,61	57	12,96	64,3	14,86
Городское население	9,3	4,12	-11,1	-4,73	21,9	9,79	20,1	8,91
Сельское население	5,2	2,51	3,9	1,84	35,1	16,24	44,2	21,35
КГА всего	101021	7,71	113318	8,03	441731	28,98	656070	50,08
Городское население КГА	49307	5,66	105373	11,44	406942	39,64	561622	64,42
Ядро КГА (Краснодар)	25659	4,14	98820	15,29	354349	47,56	478828	77,17
Г. Горячий ключ	2083	8,13	2433	8,79	10777	35,77	15293	59,71
Г. Тимашевск	8560	18,79	-192	-0,35	-2066	-3,83	6302	13,83
Г. Кореновск	5076	14,19	322	0,79	660	1,60	6058	16,94
Г. Усть-Лабинск	2065	4,95	-554	-1,26	-3112	-7,19	-1601	-3,83
Г. Адыгейск (Адыгея)	-339	-2,70	28	0,23	938	7,67	627	5,00
п.г.т. Афипский	1982	12,39	992	5,52	4623	24,37	7597	47,50
п.г.т. Ильский	3246	17,02	1458	6,53	1151	4,84	5855	30,69
п.г.т. Черноморский	-52	-0,62	280	3,35	-52	-0,60	176	2,10
п.г.т. Яблоновский (Адыгея)	124	0,50	1108	4,42	28120	107,45	29352	117,7
п.г.т. Энем (Адыгея)	-189	-1,06	236	1,34	9827	54,93	9874	55,34
п.г.т. Тлюстенхабль (Адыгея)	1092	28,22	442	8,91	1727	31,96	3261	84,29
Сельское население	51714	11,81	7945	1,62	34789	6,99	94448	21,56

* Составлено автором по данным Росстат [25]

рактенно сокращение людности. Анализируя ситуацию в сельских районах агломерации, отметим, что наибольший прирост характерен для районов, непосредственно граничащих с ядром агломерации, – Тахтамукайский (Адыгея) (+59,2 %) и Динской (+17,7%). Северский, Тимашевский отмечаются приростом с более низкими показателями. Для остальных районов агломерации (Теучежский (Адыгея), Усть-Лабинский, Кореновский, Красноармейский) характерно сокращение людности, особенно высокие показатели в Усть-Лабинском районе (-10,2 %).

Естественное движение населения

Анализ естественного движения населения показал, что Краснодарская городская агломерация является одной из 6 ГА России с сохранившимся на протяжении большей части периода исследования (2012–2021 гг.) естественным приростом населения. При этом отмечаются большие различия внутри периода исследования, в городской и сельской местности, а также на внутриагломерационном уровне.

Так, в 2012 году естественный прирост сохранялся в четырех городских населенных пунктах: Краснодар (3 ‰), Адыгейск (1,2 ‰), Энем (1,1 ‰), Горячий Ключ (0,26 ‰) и в Динском районе (0,04 ‰). В трех городах (Тимашевск, Кореновск, Усть-Лабинск), пяти поселках городского типа и семи районах сложилась естественная убыль. Наиболее сложная демографическая ситуация отмечалась в городах и поселках, расположенных в периферийной зоне агломерации: Усть-Лабинск (-4,3 ‰), Афицкий (-4,75 ‰), Черноморский (-6,9 ‰). К 2021 году демографическая ситуация в Краснодарской городской агломерации заметно ухудшилась, как и в целом в России: не осталось ни одного городского населенного пункта или района с естественным приростом населения, в ядре агломерации – Краснодаре только к 2021 году естественный прирост сменился на убыль (-1,3 ‰), такая же ситуация в Адыгейске (-3,6 ‰), на остальных территориях естественная убыль наступила еще раньше. Наиболее сложная ситуация сложилась на периферии агломерации, особенно в г. Усть-Лабинск (-16,5 ‰), Усть-Лабинском районе (-12,2 ‰), а также п.г.т. Черноморском (-18,3 ‰). В остальных городских поселениях показатель естес-

твенной убыли колеблется от -4,9‰ до -8,5‰, в районах в диапазоне от -5‰ до -10,6‰ (рис. 2, табл. 3–4).

Анализ динамики естественного прироста населения на внутриагломерационном уровне показал, что естественный прирост отмечался только в двух городах: ядро агломерации – Краснодар (+33,8 тыс. чел.) и Адыгейск (+0,2 тыс. чел.), на остальной части агломерации наблюдается естественная убыль.

Важно отметить, что в городской и сельской местности агломерации ситуация значительно отличается. Основная часть положительного естественного прироста агломерации приходится на городскую местность. Исследование показало, что за весь период исследования естественный прирост в агломерации составил 7,5 тыс. чел., при этом в городской местности 24 тыс. чел.), в сельской -6,5 тыс. чел. (рис. 2, табл. 3-4).

Одним из факторов ухудшения естественного движения населения, помимо усугубляющегося демографического кризиса, явился Covid-19, который значительно снизил демографические показатели. До пандемии показатели естественного движения населения агломерации с 2012 года оставались положительными, в 2019 году естественный прирост составил 0,52‰. С начал пандемии – 2020 г., этот показатель снизился до -2,4‰, а в 2021г. до -4,84‰. Т.е. в агломерации произошло 2-х кратное увеличение показателей естественной убыли населения.

Миграционные процессы

В миграционном плане Краснодарская городская агломерация является одной из самых привлекательных в России (уступая Московской и Санкт-Петербургской). За весь период исследования (2012–2021 гг.) миграционный прирост в агломерации составил 239,1 тыс. чел. Основная часть миграционного прироста (82,7%) приходилась на городскую местность. В городах агломерации миграционный прирост составил 197,8 тыс. чел., в т.ч. в Краснодаре 159,3 тыс. чел., в остальных городах – 14,5 тыс. чел., в п.г.т. – 24 тыс. чел. Наиболее высокие показатели были характерны в 2014–2016 гг. (ежегодный миграционный прирост в ГА составлял 32,2 тыс. чел.), далее в период пандемии (2020 год) отмечалось сни-

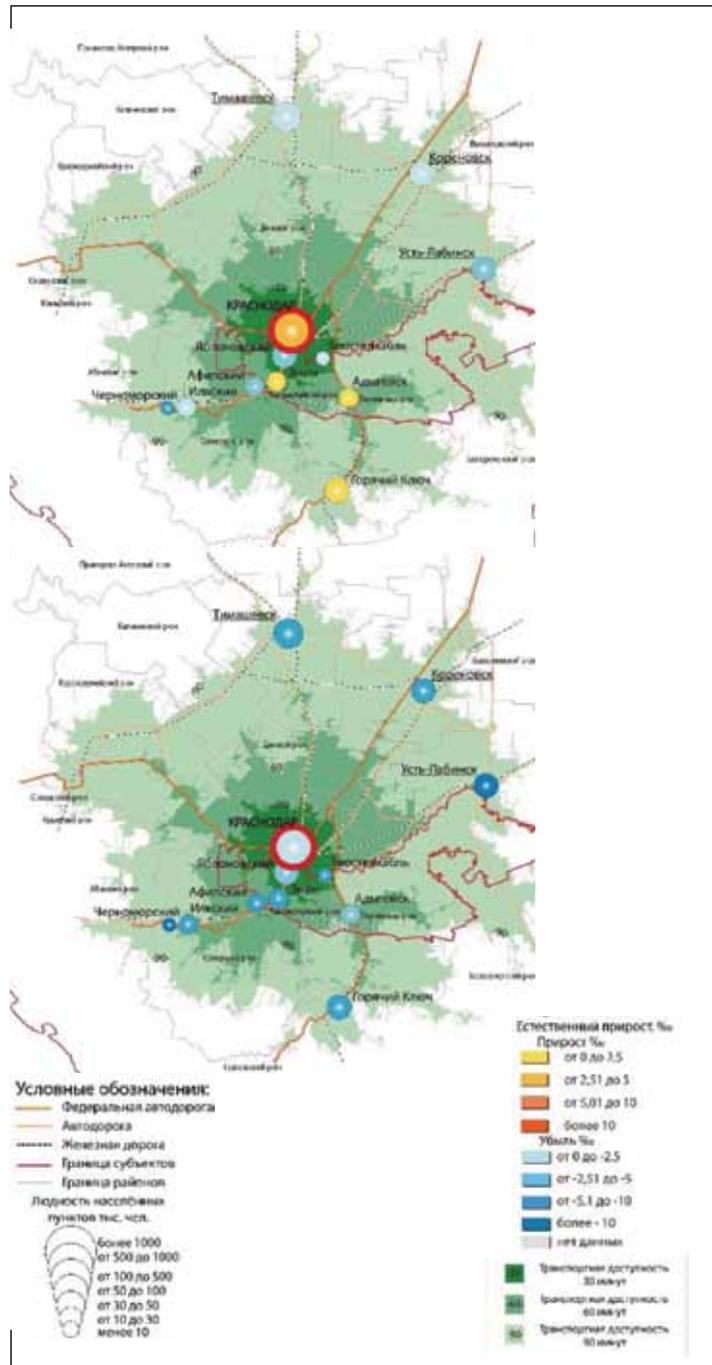


Рис. 2.

Естественный прирост городского населения Краснодарской городской агломерации, 2012, 2021 гг.

Fig. 2. Natural growth of the urban population of the Krasnodar urban agglomeration, 2012, 2021

Таблица 3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ПРИРОСТ НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОДАРСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, 2012–2021 гг., чел.
Table 3. Natural population growth of the Krasnodar urban agglomeration, 2012-2021, people

Годы	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2012–2021
Краснодарская ГА	1529	2276	3521	4497	4408	3001	2724	1251	-2981	-8545	11681
Городское население КГА	1718	2869	3981	4976	5170	4042	3657	2497	-248	-4695	23967
г. Краснодар	2359	2995	3986	5240	5717	5104	4365	4009	1904	-1797	33882
г. Горячий ключ	8	-28	61	129	-60	-65	-81	-195	-262	-542	-1035
г. Тимашевск	-90	—	—	17	-99	-141	-54	-244	-370	-414	-1395
г. Кореновск	-56	—	—	-103	-64	-127	-92	-143	-193,0	-358,0	-1136,0
г. Усть-Лабинск	-187	—	—	-143	-159	-276	-158	-320	-652,0	-662,0	-2557,0
п.г.т. Афицкий	-92	—	—	-38	-89	-103	-139	-250	-228,0	-154,0	-1093,0
п.г.т. Ильский	-56	—	—	-59	-31	-115	-13	-97	-129,0	-171,0	-671,0
п.г.т. Черноморский	-60	—	—	-66	-75	-64	-48	-85	-105,0	-157,0	-660,0
г. Адыгейск (Адыгея)	19	-7	61	106	83	-5	-14	19	7,0	-56,0	213,0
п.г.т. Яблоновский (Адыгея)	-143	-101	-119	-96	-60	-138	-96	-125	-149	-136	-1163
п.г.т. Энем (Адыгея)	23	24	18	14	20	-11	8	-64	-48	-214	-230
п.г.т. Тлюстенхабль (Адыгея)	-7	-14	-26	-25	-13	-17	-21	-8	-23	-34	-188
Тахтамукайский район (Адыгея)	-108	-83	-92	-56	-54	-187	-175	-242	-255	-350	-1602
Теучежский район (Адыгея)	40	48	-76	-96	-79	-86	-92	-90	-114	-34	-755
Динской район	46	24	163	58	17	-134	-118	-273	-632	-980	-1829
Северский район	-251	-72	-107	-169	-159	-208	-28,0	-284	-615	-927	-2820
Усть-Лабинский район	-225	-225	-245	-195	-307	-509	-293	-453	-967	-1269	-4688
Кореновский район	-91	-73	-100	-272	-190	-340	-273	-388	-567	-842	-3136
Тимашевский район	-121	-122	-61	-24	-203	-330	-220	-395	-710	-811	-2997
Красноармейский район	-67	-85	-69	-224	-357	-239	-347	-457	-770	-937	-3552

*Составлено автором по данным Росстат [25].

Таблица 4. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ПРИРОСТ НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОДАРСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, 2012-2021 ГГ., ‰
Table 4. Natural population growth of the Krasnodar urban agglomeration, 2012-2021., ‰

Годы	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Краснодарская ГА	0,56	1,38	2,53	2,49	2,37	1,47	1,55	0,52	-2,40	-4,84
Городское население КГА	1,64	2,68	3,64	4,43	4,50	3,43	3,05	2,04	-0,20	-3,28
г. Краснодар	3,00	3,40	4,40	5,60	6,00	5,20	4,30	4,00	1,90	-1,80
г. Горячий ключ	0,26	-0,50	1,00	2,00	-1,00	-1,00	-1,20	-2,80	-3,70	-7,50
г. Тимашевск	-1,68	-	-	0,32	-1,88	-2,68	-1,04	-4,74	-7,28	-7,98
г. Кореновск	-1,37	-	-	-2,46	-1,53	-3,04	-2,19	-3,39	-4,55	-8,56
г. Усть-Лабинск	-4,30	-	-	-3,37	-3,81	-6,68	-3,88	-7,96	-16,52	-16,48
п.г.т. Афипский	-4,75	-	-	-1,90	-4,42	-5,00	-6,47	-11,28	-9,91	-6,53
п.г.т. Ильский	-2,33	-	-	-2,38	-1,24	-4,54	-0,51	-3,73	-4,89	-6,86
п.г.т. Черноморский	-6,98	-	-	-7,75	-8,85	-7,60	-5,71	-10,11	-12,55	-18,31
г. Адыгейск (Адыгея)	1,20	-0,40	4,10	7,00	5,50	-0,30	-0,90	1,20	0,40	-3,60
п.г.т. Яблоновский (Адыгея)	-4,80	-3,30	-3,70	-2,90	-1,70	-3,80	-2,50	-3,20	-3,60	-4,90
п.г.т. Энем (Адыгея)	1,10	1,10	0,90	0,60	0,90	-0,50	0,40	-2,80	-2,10	-5,90
п.г.т. Тлюстенхабль (Адыгея)	-1,20	-2,40	-4,30	-4,10	-2,20	-2,80	-3,60	-1,30	-3,80	-5,50
Тахтамукайский район (Адыгея)	-1,50	-1,20	-1,20	-0,80	-0,70	-2,30	-2,10	-2,70	-2,80	-5,00
Теучежский район (Адыгея)	-1,90	-2,30	-3,60	-4,60	-3,80	-4,10	-4,40	-4,40	-5,60	-10,60
Динской район	0,04	0,00	1,20	0,40	0,10	-0,90	-0,80	-1,80	-4,00	-6,80
Северский район	-2,00	-1,00	-0,90	-1,50	-1,30	-1,80	-0,30	-2,30	-5,00	-7,40
Усть-Лабинский район	-2,00	-2,00	-2,20	-1,80	-2,80	-4,60	-2,70	-4,30	-9,00	-12,20
Кореновский район	-1,00	-1,00	-1,10	-3,20	-2,20	-3,90	-3,10	-4,50	-7,00	-9,80
Тимашевский район	-1,00	-1,00	-0,50	-0,20	-1,80	-3,00	-2,00	-3,70	-7,00	-7,60
Красноармейский район	-1,00	-1,00	-0,60	-2,20	-3,40	-2,20	-3,30	-4,40	-7,00	-9,10

* Составлено авторами по данным Росстат [25]

жение показателя (21,3 тыс. чел.), который частично восстановился в 2021 году (27,8 тыс. чел.). При этом заметны различия характера миграционных процессов на внутриагломерационном уровне.

Так как в 2012 году статистика по миграционному приросту на внутриагломерационном уровне была не на все населенные пункты, а только на крупнейшие города и районы, анализ проведен по данным начиная с 2014 года. Во всей агломерации прирост составил +20,7‰, в ядре – Краснодаре +25,5‰, наиболее высокие показатели в ближайших к ядру территориях Адыгеи: п.г.т. Яблоновский (+62,9‰) и Тахтамукайский район (+36,4‰), а также г. Горячий Ключ (23,2‰). В городских населенных пунктах (Энем, Ильский, Кореновск, Тлюстенхабль, Адыгейск.) и Динском районе отмечаются также высокие показатели 10–20,1‰. В сельской местности – Афипский, Теучежский, Северский, Кореновский, Тимашевский, Красноармейский – положительный миграционный прирост был менее 10‰. Миграционная убыль отмечается в трех периферийных поселениях Тимашевск (-4,73‰), Усть-Лабинск (-1,87‰), Черноморский (-0,2‰) и Усть-Лабинский район (-1,66‰) (рис. 3, табл. 5–6).

К 2021 году ситуация с миграционным приростом изменилась незначительно, но показатели снизились повсеместно. Так в агломерации миграционный прирост 14,2‰, внутри агломерации, наибольшие показатели зафиксированы в ядре – Краснодаре (+24‰), Горячем Ключе (+40‰), Афипский (15,1‰) и ближайшем пригороде Адыгеи – п.г.т. Яблоновский (+42‰), Тлюстенхабль (+18,2‰) и Энем (+16,7‰), а также в Тахтамукайском районе (+42,6‰). Остальным поселениям и районам характерны положительные показатели менее 10‰. В периферийной зоне агломерации отмечается миграционная убыль: г. Усть-Лабинск (-7,8‰), Усть-Лабинский район (-5,65‰), г. Тимашевск (-0,1‰). Отрицательное сальдо миграции сложилось и в ближайшем к ядру Динском районе (-3,3‰). (рис. 3, табл. 5–6).

Территориальная структура миграций

В Краснодарской городской агломерации положительный миграционный прирост формируется в ходе всех типов миграций: межрегиональная (146,9 тыс. чел.), международ-

Таблица 5. МИГРАЦИОННЫЙ ПРИРОСТ НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОДАРСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, 2012–2021 ГГ., ЧЕЛ.
Table 5. Migration growth of the population of the Krasnodar urban agglomeration, 2012–2021, people

Годы	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2012-2021
Краснодарская ГА	24041	7022	30355	29334	32092	17580	21323	20871	21645	34855	239118
Городское население КГА	18702	1527	24965	24442	27406	14808	17964	17078	19145	31760	197797
г. Краснодар	17668	314	20522	20732	23413	12147	13397	10055	14589	26466	159303
г. Горячий ключ	959	1172	1399	1582	1490	1028	2054	1916	2189	1659	15448
г. Тимашевск	-	-	-251	-79	44	-461	-428	-407	164	-3	-1421
г. Кореновск	-	-	547	138	2	305	235	410	290	361	2288
г. Усть-Лабинск	-	-	-80	-184	-222	-385	-349	-404	-239	-314	-2177
п.г.т. Афипский	-	-	112	136	470	924	626	857	423	356	3904
п.г.т. Ильский	-	-	339	162	409	307	501	487	170	227	2602
п.г.т. Черноморский	-	-	-2	39	35	36	34	44	57	8	251
г. Адыгейск (Адыгея)	75	41	137	-78	-78	46	-40	-39	159	120	343
п.г.т. Яблоновский (Адыгея)	-	-	1815	1663	1558	817	1682	3319	1200	2285	14339
п.г.т. Энем (Адыгея)	-	-	360	298	306	40	281	808	-32	465	2526
п.г.т. Тлюстенхабль (Адыгея)	-	-	67	33	-21	4	-29	32	175	130	391
Тахтамукайский район (Адыгея)	-	-	2685	2623	2617	1608	3171	6367	2403	5229	26703
Теучежский район (Адыгея)	-	-	95	-41	40	-61	-147	-77	259	160	228
Динской район	2229	2382	2685	2296	2819	2140	2206	980	392	-499	17630
Северский район	1006	1184	919	929	1299	1821	1710	2185	1148	1118	13319
Усть-Лабинский район	-185	-301	-185	-561	-558	-898	-679	-706	-396	-580	-5049
Кореновский район	332	409	849	380	-69	165	230	555	352	446	3649
Тимашевский район	1494	1113	1031	948	561	-767	-945	-527	276	54	3238
Красноармейский район	463	708	218	524	558	351	366	162	274	682	4306

*Составлено авторами по данным Росстат [25]

Таблица 6. МИГРАЦИОННЫЙ ПРИРОСТ НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОДАРСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ, 2012–2021 ГГ., ‰
Table 6. Migration growth of the population of the Krasnodar urban agglomeration, 2012–2021, ‰

Годы	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Краснодарская ГА	15,51	4,45	20,70	19,23	19,00	9,94	12,33	13,95	12,01	14,16
Городское население КГА	17,84	1,43	22,81	21,78	23,86	12,56	14,98	13,99	15,43	22,16
г. Краснодар	23,13	0,40	25,47	24,99	27,41	13,78	14,89	10,95	15,64	24,07
г. Горячий ключ	16,44	19,76	23,15	25,56	23,42	15,80	31,12	28,18	31,41	40,56
г. Тимашевск	—	—	−4,73	−1,50	0,84	−8,76	−8,23	−7,90	2,15	−0,06
г. Кореновск	—	—	12,68	3,16	0,05	6,99	5,37	9,33	6,84	8,63
г. Усть—Лабинск	—	—	−1,87	−4,33	−5,32	−9,31	−8,58	−10,05	−6,06	−7,82
п.г.т. Афиппский	—	—	5,35	6,44	22,08	42,46	27,56	36,65	17,45	15,09
п.г.т. Ильский	—	—	13,48	6,36	15,99	11,83	19,16	18,28	6,29	9,10
п.г.т. Черноморский	—	—	−0,17	3,41	3,07	3,17	3,00	3,89	5,05	0,93
г. Адыгейск (Адыгея)	6,06	3,29	10,98	−6,16	−6,15	3,62	−3,14	−3,06	12,50	9,11
п.г.т. Яблоновский (Адыгея)	—	—	62,86	54,49	48,63	24,44	49,33	93,13	30,93	42,09
п.г.т. Энем (Адыгея)	—	—	19,57	15,86	16,03	2,06	14,49	41,10	−1,57	16,78
п.г.т. Тлюстенхабль (Адыгея)	—	—	11,88	5,83	−3,71	0,71	−5,16	5,73	31,14	18,23
Тахтамукайский район (Адыгея)	—	—	36,40	34,35	33,16	19,73	38,25	74,12	26,11	42,6
Теучежский район (Адыгея)	—	—	4,50	−1,94	1,91	−2,91	−7,07	−3,74	12,70	7,22
Динской район	17,32	18,18	20,13	16,85	20,34	15,13	15,38	6,73	2,68	−3,34
Северский район	8,79	10,28	7,90	7,94	11,02	15,31	14,18	17,87	9,25	9,09
Усть-Лабинский район	−1,64	−2,68	−1,66	−5,04	−5,05	−8,19	−6,27	−6,58	−3,73	−5,65
Кореновский район	3,89	4,78	9,89	4,39	−0,80	1,91	2,66	6,43	4,07	5,27
Тимашевский район	13,97	10,28	9,43	8,60	5,05	−6,88	−8,56	−4,82	2,55	0,51
Красноармейский район	4,49	6,84	2,09	5,03	5,34	3,35	3,49	1,54	2,62	6,72

*Составлено автором по данным Росстат [25]

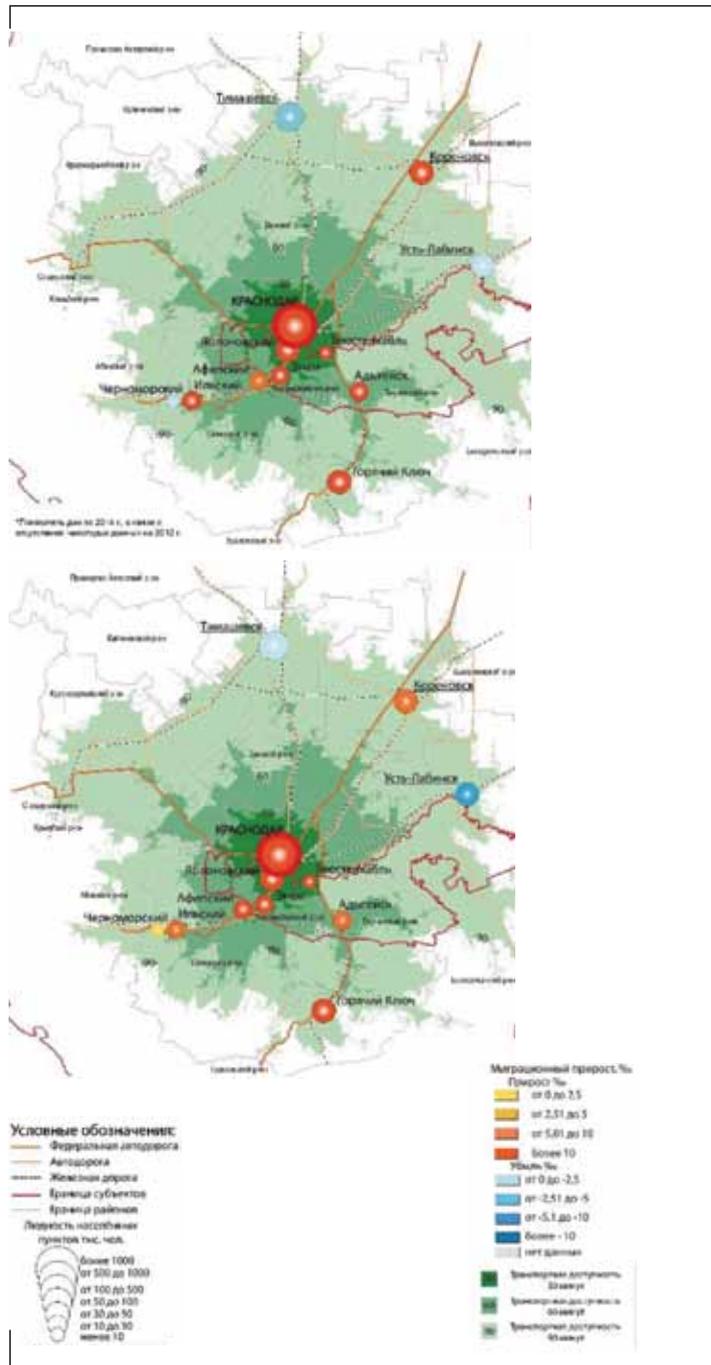


Рис. 3.

Миграционный прирост городского населения Краснодарской городской агломерации, 2014, 2021 гг.

Fig. 3. Migration growth of the urban population of the Krasnodar urban agglomeration, 2014, 2021.

ная (54,8 тыс. чел.), внутрирегиональная (37,4 тыс. чел.). При этом наибольшие показатели имеют межрегиональные потоки, что характерно всего для 17 из 58 агломераций России (при этом уступает только Московской – 798,6 тыс. чел., Санкт-Петербургской – 344,5 тыс. чел.). При более детальном рассмотрении ситуации на внутриагломерационном уровне выявлено, что положительный миграционный прирост в ходе международных миграций формируется, как в ядре агломерации, так и в пригороде, и на периферии на протяжении всего периода исследования. В 2021 г. особенно высокие показатели в ядре (+8,2 ‰), Горячем Ключе (+10,7 ‰) и п.г.т. ближайшей пригородной зоны – Яблоновский (+9,84 ‰), Энем (6,9 ‰). На протяжении всего периода исследования международные потоки в ядре и ближайшем пригороде увеличились в несколько раз, в периферийных районах в основном сократились. За счет межрегиональных миграционных потоков прирастают все города и районы, кроме г. Усть-Лабинск и г. Адыгейск. В агломерации сложились интересные внутрирегиональные миграционные потоки. Все городские населенные пункты растут за счет внутрирегиональных миграционных потоков. Исключение составляют периферийные: г. Усть-Лабинск, п.г.т. Ильский и Черноморский, которые теряют население в ходе внутрирегиональных миграционных потоков. В районах ситуация противоположная, только два ближайших к ядру – Динской и Тахтамукайский – района имеют положительный миграционный прирост, остальные районы теряют население.

***Прогноз изменения численности населения
Краснодарской агломерации
до 2030 года***

Для проведения среднесрочного прогноза численности населения в качестве модели выбрали конечно-разностное уравнение Мальтуса, считая, что его коэффициенты зависят от марковских процессов, добавим в него показатель миграционного прироста, одного из важнейших компонентов численности населения. Математическая модель будет иметь вид:

ТАБЛИЦА 7. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРАСНОДАРСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОГНОЗА, 2012–2021 гг., ‰
Table 7. Demographic indicators of the Krasnodar urban agglomeration for the calculation of the forecast, 2012–2021., ‰

Показатель	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Коэффициенты рождаемости	13,7	14	14,6	15,1	14,8	13	12,8	12,3	12,1	11,8
Коэффициенты смертности	13,2	13,1	13,3	13,1	13	14,5	12,1	12,3	14,3	16,5
Коэффициенты миграционного прироста	15,5	4,5	20,7	19,2	19,0	9,9	12,3	13,9	12,0	14,2

*Составлено автором по данным Росстат [25]

Таблица 8. КОЭФФИЦИЕНТЫ РОЖДАЕМОСТИ, СМЕРТНОСТИ МАТРИЦЫ ПЕРЕХОДНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И ЕЖЕГОДНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ МИГРАЦИОННОГО ПРИРОСТА И ПРОГНОЗА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОДАРСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ ДО 2030 Г., ‰
Table 8. Fertility and mortality coefficients of the matrix of transitional probabilities and annual coefficients of migration growth and population forecast of Krasnodar urban agglomeration until 2030, ‰

Кр		Кс		ΔMn	2021 г.	2030 г.	Изменение численности	
min	max	min	max				тыс. чел.	%
11,8	15,1	12,1	16,5	14,1	1966009	2203896	237887,9	12,1

*Составлено автором по данным Росстат и собственным расчетам [25]

$$X_{n+1} = \alpha X_n + \Delta M_n \alpha = \frac{1000 - K_c + K_p}{1000},$$

где K_c – число смертей на 1000 чел. населения,
 K_p – число родившихся детей на 1000 чел.,
 ΔM_n – миграционный прирост.

Методика решения конечно-разностного уравнения с коэффициентами, зависящими от марковских коэффициентов, предполагает составление матрицы переходных вероятностей, которая характеризует распределение марковских величин K_c , K_p , ΔM_n . Разброс этих показателей в последние годы незначителен, поэтому при построении матрицы переходных вероятностей можно ограничиться только крайними значениями характеристик K_c и K_p и считать, что система имеет только эти два крайних состояния. Возьмем в качестве крайних значений крайние показатели коэффициентов K_c и K_p , рассчитанных Росстатом.

Таким образом, рассматривается марковская цепь с двумя состояниями и стохастической матрицей переходных вероятностей $\begin{pmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} \\ \pi_{21} & \pi_{22} \end{pmatrix}$, которая меняется в зависимости от сценария развития [27]. Для расчета исходных демографических показателей для проведения прогноза численности населения, нами использовались данные за 2012–2021 гг.

Нами получен среднесрочный прогноз динамики численности населения агломерации с 2021 до 2030 года по экстраполяционному сценарию, т.е. с учетом сложившейся ситуации на сегодняшний день. На основе полученных данных можно сказать о том, что для Краснодарской агломерации характерны высокие показатели прироста людности – 12,1%. Тем самым численность населения Краснодарской ГА составит 2203,9 тыс. чел.

Выводы

Проведенный анализ позволил установить некоторые особенности демографического развития Краснодарской моноцентрической городской агломерации.

1. В демографическом плане видна четкая дифференциация ядра, пригородной и периферийной зоны, в которых демографические показатели в населенных пунктах, попадающих в 0,5-часовую и 1-часовую зоны транспортной доступности, выше, чем в 1,5-часовой.
2. Численность населения растет высокими темпами в ядре агломерации и ближайшем пригороде. В некоторых пригородных поселениях темпы прироста выше, чем в ядре. В периферийной зоне части населенным пунктам характерен невысокий прирост или сокращение численности населения.
3. Естественный прирост населения сменился убылью, особенно в последние годы, во всех территориях агломерации. При этом прослеживалось усиление негативных тенденций под влиянием пандемии коронавирусной инфекции. В ядре и пригороде демографическая ситуация лучше, чем в периферийных районах и городах.
4. По масштабам миграционного прироста агломерация входит в первую тройку, уступая только столичным. При этом положительное сальдо миграции отмечается не только в ядре, но и в ближайшем пригороде и даже в большинстве периферийных территориях. Главными центрами миграционного притяжения являются ядро и ближайшие к ядру поселки и районы Адыгеи.
5. В территориальной структуре миграционных потоков доминируют межрегиональные миграционные потоки при положительных значениях международных и внутрирегиональных миграций.
6. Демографические перспективы Краснодарской городской агломерации – высоко оптимистические. В будущем рост численности населения продолжится в основном за счет миграции, которые еще какое-то время будут активно питать агломерацию, но посте-

пенно их объем будет снижаться в связи с нарастающим негативных тенденций в целом в демографической ситуации в России.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ №20-05-00386 А «Пространственно-временные диспропорции демографического развития городских агломераций разного типа в Европейской части России».

Acknowledgements

the study was funded by a grant from the RFBR, project No. 20-05-00386 A ‘Spatial and temporal disproportions in the demographic development of urban agglomerations of different types in the European part of Russia’

Библиографический список

1. Авдеева Т. Т., Лаврова Т. Г. Проблемы интеграции сельских территорий в городские агломерации (на примере Краснодарской агломерации) // *Modern Economy Success*. 2020. № 4. С. 240–246.
2. Андреева Ю. В. Градостроительные подходы и приемы пространственного развития структурных элементов Ростовской и Краснодарской городских агломераций // *Архитектура и современные информационные технологии*. 2017. № 2 (39). С. 284–296.
3. Атаева А. Г., Гайнанов Д. А., Уляева А. Г. Уфимская агломерация: территория и структура // *Стратегический план экономического развития городского округа город Уфа Республики Башкортостан до 2030 года*. Уфа: Институт социально-экономических исследований УНЦ РАН, 2015. С. 87–90.
4. 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. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-1-27-17-28

5. 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. DOI: 10.17072/2079-7877-2022-4-19-33
6. Белозеров В.С., Соловьев И.А., Щитова Н.А., Сопнев Н.В. Типология городов-центров городских агломераций по характеру демографического развития (на примере Европейской России) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 5. С. 665–675. DOI: 10.31857/S2587556622050041
7. Гайнанов Д. А., Уляева А. Г. Внутрорегиональная миграция как фактор усиления агломерационных процессов // Научное обозрение. Экономические науки. 2017. № 5. С. 5–13.
8. Говердовская М. Д., Яроцкая Е. В. Делимитация границ Краснодарской агломерации // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 23–24 апреля 2019 года. Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью «Эпомен», 2019. С. 199–206.
9. Говердовская М. Д., Яроцкая Е. В. Определение границ краснодарской агломерации по демографическим показателям // Инвестиции, строительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения: материалы X Международной научно-практической конференции: в 2 ч. / под ред.: Т. Ю. Овсянниковой, И. Р. Салагор; Томск, 10–12 марта 2020 года. Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 109–114.
10. Зубаревич Н. В. Развитие российских агломераций: тенденции, ресурсы и возможности управления // Общественные науки и современность. 2017. № 6. С. 5-21.
11. 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. DOI: 10.31857/S2587556 621010076
12. Касьянов В. В., Попов М. Ю., Самыгин С. И. Компаративный анализ потенциала миграционно-демографических процессов городов Краснодар и Ростов-на-Дону в начале

- XXI века // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2018. № 2. С. 35–39. DOI: 10.23672/SAE.2018.2.11476
13. Козарез И. М., Соколовский А. А. Красноярская агломерация в системе расселения региона // Бизнес, менеджмент и право. 2009. № 2 (19). С. 97–98.
 14. Лаврова Т. Г. Краснодарская городская агломерация: развитие и управление // Проблемный анализ и государственно-управленческое проектирование. 2015. Т. 8. № 5. С. 80–89. EDN SVBIVB.
 15. Лаврова Т. Г. Краснодарская городская агломерация как центр развития региона // Управленческие науки в современном мире. 2015. Т. 2. № 1. С. 548–552.
 16. Лаппо Г. М. Развитие городских агломераций в СССР. Москва: Наука, 1978. 152 с.
 17. Лаппо Г. М., Полян П. М., Селиванова Т. И. Агломерации России в XXI веке // Вестник Фонда регионального развития Иркутской области. 2007. № 1. С. 45–52.
 18. Любовный В. Я. Самарско-Тольяттинская агломерация: история формирования и перспективы развития / Государственное учреждение Институт макроэкономических исследований, Российская академия архитектуры и строительных наук. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство «Экон-Информ», 2011. 169 с.
 19. Махрова А.Г., Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И. Московская агломерация и «Новая Москва» // Pro et Contra. 2012. Т. 16. № 6. С. 19–32.
 20. Махрова А. Г., Бабкин Р. А. Анализ пульсаций системы расселения Московской агломерации с использованием данных сотовых операторов // Региональные исследования. 2018. № 2 (60). С. 68–78.
 21. Махрова А.Г., Бочкарев А.Н. Маятниковая миграция в Московском регионе: новые данные // Демоскоп Weekly. 2017. № 727–728.
 22. Перцик Е. Н. География городов: (Геоурбанистика). Москва: Высшая школа, 1991. 317 с.
 23. Полян П.М. Методика выделения и анализа опорного каркаса расселения. ч. 1. М.: ИГ АН СССР, 1988. 220 с.
 24. Полян П.М. Территориальные структуры – урбанизация – расселение: теоретические подходы и методы изучения. М.: Новый хронограф, 2014. 788 с.

25. Росстат – База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/> (дата обращения 11.10.2022).
26. Соловьев И. А., Белозеров В. С., Щитова Н. А. Демографическое развитие городских агломераций Северного Кавказа // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2020. Т. 6. № 3. С. 268–278.
27. Соловьев И. А. Региональные особенности современных миграционных процессов на Северном Кавказе: специальность 25.00.24 «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. Ставрополь, 2004. 22 с.
28. Сопнев Н. В. Демографическое развитие Красноярской городской агломерации // Географические проблемы развития стран и регионов: Сборник материалов международной молодежной научно-практической конференции, Ставрополь, 19–21 апреля 2022 года / под ред. Н.А. Щитовой. Ставрополь: Надыршин, 2022. С. 47–50.
29. Сопнев Н. В., Белозеров В. С. Электронный атлас «Городские агломерации Европейской части России» [Электронный ресурс]. URL: <https://regionalcapitals.ru/urbanagglomerations> (дата обращения 10.03.2023)
30. Тамов А. А., Родин А. В., Бабичев К. Н. Краснодарская агломерация: проблемы интеграции и связанности с учетом особенностей территориально-административного районирования Краснодарского края и Республики Адыгея // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2019. № 4 (250). С. 60–68.
31. Тамов А. А., Бабичев К. Н., Родин А. В. Оценка транспортной системы Краснодарской агломерации // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2020. № 2 (260). С. 44–54.
32. 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. DOI: 10.37493/2308-4758.2020.4.9

References

1. Avdeeva T. T., Lavrova T. G. Problems of rural integration in urban agglomerations (by the example of Krasnodar agglomeration) // *Modern Economy Success*. 2020. No. 4. P. 240–246. (In Russ.).
2. Andreeva J. V. Town-planning approaches and methods of spatial development of structural elements of Rostov and Krasnodar urban agglomerations // *Architecture and modern information technologies*. 2017. No. 2 (39). P. 284–296. (In Russ.).
3. Ataeva A. G., Gainanov D. A., Ulyaeva A. G. Ufa agglomeration: territory and structure // *Strategic plan of economic development of the Ufa city district of the Republic of Bashkortostan until 2030*. Ufa: Institute of Socio-Economic Research of the UNC RAS, 2015. P. 87–90. (In Russ.).
4. 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. V. 27. Part 1. P. 17–28. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-1-27-17-28 (In Russ.).
5. Belozеров V.S., Shchitova N.A., Sopnev N.V., Podolkin M.O. Territorial planning and demographic development of the Kamnovodskaya urban agglomeration // *Geographical Bulletin*. 2022. No. 4(63). P. 19–33. DOI: 10.17072/2079-7877-2022-4-19-33 (In Russ.).
6. Belozеров V.S., Soloviev I.A., Shchitova N.A., Sopnev N.V. Typology of Core Cities of Urban Agglomerations on the Basis of Demographic Development (by the Example of European Russia) // *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2022. No. 86 (5). P. 665–675. DOI: 10.31857/S2587556622050041 (In Russ.).
7. Gainanov D. A., Ulyaeva A. G. Intraregional migration as a factor of strengthening agglomeration processes // *Scientific Review. Economic sciences*. 2017. No. 5. P. 5–13. (In Russ.).
8. Goverdovskaya M. D., Yarotskaya E. V. Delimitation of the boundaries of the Krasnodar agglomeration // *Modern problems and prospects for the development of land and property relations: A collection of articles based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Krasno-*

- dar, April 23–24, 2019. Krasnodar: Limited Liability Company “Epomen”, 2019. P. 199–206. (In Russ.).
9. Goverdovskaya M. D., Yarotskaya E. V. Determination of the boundaries of the Krasnodar agglomeration by demographic indicators / M. D. Goverdovskaya // Investments, construction, real estate as drivers of socio-economic development of the territory and improvement of the quality of life of the population: Materials of the X International Scientific and Practical Conference. In 2 parts, Tomsk, March 10–12, 2020 / Edited by T.Y. Ovsyannikova, I.R. Salagor. Tomsk: Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, 2020. P. 109–114. (In Russ.).
 10. Zubarevich N. V. Agglomeration development in Russia: trends, resources and governing // Social sciences and modernity. 2017. No. 6. P. 5–21. (In Russ.).
 11. 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. DOI: 10.31857/S25875566210100 76. (In Russ.).
 12. Kasyanov V. V., Popov M. Yu., Samygin S. I. Comparative analysis of the potential of migration and demographic processes in the cities of Krasnodar and Rostov-on-Don at the beginning of the XXI century // Humanities, socio-economic and social sciences. 2018. No. 2. P. 35–39. DOI: 10.23672/SAE.2018.2.11476 (In Russ.).
 13. Kozarez I. M., Sokolovsky A. A. Krasnoyarsk agglomeration in the settlement system of the region // Business, management and law. 2009. No. 2 (19). P. 97–98. (In Russ.).
 14. Lavrova T. G. Krasnodar urban agglomeration: development and management // Problem analysis and state-management design. 2015. Vol. 8. No. 5. P. 80–89. (In Russ.).
 15. Lavrova T. G. Krasnodar urban agglomeration as a center of regional development // Managerial sciences in the modern world. 2015. Vol. 2. No. 1. P. 548–552. (In Russ.).
 16. Lappo G.M. Development of urban agglomerations in the USSR. Moscow: Nauka, 1978. 152 p. (In Russ.).
 17. Lappo G. M., Polyanyan P. M., Selivanova T. I. Agglomerations in Russia in the XXI century // Bulletin of the Irkutsk Region Regional Development Fund. 2007. No. 1. P. 45–52. (In Russ.).
 18. Lyubovniy V. Ya. Samara-Togliatti agglomeration: the history of formation and prospects of development / State Institute of

- Macroeconomic Research, Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. Moscow: Limited Liability Company "Ekon-Inform Publishing House", 2011. 169 p. (In Russ.).
19. Makhrova A. G., Nefedova T.G., Treivish A.I. Moscow agglomeration and «Novaya Moskva» // Pro et Contra. 2012. T. 16. No. 6. P. 19–32. (In Russ.).
 20. Makhrova A. G., Babkin R. A. Analysis of Moscow agglomeration settlement system pulsations based on data from mobile operators // Regional studies. 2018. No. 2 (60). P. 68–78. (In Russ.).
 21. Makhrova A.G., Bochkarev A.N. Pendulum migration in the Moscow region: new data // Demoscope Weekly. 2017. No. 727–728. (In Russ.).
 22. Percik E. N. The geography of cities (and urban studies). Moscow: Higher School., 1991. 317 p. (In Russ.).
 23. Polyan P.M. Methods of isolation and analysis of the supporting framework of settlement: monograph. Moscow: Institute of Geography of the USSR Academy of Sciences, 1988. Part 1. 220 p. (in Russ.).
 24. Polyan P.M. Territorial structures – urbanization – settlement: theoretical approaches and methods of study. M.: Novy Chronograph, 2014. 788 p. (In Russ.).
 25. Rosstat – Database of indicators of municipalities [Electronic resource]. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/> (accessed 11.10.2022) (In Russ.).
 26. Soloviev I. A., Belozerov V. S., Shchitova N. A. Demographic development of urban agglomerations of the North Caucasus // Geopolitics and ecogeodynamics of regions. 2020. Vol. 6. No. 3. P. 268–278. (In Russ.).
 27. Soloviev I. A. Regional features of modern migration processes in the North Caucasus: specialty 25.00.24 «Economic, social, political and recreational geography»: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Geographical Sciences. Stavropol, 2004. 22 p. (In Russ.).
 28. Sopenev N. V. Demographic development of the Krasnoyarsk urban agglomeration // Geographical problems of development of countries and regions: Collection of materials of the International youth scientific and practical conference, Stavropol, April 19–21, 2022 / Edited by N.A. Shchitova. Stavropol: Nadyrshin, 2022. P. 47–50. (In Russ.).
 29. Sopenev N. V., Belozerov V. S., Electronic atlas «Urban agglomerations of the European part of Russia» [Electronic re-

- source]. <https://regionalcapitals.ru/urbanagglomerations> (accessed 10.03.2023) (In Russ.).
30. Тамов А. А., Rodin A. V., Babichev K. N. Krasnodar agglomeration: problems of integration and connections with account of peculiarities of the territorial-administrative zoning of the Krasnodar territory and the republic of Adygea // Bulletin of the Adygea State University. Series 5: Economics. 2019. No. 4 (250). P. 60–68. (In Russ.).
 31. Тамов А. А., Babichev K. N., Rodin A.V. Assessment of the transport system of the Krasnodar agglomeration // Bulletin of the Adygea State University. Series 5: Economics. 2020. No. 2 (260). P. 44–54. (In Russ.).
 32. 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. (In Russ.).

Поступила в редакцию 15.02.2023, принята к публикации 13.06.2023.

Информация об авторе

Сопнев Николай Владимирович — ассистент кафедры картографии и геоинформатики Северо-Кавказского федерального университета.
ScopusID: 57211742939
E-mail: sopnev.stav@gmail.com

Information about the author

Nikolai V. Sopnev — Assistant of the Department of Cartography and Geoinformatics of the North Caucasus Federal University.
ScopusID: 57211742939
E-mail: sopnev.stav@gmail.com

1.6.18

УДК 551.524.3:551.524.36

DOI:

НАУКИ ОБ АТМОСФЕРЕ И КЛИМАТЕ
(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)
10.37493/2308-4758.2023.2.6

Смерек Ю. Л.,
Волкова В. И.,
Бареева М. В.,
Бадахова Г. Х.

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь, Россия;
Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик, Россия;
Ставропольский центр по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды, г. Ставрополь, Россия

КЛИМАТОЛОГИЯ ТУМАНОВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ

Введение.

Туман является одним из опасных явлений погоды, поскольку он оказывает негативное влияние на работу всех видов транспорта, ухудшает экологическое состояние воздушного бассейна городов, приводит к ухудшению самочувствия людей при целом ряде заболеваний и т.д. Поэтому исследование режима туманов и его динамики является важной задачей, особенно в эпоху быстрого и значительного изменения климата. Работа посвящена исследованию режима туманов в различных ландшафтах Центрального Предкавказья. Рассчитываются основные характеристики режима туманов в условиях современного климата. Для определения изменения режима туманов данные нового века сравниваются с данными за два многолетних периода XX века. Особое внимание уделено современному режиму туманов на курорте Кисловодск и в районах аэропортов Минеральные Воды и Ставрополь, а также изменению указанных характеристик в XX и XXI веках.

Материалы и методы исследований.

Информационной базой для анализа режима туманов явились данные наблюдений 16 метеостанций Ставропольского края за 2001–2020 гг., данные Справочника по климату СССР [24] и монографии «Ставропольский край: современные климатические условия» [5]. Исследования проводились методами физико-статистического и регрессионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение.

Для всех метеорологических станций Центрального Предкавказья рассчитаны осредненные основные характеристики режима туманов за первые два полных 10-летия нового века: годовое, сезонное и месячное число дней с туманом и их суммарная продолжительность в указанные периоды. Определены экстремальные значения указанных характеристик. Проведен анализ годового хода основных характеристик туманов. По результатам сравнительного анализа полученных данных с данными за два многолетних периода XX века дана характеристика доминирующей тенденции в многолетних изменениях повторяемости и продолжительности туманов.

Выводы.

Показано, что распределение туманов по территории Ставропольского края имеет сложный характер, четкой связи с ландшафтной структурой не наблюдается. На большей части края прослеживается определенное сходство в тенденциях изменения режима туманов: уменьшение годового числа дней с туманом; уменьшение суммарной годовой продолжительности туманов; снижение доли туманов холодного периода в годовом числе дней с туманом; снижение доли туманов холодного периода в суммарной годовой продолжительности туманов; уменьшение длительности одного тумана как в среднем за год, так и в течение холодного периода.

Ключевые слова:

ландшафт, повторяемость туманов, продолжительность туманов, атмосферная циркуляция, температура воздуха, теплый период, холодный период

Smerek Yu. L., North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia
Volkova V. I., North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia
Barekova M. V., High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia
Badakhova G. Kh. Stavropol center on Hydrometeorology and Environmental monitoring, Stavropol, Russia

Fogs Climatology in Central Ciscaucasia

- Introduction.** Fog is one of the dangerous weather phenomena, since it has a negative impact on the operation of all types of transport, worsens the ecological state of the air basin of cities, leads to deterioration in the well-being of people with a number of diseases, etc. Therefore, the study of the fog regime and its dynamics is an important task, especially in the era of rapid and significant climate change. The work is devoted to the study of the regime of fogs in various landscapes of the Central Ciscaucasia. The main characteristics of the fog regime in the current climate are calculated. To determine the change in the fog regime, the new century data are compared with data for two multi-year periods of the 20th century. Particular attention is paid to the modern regime of fogs in the resort of Kislovodsk and in airport areas in Mineralnye Vody and Stavropol.
- Materials and research methods.** The information base for the analysis of the fog regime was the observation data of 16 meteorological stations of the Stavropol Krai for 2001–2020, data from the USSR Climate Reference Book [24] and the monograph “Stavropol Territory: modern climatic conditions” [5]. The studies were carried out by methods of physical-statistical and regression analysis.
- Research results and their discussion.** For all meteorological stations of the Central Ciscaucasia, the averaged main characteristics of the fog regime for the first two full 10 years of the new century are calculated: the annual, seasonal and monthly number of days with fog and their total duration in the indicated periods. The extreme values of the specified characteristics are determined. The analysis of the annual course of the main characteristics of fogs has been carried out. Based on the results of a comparative analysis of the obtained data with data over two long-term periods of the 20th century, the characteristic of the dominant trend in long-term changes in the frequency and duration of fogs is given.
- Conclusion.** It is shown that the distribution of fogs over the territory of the Stavropol Krai has a complex character; there is no clear connection with the landscape structure. For most of the region, there is a certain similarity in the trends in changing the fog regime: decrease in the annual number of days with fog; reduction of the total annual duration of fogs; decrease in the proportion of fogs of the cold period in the annual number of days with fog; reduction in the share of fogs of the cold period in the total annual duration of fogs; decrease in the duration of one fog both on average per year and during the cold period.
- Key words:** landscape, fog frequency, fog duration, atmospheric circulation, air temperature, warm period, cold period

Введение

Туманы относятся к неблагоприятным явлениям погоды, так как представляют серьезную угрозу для многих отраслей народного хозяйства. Наиболее опасен туман для всех видов транспорта, особенно для авиации. Аккумулируя в нижнем слое атмосферы примеси, содержащиеся в воздухе, туманы серьезным образом влияют на экологическое состояние воздушных бассейнов городов [4]. Обильные туманы могут влиять на оползневые процессы [19]. Помимо этого, туманы обладают метеопатогенными свойствами, значительно ухудшая самочувствие метеозависимых людей, людей с сердечно-сосудистыми и другими заболеваниями. Кроме того, туманная погода провоцирует развитие депрессивных состояний [1, 11]. Таким образом, исследование климатического характера туманов является важным аспектом при организации различных сфер жизнедеятельности человека.

Материалы и методы исследования

Основной информационной базой для исследования режима туманов в различных ландшафтах Центрального Предкавказья явились эксклюзивные данные наблюдений метеорологических станций Ставропольского ЦГМС за 1951–2022 годы, материалы «Справочника по климату СССР» [24], содержащего осредненные данные до 1960-х годов, и материалы монографии «Ставропольский край: современные климатические условия» [5], написанной на основе данных метеостанций Ставропольского края за 1961–2000 годы. Первичная обработка данных метеорологических наблюдений осуществлялась при помощи специальной программы PERSONA-MISS, дальнейшая обработка проводилась посредством программы CLICOM. Климатологический анализ обработанных данных проводился стандартными методами математической статистики, принятыми в климатологии.

Результаты исследования и их обсуждение

Центральную часть Предкавказья занимает Ставропольский край. Благодаря значительной расчлененности рельефа и большому перепаду высот на территории края сформировались самые разнообразные ландшафты, от равнинных полупустынь

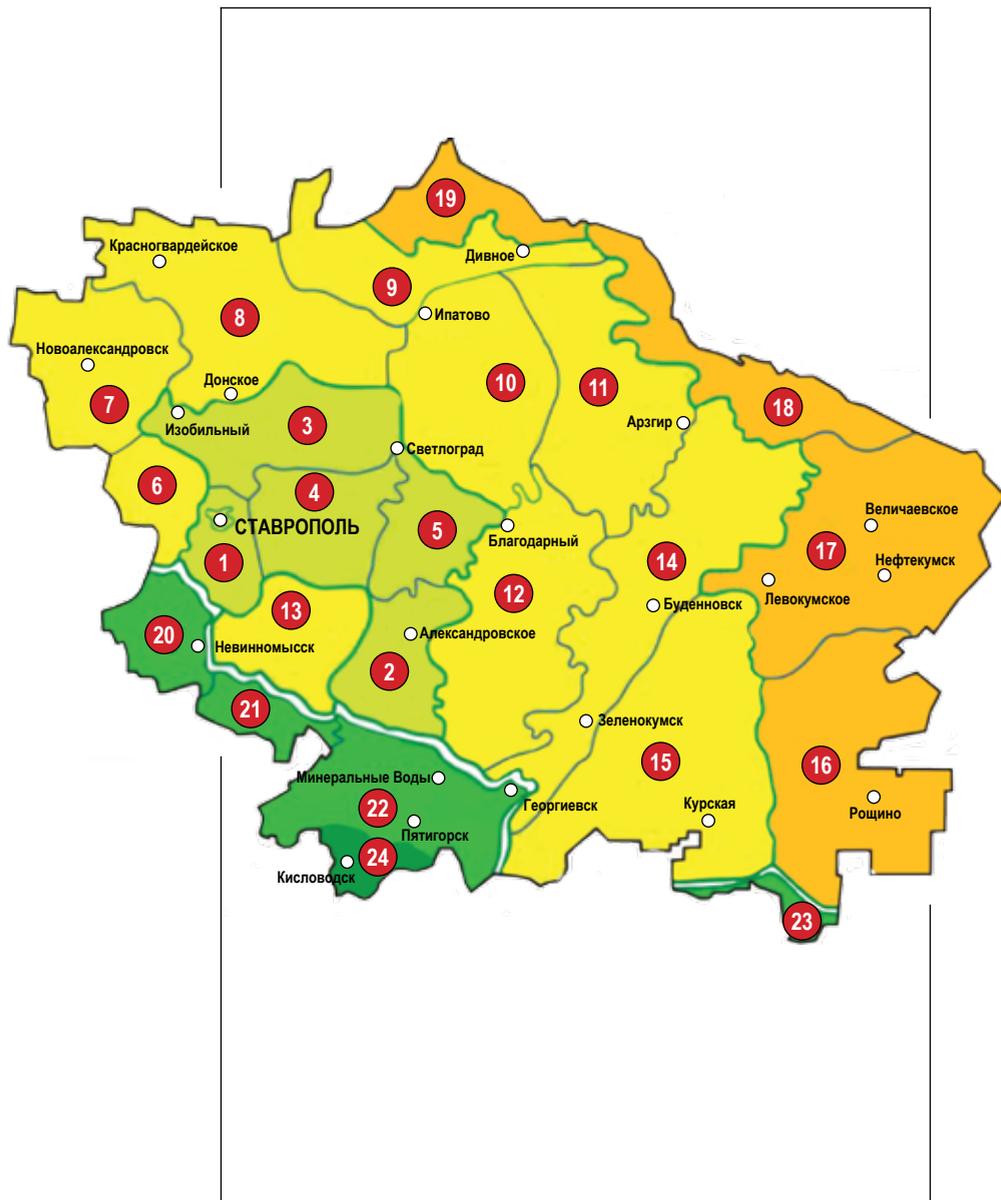


Рис. 1. Ландшафтная структура Ставропольского края [13]:

- 1–5 — Провинция лесостепных ландшафтов;
- 6–15 — Провинция степных ландшафтов;
- 16–19 — Провинция полупустынных ландшафтов;
- 20–24 — Провинции ландшафтов Большого Кавказа.

Fig. 1. The landscape structure of the Stavropol region:

- 1–5 — Forest steppe province;
- 6–15 — Steppe province;
- 16–19 — Semiarid province;
- 20–24 — Caucasus province.

до среднегорных альпийских лугов. В настоящее время на территории края выделяется 24 индивидуальных ландшафта. 19 ландшафтов равнин Предкавказья – это четыре полупустынных ландшафта, 10 степных и 5 лесостепных. 5 ландшафтов Большого Кавказа представляют предгорные и среднегорные степи и лесостепи [28] (рис. 1).

Полупустынные ландшафты расположены на крайнем северо-востоке и востоке Ставрополя на равнинах с абсолютными высотами от 5 до 200 м. Район характеризуется в целом спокойным рельефом, это степная равнина, изрезанная балками и оврагами. Степные ландшафты занимают более половины территории края, широким кольцом охватывая Ставропольскую возвышенность с запада, севера и востока. Средние высоты – 200–350 м. Лесостепные ландшафты занимают примерно 20% территории края, компактно расположившись на наиболее приподнятых частях Ставропольской возвышенности с высотами 450–800 м. Предгорные ландшафты в южных районах края представлены в основном террасированными равнинами с высотами от 250 м на севере до 1400 м на юге.

Климатические характеристики разных ландшафтов Центрального Предкавказья также существенно разнятся. В работе проведен анализ характеристик режима туманов различных ландшафтных зон Центрального Предкавказья по данным наблюдений, полученных на 16 метеорологических станциях сети Ставропольского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Как следует из рисунка 1, сеть метеостанций охватывает не все индивидуальные ландшафты, тем не менее, имеющиеся данные позволяют с некоторым приближением создать целостную картину режима туманов в Центральном Предкавказье.

В среднем по территории края среднее годовое число дней с туманом относительно невелико – около 30 дней, но фактические данные по разным районам очень разнятся: от 6 в Светлограде до 63 в Ставрополе. Так же сильно разнится и средняя суммарная годовая продолжительность туманов: от 18 часов в Светлограде до 394 часов в Ставрополе.

Зона полупустынь

В этой зоне расположены три метеостанции: Дивное, Арзгир и Рощино. В реестре метеостанций Росгидромета полупустынной числится только Рощино. В.А. Шальнев [28] помещает Дивное на границе полупустынного Западно-Манычского и сухостепного Бурукшунского ландшафтов, а Арзгир – на территории Чограйско-Рагулинского ландшафта злаковых степей. Однако более поздние исследования З.В. Атаева, В.В. Браткова и др. [2, 13] уверенно определяют все эти три станции как полупустынные.

Метеостанция Дивное расположена на высоте 86 м над у.м. В среднем за год здесь фиксируется 33 дня с туманом, 28 (85 %) из них – в холодный период. Наибольшее за 20 лет число дней с туманом – 58 – отмечено в 2009 г., наименьшее – 21 – в 2016 г. Средняя годовая продолжительность туманов – 224 часа, из них 206 часов (92 %) приходится на холодный период. Наибольшая за 20 лет продолжительность туманов – 475 часов – отмечена в 2018 г., наименьшая – 82 час – в 2001 г. Годовой ход достаточно ярко выражен (табл. 1). Однако анализ по отдельным годам показывает, что ежегодно туманы были только в декабре и ноябре. В январе не было туманов в 2006 г., в феврале – в 2011 и 2017, в октябре – в 2001 и 2014. Совсем не было туманов в июне, по одному дню было в июле и августе, а 18 летних периодов были без туманов.

Метеостанция Арзгир расположена на высоте 102 м над у.м., на границе со степными ландшафтами. За год здесь бывает в среднем 29 дней с туманом, из них 22 дня (76 %) – с ноября по март (см. табл. 1). Минимальное число дней с туманом в течение холодного периода – 10 (2016, 2017 гг.). Наибольшее за 20 лет нового века число дней с туманом – 43 – отмечено в 2009 г., наименьшее – 11 – в 2017 г. Средняя годовая продолжительность туманов – 135 часов, из них 119 часов (88 %) приходится на холодный период. Наибольшая годовая продолжительность туманов – 281 час – зафиксирована в 2010 г., с рекордной продолжительностью и для

Таблица 1. СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМА ТУМАНОВ
В ПОЛУПУСТЫННЫХ ЛАНДШАФТАХ
Table 1. Average monthly characteristics of the fog regime in semiarid
landscapes

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Среднее месячное число дней с туманом

Дивное	7	5	3	1	*	0	*	*	1	3	5	8
Арзгир	6	4	2	1	1	0	*	*	1	3	4	6
Роцино	11	8	6	3	2	*	*	2	3	7	9	11

Наибольшее месячное число дней с туманом

Дивное	20	14	10	5	3	0	1	1	2	9	11	14
Арзгир	14	11	7	3	2	0	1	1	5	8	10	15
Роцино	16	13	12	6	4	4	2	8	9	14	14	22

Средняя месячная продолжительность туманов (час)

Дивное	57	31	13	2	1	0	*	*	2	13	37	68
Арзгир	33	17	8	2	2	0	*	*	3	9	18	43
Роцино	86	51	29	9	5	*	1	4	9	36	58	88

Наибольшая месячная продолжительность туманов (час)

Дивное	191	99	54	16	8	0	3	1	9	38	108	155
Арзгир	95	62	30	7	5	0	3	2	15	28	59	156
Роцино	163	115	64	17	21	8	3	22	40	71	113	237

холодного периода – 250 часов. Наименьшая годовая продолжительность туманов – 11 часов – отмечена в 2017 г.

Годовой ход средних значений повторяемости и продолжительности туманов явно выражен, но нестабилен от года к году. Так, ежегодно туманы отмечались лишь в январе, в декабре и ноябре они отсутствовали в одном году из 20, в октябре – в двух, в марте – в трех, в феврале – в четырех. За 20 летних периодов отмечено лишь 3 дня с туманом в июле и 1 день в августе.

Метеостанция Роцино расположена на юго-востоке региона, в Курско-Прикаспийском полупустынном ландшафте [28], на высоте 89 м над у.м. Уникальное географическое положение (относительная близость к Каспийскому морю и к предгорьям Кавказа) обусловило очень высокую для полупустынь повторяемость туманов: 63 дня в год, в том числе 45 дней (71 %) в холодный период (см. табл. 1).

Средняя годовая продолжительность туманов – 376 часов, из них 312 часов (83 %) приходится на холодный период. Наиболее туманным в новом веке был 2010 год: 97 дней с туманом общей продолжительностью 655 часов. Наименее туманным был 2011 г.: 46 дней и 286 часов. Годовой ход повторяемости и продолжительности туманов выражен менее резко, чем в Дивном и Арзгире. В период с октября по январь и в марте туманы отмечаются ежегодно. В феврале не было туманов в 2011 году, как и во всей восточной половине края. Нет ни одного месяца, в котором за 20 лет не было туманов.

Зона степей.

В северо-западной части степной зоны метеонаблюдения проводят метеостанции Красногвардейское и Новоалександровск, в центральной части – Светлоград и Благодарный, в восточной – Буденновск и Зеленокумск.

В целом в степной зоне туманы наблюдаются реже, чем в других ландшафтных зонах Ставрополя. Годовой ход выражен очень резко: на теплый период приходится лишь около 20 % годового числа дней с туманом

Метеостанция Красногвардейское представляет Среднеегорлыкский ландшафт разнотравно-злаковых степей [28], расположена на высоте 59 м над у.м. Туманы здесь бывают хотя и ежегодно, но очень редко. В среднем за год – 12 дней с туманом, 9 – в холодный период. Средняя годовая продолжительность туманов – 41 час, из них 34 часа (83 %) приходится на холодный период. Самым туманным в новом веке был 2019 г.: 23 дня с туманами суммарной продолжительностью 133 часа. Наименее туманным был 2003 г.: 4 дня и 6 часов, соответственно.

Годовой ход выражен резко, но крайне нестабилен (табл. 2). Нет ни одного месяца, в котором туманы бы отмечались ежегодно. В декабре не было туманов в двух годах, в ноябре – в четырех, в январе, феврале и марте – в шести. В 2020 году не было туманов в течение всего теплого периода. Летних туманов не было в 15 годах из 20. В августе за 20 лет туманов не зафиксировано.

Метеостанция Новоалександровск – самая западная метеостанция Ставропольского края, представляет Расшеватско-Егорлыкский ландшафт разнотравно-злаковых степей [28], расположена на высоте 110 м над у.м. Туманы здесь бывают крайне редко: 9 дней в году, 7 из них – в холодный период. Средняя годовая продолжительность туманов – 28 часов, из них 34 часа (83 %) приходится на холодный период. Самым туманным, как и в Красногвардейском, был 2019 г., только с меньшим размахом: 15 дней с туманами общей продолжительностью 51 час. Наименее туманным был 2017 г.: 4 дня и 7 часов соответственно. 4 дня с туманом было также в 2003 г., но они длились 19 часов.

Годовой ход резко выражен (см. табл. 2). Следует отметить, что летние туманы были зафиксированы лишь в трех годах из 20 (2 дня в июне, 1 день в июле). Примечателен также 2020 год отсутствием туманов с февраля по октябрь включительно.

Метеостанция Светлоград на карте ландшафтов расположена на границе лесостепи и степи, но по условиям увлажнения последних 22 лет Светлоград явно относится к степной зоне [4, 9, 13]. Метеостанция расположена на

Таблица 2. СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМА ТУМАНОВ
В СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ
Table 2. Average monthly characteristics of the fog regime in steppe
landscapes

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Среднее месячное число дней с туманом												
Красногвардейское	2	1	1	1	*	*	*	0	*	2	3	2
Новоалександровск	1	1	1	1	*	*	*	0	*	2	5	2
Светлоград	1	1	1	*	*	*	0	0	*	1	2	1
Благодарный	9	8	5	2	1	*	*	*	1	6	8	10
Буденновск	11	8	6	3	1	*	*	*	2	7	9	12
Зеленокумск	6	4	3	1	1	*	*	*	1	4	5	6
Наибольшее месячное число дней с туманом												
Красногвардейское	5	3	3	2	2	1	1	0	1	5	7	7
Новоалександровск	3	2	2	2	1	1	1	0	1	7	6	7
Светлоград	2	3	2	1	1	1	0	0	1	3	6	4
Благодарный	24	18	10	4	2	1	1	1	4	11	17	20
Буденновск	21	17	12	6	5	2	1	3	6	15	15	23
Зеленокумск	10	11	5	4	3	1	1	1	4	11	9	10
Средняя месячная продолжительность туманов (час)												
Красногвардейское	5	5	3	1	1	*	*	0	*	5	11	10
Новоалександровск	4	3	1	1	*	*	*	0	*	4	6	8
Светлоград	3	3	1	*	*	*	0	0	1	1	7	2
Благодарный	52	43	17	4	2	*	*	*	3	25	49	65+
Буденновск	84	52	25	6	3	*	*	1	5	31	61	87
Зеленокумск	29	20	9	3	2	*	*	*	2	17	32	29
Наибольшая месячная продолжительность туманов (час)												
Красногвардейское	16	31	15	10	4	2	7	0	3	28	33	59
Новоалександровск	20	21	5	4	2	1	1	0	2	17	14	38
Светлоград	22	38	7	3	3	5	0	0	4	9	30	11
Благодарный	134	105	42	12	13	3	3	3	10	59	102	180
Буденновск	190	127	52	14	16	3	2	6	13	71	122	157
Зеленокумск	60	65	21	10	17	3	2	1	7	39	78	64

высоте 142 м над у.м. Туманы здесь бывают реже, чем где бы то ни было в крае: 7 дней в году, причем почти исключительно (6 дней) в холодный период. Средняя годовая продолжительность туманов – 18 часов, из них 16 часов (89 %) приходится на холодный период. Самым туманным в новом веке, как и во многих других районах Центрального Предкавказья, был 2019 г.: 12 дней и 35 часов. Абсолютный минимум зафиксирован в 2020 г.: 1 день, 1 час (в ноябре).

Годовой ход, как и везде в регионе, выражен резко (см. табл. 2). Нет ни одного месяца, в котором туманы отмечались бы ежегодно. Не было туманов в течение всего теплого периода в 5 годах из рассматриваемого периода. За 20 летних периодов был зафиксирован лишь 1 день с туманом, который, однако, продолжался 5 часов (июнь 2008 г.).

Метеостанция Благодарный расположена в Карамык-Томузловском ландшафте злаковых степей [28], на высоте 158 м над у.м. В среднем за год здесь отмечается 50 дней с туманом, 40 (80 %) – в холодный период. Средняя годовая продолжительность туманов – 260 часов, из них 226 часов (87 %) приходится на холодный период. Наибольшее число дней и часов с туманом зафиксировано в 2010 г.: 65 дней, 481 час. Меньше всего туманов было в 2016 г.: 32 дня, 140 часов.

Годовой ход, как и везде, ярко выражен (см. табл. 2). На три зимних месяца приходится более половины годового числа дней с туманами и около 70 % их годовой продолжительности. На три летних месяца приходятся доли процента этих показателей. Но в отличие от многих степных станций, туманы были зафиксированы во все летние месяцы.

Метеостанция Буденновск находится в центре Левокумского ландшафта сухих степей [28]. Высота – 134 м. Орография местности обусловила высокую повторяемость туманов (60 дней в году) и их долгую продолжительность (355 часов). При этом 46 дней (77 %) и 309 часов (87 %) с туманами приходится на холодный период. Самым туманным в Левокумском ланд-

шафте в новом веке был 2010 г.: 76 дня с туманами суммарной продолжительностью 549 часов. Меньше всего дней с туманом было в 2015 г. – 48 дней, а минимальная их продолжительность пришлась на 2016 год – 225 часов.

Годовой ход выражен очень четко (табл. 2). С октября по январь и в марте туманы отмечались ежегодно. В феврале не было туманов лишь в 2011 г., в апреле – в 2015. В мае не было туманов лишь в четырех годах. Даже в летние месяцы туманы были отмечены в трех годах в июне и в июле, в 6 годах в августе, хотя в 10 годах летних туманов не было.

Наибольшее число дней с туманом в холодном периоде было в 2018 г. – 63 дня, наименьшее – 33 дня – в 2002. Для теплого периода эти показатели равны соответственно 25 (2019) и 7 (2015).

Метеостанция Зеленокумск находится почти на границе Левокумского и Правокумско-Терского сухостепных ландшафтов [28], высота – 147 м над у.м. Благодаря значительно менее пересеченной местности туманы здесь бывают вдвое реже, чем в Буденновске: в среднем 31 день в году, из них 24 (77%) в холодный период. Средняя годовая продолжительность туманов составляет лишь 40% от показателя Буденновска: 143 часа, из которых 119 часов (83%) приходится на холодный период. Наибольшее годовое число дней с туманом было в 2019 г. – 50, а наибольшая общая продолжительность – 232 часа – в 2014 г. (когда было 36 дней с туманом). 2007 г. дал минимальные показатели: 18 дней с туманами суммарной продолжительностью 59 часов.

Годовой ход хорошо выражен (табл. 2). Ежегодно отмечались туманы в марте, ноябре и декабре. В январе не было туманов в 2006 г., в октябре – в 2015. В феврале отсутствовали туманы в четырех годах, в апреле – в шести. Летних туманов не было в 16 годах из 20.

Лесостепные ландшафты. В лесостепной зоне региона наблюдения осуществляют три метеостанции: Александровское, Изобильный и Ставрополь.

Метеостанция Изобильный расположена на высоте 204 м над у.м., на границе со степными ландшафтами и туманы здесь бывают редко, но ежегодно. В среднем за год здесь фиксируется 12 дней с туманом, 9 из них – в холодный период. Наибольшее за 20 лет число дней с туманом – 20 – отмечено в 2002 г., наименьшее – 6 – в 2010 и 2019 гг. Средняя годовая продолжительность туманов – 49 часов, из них 43 часа (88 %) приходится на холодный период. Наибольшая за 20 лет продолжительность туманов (102 часа) зафиксирована в 2005 г., наименьшая (20 часов) – в 2020 г. Годовой ход ярко выражен (табл. 3). На ноябрь и три зимних месяца приходится почти 70 % годового числа дней и более 80 % годовой продолжительности туманов. На три летних месяца приходится 2,5 % числа дней и 1,5 % их продолжительности.

Метеостанция Александровское расположена на высоте 308 м над у.м., на Прикалаусских высотах, в центре Прикалаусско-Саблинского ландшафта типичных лесостепей [28]. Рельеф благоприятен для образования туманов, которые здесь отмечаются ежегодно. В среднем за год здесь фиксируется 60 дней с туманом, 49 (82 %) из них – в холодный период. Наибольшее за 20 лет число дней с туманом – 97 – отмечено в 2009 и 2018 гг., наименьшее – 43 – в 2001 г. Средняя годовая продолжительность туманов – 386 часов, из них 346 часов (90 %) приходится на холодный период. Наибольшая за 20 лет продолжительность туманов – 597 часов – зафиксирована в 2018 г., наименьшая – 243 часа – в 2012 г. Годовой ход ярко выражен. На зиму приходится почти 52 % годового числа дней и 61 % годовой продолжительности туманов. Летом туманов практически не бывает: за 20 лет зафиксировано лишь 2 дня с туманом в июне и 1 день в июле.

Метеостанция Ставрополь расположена в Верхнегорлыкском ландшафте типичных лесостепей [28], на высоте 451 м над у.м. Метеостанция находится на территории аэропорта. Сложность орографии прилегающей местности

Таблица 3. СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМА ТУМАНОВ
В ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ
Table 3. Average monthly characteristics of the fog regime in forest steppe
landscapes

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Среднее месячное число дней с туманом

Изобильный	2	1	1	*	*	*	*	*	*	1	2	3
Александровское	10	9	7	2	1	*	*	0	1	7	11	12
Ставрополь	11	9	8	3	2	*	*	*	3	8	12	12

Наибольшее месячное число дней с туманом

Изобильный	9	3	4	2	2	1	1	1	2	3	6	9
Александровское	21	17	12	4	4	2	1	0	4	11	17	18
Ставрополь	16	18	15	6	4	2	3	1	5	14	20	20

Средняя месячная продолжительность туманов (час)

Изобильный	10	6	3	1	1	*	*	*	1	3	11	13
Александровское	81	60	35	7	1	*	*	0	3	29	74	96
Ставрополь	68	51	43	9	5	1	1	1	8	38	83	86

Наибольшая месячная продолжительность туманов (час)

Изобильный	45	20	11	5	5	3	3	4	5	12	43	44
Александровское	206	208	121	18	11	2	*	0	17	60	155	220
Ставрополь	136	121	107	23	16	9	4	8	33	106	182	202

заметно сказывается на погодных условиях аэропорта. Здесь отмечаются метеорологические явления, неблагоприятные или даже опасные для осуществления полета, взлета и посадки воздушных судов, либо затрудняющие деятельность аэродрома [20, 21]. Чаще всего штатной деятельности ставропольского аэропорта мешает туман.

В среднем за год здесь фиксируется 69 дней с туманом, 52 (75%) из них – в холодный период. Наибольшее за 20 лет число дней с туманом – 97 – отмечено в 2018 г., наименьшее – 51 – в 2020 г. Средняя годовая продолжительность туманов – 394 часа, из них 331 час (84%) приходится на холодный период. Наибольшая продолжительность туманов (641 час) зафиксирована в 2018 г., наименьшая (261 час) в 2012 г. Годовой ход числа дней с туманом неравномерный (см. табл. 3). В среднем наиболее туманными являются ноябрь и декабрь, наиболее ясным – август [26]. На зиму приходится 46% годового числа дней и 52% годовой продолжительности туманов. В новом веке наибольшее месячное число дней с туманом – 21 – в Ставрополе отмечено в ноябре 2005 г. Самая большая средняя месячная продолжительность туманов приходится на декабрь, в декабре же зафиксирована наибольшая месячная продолжительность туманов: 202 часа в 2007 г. В Ставрополе это единственный за последние 30 лет случай превышения 200 часов туманов за месяц [12].

Летом туманов значительно меньше: за 20 лет зафиксировано по 11 дней с туманом в июне и в июле, а в августе – лишь 4 дня, 3 из которых – в первом 10-летию нового века.

Средняя за год продолжительность тумана (в день с туманом) 5,7 часа. В холодный период года туманы более долгие – 6,4 часа. В теплый период средняя продолжительность одного тумана – 3,7 часа. Наибольшая непрерывная продолжительность одного тумана за 20 лет – 46 часов [26].

Предгорные и среднегорные ландшафты

Метеостанция Невинномысск расположена на высоте 341 м над у.м., на территории Прикубанского ландшафта луговидных степей. В Невинномысске повторяемость

Таблица 4. СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМА ТУМАНОВ
В ЛАНДШАФТАХ БОЛЬШОГО КAVKAZA
Table 4. Average monthly characteristics of the fog regime in Caucasus
landscapes

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
---------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

Среднее месячное число дней с туманом

Невинномысск	2	1	1	*	*	0	*	*	*	1	2	2
Георгиевск	10	9	7	3	1	*	*	*	2	7	9	11
Мин. Воды	6	6	4	2	1	1	*	*	1	5	7	8
Кисловодск	4	4	4	2	2	1	1	*	2	4	5	5

Наибольшее месячное число дней с туманом

Невинномысск	6	3	2	1	1	0	2	1	1	5	6	5
Георгиевск	18	16	12	5	3	1	1	1	7	12	14	16
Мин. Воды	16	15	10	5	3	4	1	1	6	11	12	18
Кисловодск	9	14	7	11	4	4	3	3	7	13	10	10

Средняя месячная продолжительность туманов (час)

Невинномысск	5	3	3	*	*	0	*	*	*	3	7	7
Георгиевск	61	49	31	9	2	*	*	*	5	30	59	88
Мин. Воды	32	30	16	4	3	2	1	*	3	21	43	44
Кисловодск	18	16	14	8	6	4	2	1	8	21	23	19

Наибольшая месячная продолжительность туманов (час)

Невинномысск	18	8	8	4	2	0	3	1	3	12	27	31
Георгиевск	129	115	65	24	8	3	2	1	20	53	112	165
Мин. Воды	100	84	50	12	8	10	6	1	16	71	79	113
Кисловодск	53	65	40	39	22	15	12	7	31	77	57	63

и продолжительность туманов существенно меньше, чем в остальных ландшафтах Большого Кавказа, на территории Ставропольского края, поскольку он находится в так называемом Армавирском ветровом коридоре. В среднем за год здесь фиксируется всего лишь 10 дней с туманом, 8 из них – в холодный период. Средняя годовая продолжительность туманов – 28 часов, из них 25 часов (89%) приходится на холодный период. Самым туманным был 2010 г.: 16 дней с туманами, общая продолжительность которых составила 67 часов. Наименее туманным был 2020 г.: 2 дня и 6 часов соответственно. Годовой ход выражен очень резко (табл. 4).

Метеостанция Георгиевск расположена на высоте 286 м над у.м., на крайнем северо-востоке Подкумско-Золкинского ландшафта лесостепей [28]. В среднем за год здесь фиксируется 59 дней с туманом, 46 (78%) из них – в холодный период. Наибольшее за 20 лет число дней с туманом – 87 – отмечено в 2014 г., наименьшее – 45 – в 2002 г. Средняя годовая продолжительность туманов – 334 часа, из них 288 часов (86%) приходится на холодный период. Наибольшая за 20 лет продолжительность туманов – 560 часов – зафиксирована в 2014 г., наименьшая – 173 часа – в 2008 г. Годовой ход выражен резко (табл. 4).

Метеостанция Минеральные Воды расположена на высоте 315 м над у.м., в северной части Подкумско-Золкинского ландшафта лесостепей, в непосредственной близости от международного аэропорта Минеральные Воды [28].

В среднем за год здесь фиксируется 41 день с туманом, 31 из них – в холодный период. Средняя годовая продолжительность туманов – 199 часов, из них 165 часов (83%) приходится на холодный период. Самым туманным был 2010 г.: зафиксировано 63 дня с туманами, общая продолжительность которых составила 358 часов. Наименьшее число дней с туманом – 18 – было в 2012 г., а наименьшая продолжительность – 79 часов – в 2020 г. Самым туманным месяцем является декабрь, самым ясным – август (2 дня и 2 часа с туманом за 20 лет).

В новом веке самый длительный непрерывный туман в Минеральных Водах – 41 час 50 минут – отмечен 6–7 января 2012 г. (с 02 ч 20 мин 6 января до 20 ч 10 мин 7 января) [3]. Анализ 832 случаев тумана за 2001–2020 гг. показал, что здесь наиболее часты туманы продолжительностью от 1 до 3 часов, на их долю пришлось 37% всех туманов. Далее по повторяемости следуют туманы продолжительностью от 3 до 5 часов (16%), более 10 часов (15%) и 5–7 часов (12%). 10% приходится на туманы продолжительностью от 7 до 9 часов, 6% – на туманы продолжительностью менее часа и 4% – на туманы продолжительностью от 9 до 10 часов. В целом доля относительно непродолжительных туманов (до 5 часов) составляет 59%.

В среднем за год 35% туманов начинают развиваться в предутренние часы (0–6 ч мск), 34% – в утренние (6–12 ч), 9% – в дневные (12–18 ч) и 22% – в вечерние и ночные (18–24 ч). В теплый период года 60% туманов начинают формироваться в первой половине дня, в холодный период – 48%. При этом туманы продолжительностью менее часа в основном отмечаются либо с 6 до 12 ч (41%), либо с 18 до 24 ч (30%). Туманы продолжительностью от 1 до 2 часов чаще всего начинают формироваться в период с 6 до 12 ч (44%), так же, как и туманы продолжительностью 2–4 часа. Начало образования туманов продолжительностью 4–6 часов приходится в основном на 18–24 и 0–6 ч (32 и 35% соответственно). Туманы продолжительностью более 6 часов обычно начинают формироваться в 12–18 (32%) или в 18–24 ч (47%) [3, 17].

Метеостанция Кисловодск представляет Кубано-Малкинский ландшафт лесостепей [28]. Особенностью этого ландшафта является его расположение в предгорьях северных склонов Главного Кавказского хребта. Поверхность района представляет собой наклонную плоскость, понижающуюся с юга на север. Южная часть района разрезана глубокими ущельями и балками. Метеостанция расположена в курортной зоне города Кисловодска, на горе Пикет, на высоте 943 м над у.м. Севернее и восточнее Кисловодска возвышаются Боргустанский и Джинальский хребты, окружая Кисловодскую долину и обуславливая наличие горно-до-

линной циркуляции в ней. Благодаря своему мягкому климату Кисловодск является круглогодичным курортом и считается одним из наиболее солнечных городов России. Тем не менее, такое неблагоприятное для здравницы метеорологическое явление как туман отмечается на курорте часто. В среднем за год здесь фиксируется 34 дня с туманом, 22 (65 %) из них – в холодный период. Средняя годовая продолжительность туманов – 140 часов, из них 90 часов (64 %) приходится на холодный период. Средняя продолжительность одного тумана – 4.1 часа. Наибольшее за 20 лет число дней и часов с туманом отмечено в 2010 г.: 52 дня, 257 часов. Дней с туманом меньше всего было в 2020 г. – 17, а суммарная продолжительность туманов была минимальной в 2019 году – 64 часа. Наибольшая месячная продолжительность туманов отмечена в 2010 году: 77 часов в октябре [25].

Годовой ход характеристик туманов в Кисловодске отличается от хода соответствующих параметров в других ландшафтах (табл. 4). Он значительно более сглажен, на холодный период приходится немногим более половины годовой повторяемости и продолжительности туманов. При этом в отличие от всей остальной территории региона в Кисловодске доли повторяемости туманов холодного и теплого периодов равны долям их продолжительности в годовом показателе. На всех остальных метеостанциях доля продолжительности превышает долю повторяемости в среднем на 10 %.

Средняя продолжительность тумана в течение одних суток – около 4 ч, хотя иногда туман залегает на 8–12 часов [25]. Наиболее часты туманы продолжительностью от 1 до 4 часов, на их долю пришлось 45 % всех туманов за 20 лет. Далее следуют туманы длительностью менее часа (17,5 %) и 4–6 часов (15,2 %). В целом доля относительно непродолжительных туманов (до 6 часов) составляет 78 %. Туманы продолжительностью 12 часов и более отмечены в 4,6 % случаев. При этом в июле не было туманов, длящихся более часа, в августе – более 2 часов [3, 25].

Синоптические условия возникновения туманов

Известно, что в зависимости от физических причин образования тумана различают два основных вида: туман охлажде-

ния и туман испарения. Туман охлаждения, в свою очередь, разделяется на адвективный, радиационный и туман склонов. При адвективном охлаждении теплой воздушной массы ночью одновременно имеет место радиационное выхолаживание. В связи с этим выделяют тип адвективно-радиационного тумана.

В чистом виде радиационные туманы, для формирования которых необходимо наличие области повышенного давления, от поверхности земли до уровня 1.5-3.0 км, безоблачного или малооблачного неба, достаточной влажности и штиля или слабого ветра в приземном слое [15, 18], в Центральном Предкавказье наблюдаются относительно редко: в конце сентября – октябре и в марте 3–4 раза в месяц продолжительностью 2–5 часов, с ноября по февраль 2–3 раза в месяц продолжительностью 3–8 часов. Их пространственное распределение носит «пятнистый» характер, хотя чаще всего радиационные туманы отмечаются на равнинной части территории. Преимущественное время появления – ночные и предутренние часы [23].

Адвективный туман возникает вследствие охлаждения воздушной массы при перемещении ее над более холодной подстилающей поверхностью, особенно при перемещении воздуха с теплой водной поверхности на выхолаженную землю. В отличие от радиационного, он возникает при более значительных скоростях ветра, до 4–8 м/с. Адвективный туман может образовываться в любое время суток и сохраняться в течение длительного времени. Такой туман формируется на расстоянии 20100 км от берега Каспия. При устойчивом юго-восточном ветре в слое до 1,5 км воздушная масса с адвективным туманом с территории Дагестана перемещается на юго-восточные районы Ставрополя. Этим объясняются высокая повторяемость и продолжительность туманов в полупустынных ландшафтах Центрального Предкавказья, особенно заметное по данным метеостанции Рощино, которая первой на рассматриваемой территории встает на пути адвективного переноса. Воздушная масса должна быть достаточно увлажнена: дефициты точки росы не более 1–4 °С. Видимость в таком тумане – 200–500 м. Рассеивание тумана происходит при изменении скорости и направления ветра. Для случаев Каспийского циклона условием для

рассеивания является возникновения ветра западных румбов со скоростью 10-12 м/с.

Наиболее распространен на территории Центрального Предкавказья адвективно-радиационный туман. Благоприятными для образования такого тумана являются обширный теплый сектор циклона и юго-западная периферия антициклона, сформированного в воздушной массе умеренных широт. В средней тропосфере над Северо-Кавказским регионом располагается высотный гребень и на уровне 1,0–1,5 км – хорошо выраженный термический гребень. По юго-западной периферии антициклона в пограничном слое осуществляется устойчивый вынос с Каспия относительно теплой и влажной воздушной массы на выхоленную подстилающую поверхность. Ночью вследствие радиационного охлаждения приземного слоя воздуха при слабом турбулентном обмене туман уплотняется, приобретает характер адвективно-радиационного, и с юго-восточным потоком воздуха по долинам правобережных притоков реки Кумы он распространяется до Прикалаусских высот и Сычевых гор. При вынужденном подъеме по склонам возвышенности воздух дополнительно охлаждается – туман усиливается. Именно в этой местности – юго-восточной и восточной частях Ставропольского плато – видимость в тумане ухудшается до 100 м и менее. Непрерывная продолжительность адвективно-радиационного тумана с видимостью 500 м и менее в ноябре-феврале может достигать 12–16 часов [12].

Продолжительность тумана заметно возрастает, если в описанной выше синоптической ситуации произойдет перестройка, характерная именно для Ставропольского края: активизация Черноморской депрессии при сохранении влияния на Северный Кавказ юго-западной периферии антициклона приводит к образованию на границе двух воздушных масс теплого участка фронта [7]. Обычно он стационарирует над Краснодарским краем и юго-западными районами Ставропольского края. Перед теплым фронтом образуются туманы. Наиболее благоприятные условия для образования предфронтального тумана, когда температура выпадающего дождя значительно выше температуры холодного воздуха, располагающегося вблизи поверхности земли. Предфронтальные туманы возникают на наветренных склонах Ставропольской возвышенности.

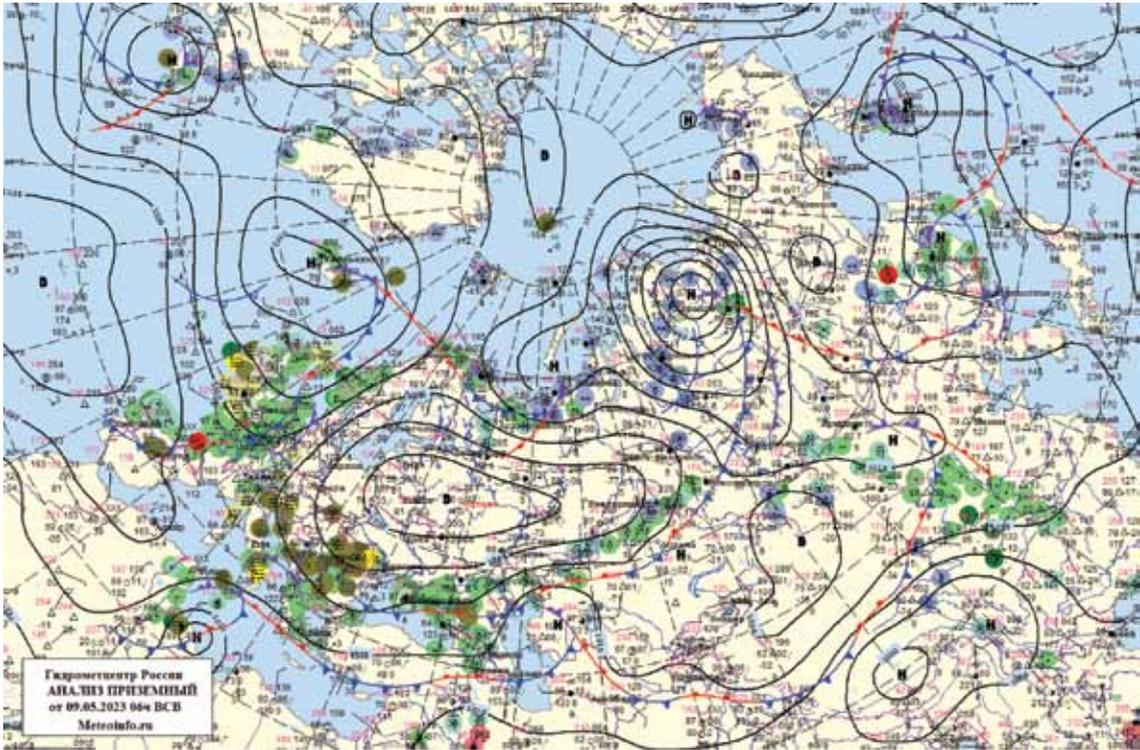


Рис. 2.

Синоптическая карта приземного анализа. 09.05.2023.
Фронтальный туман над Центральным Предкавказьем.

Fig. 2. Surface analysis map. 09.05.2023. Frontal fog above the
Central Ciscaucasia.

В центральной части Ставропольской возвышенности и в юго-восточной части края туманы могут наблюдаться более 20–25 часов подряд с видимостью 300–800 м. В течение 2–7 часов, чаще всего в ночные и утренние часы, видимость может ухудшиться до 100 м и менее. Непосредственно после прохождения теплого фронта или теплой окклюзии здесь же часто образуется фронтальный туман.

При вторжении на Ставрополье холодного воздуха с северо-запада или северо-востока в тылу медленно смещающегося холодного фронта образуется фронтальный туман, волнами накрывающий аэропорт и город Ставрополь, некоторые центральные и южные районы края. Однако часто при такой ситуации над южными районами Центрального Предкавказья развивается барический гребень, ось которого направлена с запада параллельно Главному Кавказскому хребту, при этом в предгорьях туман быстро рассеивается и устанавливается малооблачная холодная погода [16].

В центральной и южной частях Ставропольской возвышенности к двум основным условиям формирования туманов добавляется охлаждение воздуха при вынужденном подъеме по склонам. Поднимаясь по склонам Бешпагирских и Ставропольских высот, туман уплотняется, и на подъеме к Ставрополю видимость в тумане кратковременно ухудшается до 200–300 м. Далее, спускаясь вслед за холодным фронтом по Янкульской котловине, холодный увлажненный воздух упирается в Сычевы горы, высота которых 1000 м и выше. Проходящая в этой местности федеральная трасса М-29 Невинномысск – Минеральные Воды при данной синоптической ситуации может закрываться туманом с видимостью менее 100 м на 3–6 часов. При этом в Невинномысске тумана может не быть. Невинномысск находится в зоне так называемого Армавирского ветрового коридора, расположенного в теснине между Ставропольским плато и Кавказскими предгорьями и охватывающего территорию юго-восточных районов Краснодарского края и юго-западную часть Ставропольского края. Армавирский ветер возникает на юго-западной периферии континентального антициклона при наличии циклона на Черном море [22]. Скорости ветра при этом зачастую превышают 10 м/с. Известно, что радиационные и радиационно-адвективные туманы формируются либо при штилевой погоде, либо при очень ма-

лых скоростях ветра, а уже сформировавшиеся туманы рассеиваются при скорости ветра порядка 10 м/с. Именно нахождение в зоне Армавирского ветрового коридора является причиной того, что в Невинномысске повторяемость и продолжительность туманов существенно меньше, чем можно было бы ожидать.

Изменение режима туманов

Непрекращающиеся исследования климата, флоры, фауны и других характеристик региона позволяют уточнять его ландшафтную структуру с учетом происходящих природных изменений. Так, еще в 2000 году на территории края выделялось 23 индивидуальных ландшафта, 17 из которых относились к ландшафтам равнин Предкавказья. По шесть ландшафтов было отнесено к полупустынной и степной зонам, пять ландшафтов считались лесостепными. Фиксировалось также шесть ландшафтов Большого Кавказа [27].

Произошедшие климатические изменения повлияли и на режим туманов в регионе. В табл. 5 для самой общей оценки динамики изменения режима туманов приведены значения среднего годового числа дней с туманом (N) и средней годовой продолжительности туманов (P) за три многолетних периода XX и XXI веков.

Из таблицы видно, что лишь на трех метеостанциях зафиксировано незначительное увеличение числа дней с туманом по сравнению с периодом 1961–2000 гг., но эти значения меньше, чем были в первой половине XX века.

В районе по периметру Александровское – Буденновск – Зеленокумск незначительно удлинилась суммарная продолжительность туманов. В Дивном при практически неизменном числе дней с туманом увеличилась их продолжительность. На остальной территории Центрального Предкавказья произошло снижение повторяемости и продолжительности туманов, причем в некоторых районах довольно значительное. Так, в Арзгире повторяемость туманов снизилась на 27%, а продолжительность – более чем вдвое. Примерно такого же порядка изменения в Изобильном, Невинномысске, Светлограде. Даже в Кисловодске, где климат наиболее стабилен, и повторяемость туманов, и их длительность сократи-

Таблица 5. СРЕДНЯЯ ГОДОВАЯ ПОВТОРЯЕМОСТЬ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ТУМАНОВ В РАЗЛИЧНЫЕ МНОГОЛЕТНИЕ ПЕРИОДЫ
Table 5. Average annual frequency and duration of fogs in various multi-year periods

Метеостанция	1921–1960		1961–2000		2001–2020	
	N	P	N	P	N	P
Александровское	62	—	53	384	60	386
Арзгир	39	—	40	278	29	135
Благодарный	54	—	50	282	50	260
Буденновск	67	446	59	347	59	355
Георгиевск	89	—	63	389	59	334
Дивное	36	180	32	190	33	224
Зеленокумск	44	—	27	136	31	143
Изобильный	—	—	22	88	12	49
Кисловодск	41	178	42	169	34	140
Красногвардейское	24	—	11	55	12	41
Минеральные Воды	66	365	65	272	41	199
Невинномыск	22	—	13	42	10	28
Новоалександровск	22	-	9	29	9	28
Рожино	67	—	59	422	63	376
Светлоград	15	—	7	31	7	18
Ставрополь	65	423	70	406	69	394

• Прочерк означает отсутствие данных в справочнике.

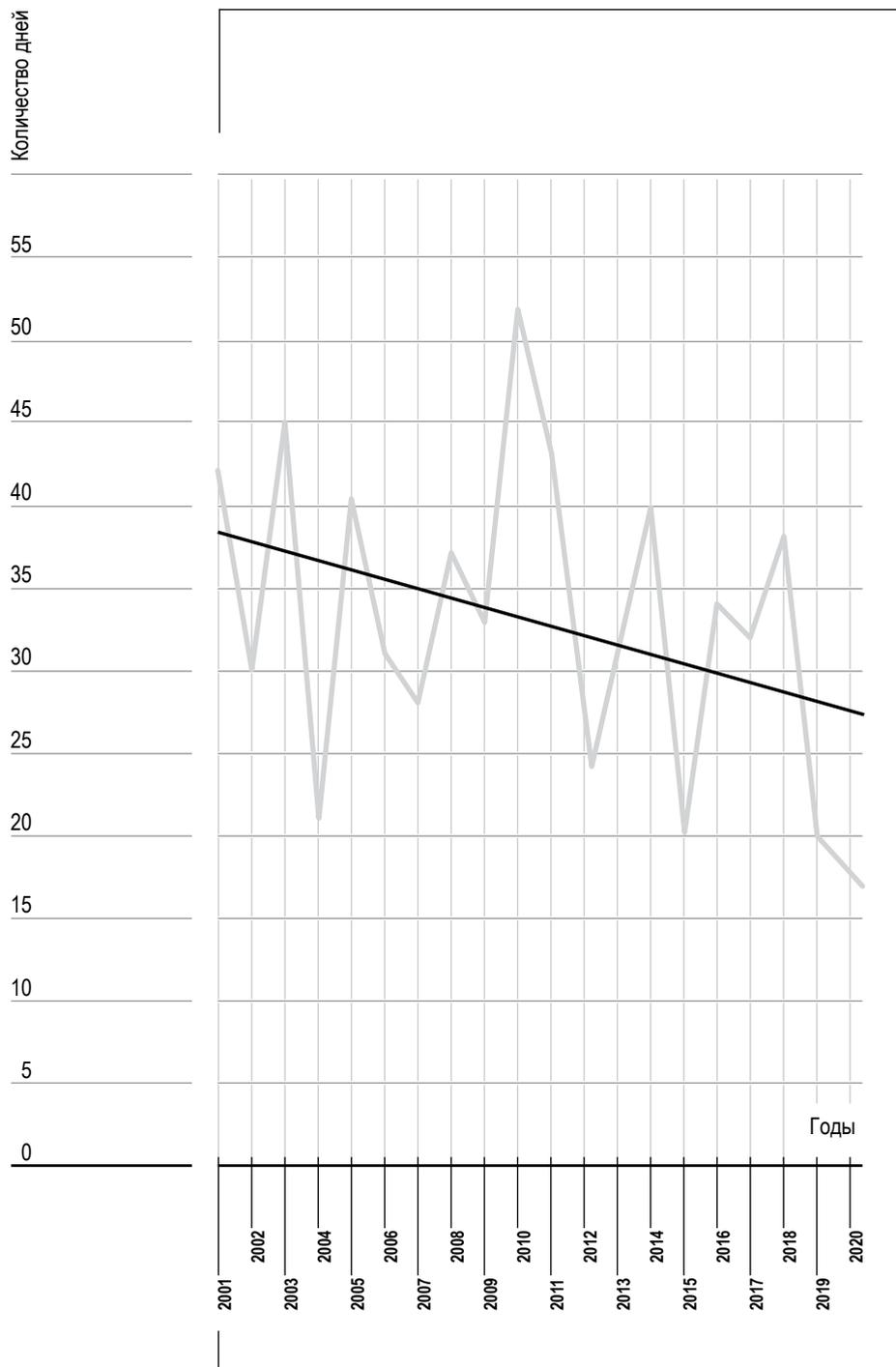


Рис. 3.

20-летний ход числа дней с туманом. Кисловодск.

Fig. 3. 20-years variation of the annual fog days number. Kislovodsk.

лись почти на 20% по сравнению с периодом 1961–2000 гг. [14]. Пока что тенденция снижения «активности» режима туманов продолжается и в настоящее время (рис. 3). Среднее за 2021–2022 гг. число дней с туманом и продолжительность туманов по всем станциям (даже в Дивном) ниже средних значений этих показателей за 2001–2020 гг.

Выводы

Для всех метеорологических станций Центрального Предкавказья рассчитаны осредненные основные характеристики режима туманов за первые два полных 10-летия нового века: годовое, сезонное и месячное число дней с туманом и их суммарная продолжительность в указанные периоды. Определены экстремальные значения указанных характеристик. Проведен анализ годового хода основных характеристик туманов.

Проведенный анализ характеристик режима туманов показал, что распределение туманов по территории Ставропольского края имеет сложный характер. Это объясняется разнообразием физико-географических условий и особенностями атмосферной циркуляции. Несмотря на то, что некоторые рассмотренные метеостанции находятся в одной ландшафтной зоне, их показатели по количеству дней с туманами и их продолжительности имеют значительный разброс значений. На данное расхождение значений могут влиять орографические особенности их местоположения, а также особенности мезо- и мелкомасштабной циркуляции атмосферы.

Динамика режима туманов была оценена посредством анализа значений основных характеристик режима туманов за три многолетних периода: 1921–1961 [24], 1961–2000 [5] и 2001–2020 гг. [3, 12, 13, 14, 23, 25, 26].

По результатам сравнительного анализа полученных данных с данными за два многолетних периода XX века дана характеристика доминирующей тенденции в многолетних изменениях повторяемости и продолжительности туманов.

Несмотря на то, что рассмотренные данные наблюдений были получены на метеостанциях, находящихся в разных ландшафтных зонах, прослеживается определенное сходство в тенденциях изме-

нения режима туманов на большей части территории края: уменьшение годового числа дней с туманом; уменьшение суммарной годовой продолжительности туманов; снижение доли туманов холодного периода в годовом числе дней с туманом; снижение доли туманов холодного периода в суммарной годовой продолжительности туманов; уменьшение длительности одного тумана как в среднем за год, так и в течение холодного периода.

Причиной зафиксированных изменений режима туманов является, видимо, изменение ряда метеорологических факторов, влияющих на образование и рассеяние туманов: изменение режима атмосферной циркуляции [6, 8, 22], повышение температуры воздуха, увеличение числа дней с жидкими осадками, способствующими вымыванию тумана [5, 9, 10, 14, 23].

Библиографический список

1. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде. Л.: Гидрометеоиздат, 1966. 248 с.
2. Атаев З.В., Братков В.В. Современные климатические изменения полупустынных ландшафтов Северного Кавказа // Юг России: экология, развитие. № 3, 2010. С. 16–20.
3. Бадахова Г.Х. Климатология туманов на курортах Кавказских Минеральных Вод // Инновационные методы и средства исследований в области физики атмосферы, гидрометеорологии, экологии и изменения климата: материалы II Международной научной конференции. Ставрополь, 2015. С. 146–149.
4. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л., Кравченко Н.А. Экологические последствия современных изменений климата на примере Ставропольского края // Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера. 2011. № 4. С. 51–55.
5. Бадахова Г.Х., Кнутас А.В. Ставропольский край: современные климатические условия. Ставрополь: Краевые сети связи, 2007. 274 с.
6. Бакулина Е.А., Угрюмов А.И. Весенние перестройки циркуляции в стратосфере в 1958-2003 гг. // Ученые записки РГГМУ. 2008. № 6. С. 38–44.
7. Вительс Л.А. Характеристики барико-циркуляционного режима. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. 128 с.

8. Волкова В.И., Бадахова Г.Х., Баркова М.В., Каплан Г.Л. Особенности атмосферной циркуляции переходного периода и колебания дат начала весны в Центральном Предкавказье // Наука. Инновации. Технологии. 2021. № 4. С. 125–138.
9. Волкова В.И., Бадахова Г.Х., Кравченко Н.А., Каплан Г.Л. Динамика и современный температурный режим календарного лета на Ставропольской возвышенности // Наука. Инновации. Технологии. 2020. № 4. С. 149–160.
10. Дробышев А.Д. Потепление климата и отклики на него природы и общества. Туапсе, 2010. С. 123–127.
11. Исаев А.А. Экологическая климатология. М.: Научный мир, 2001. 456 с.
12. Каплан Г.Л. Неблагоприятные и опасные погодные явления в зимний период и их влияние на отрасли экономики Ставропольского края // Проблемы экологической безопасности и сохранения природно-ресурсного потенциала: материалы V Международной конференции. Ставрополь, 2008. С. 156–160.
13. Каплан Г.Л. Исследование современных изменений регионального климата и их влияния на ландшафты Ставропольского края: дис. ... канд. геогр. наук. Высокогорный геофизический институт. Нальчик, 2010. 165 с.
14. Каплан Г.Л., Бадахова Г.Х. Динамика изменения климата Кавказских Минеральных Вод в XX веке // Проблемы экологической безопасности и сохранения природно-ресурсного потенциала: материалы II Международной конференции. Ставрополь, 2005. С. 161–163.
15. Кац А.Л. Циркуляция в стратосфере и мезосфере. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 204 с.
16. Комаревцев А.М., Каплан Л.Г., Эмба Я.А. Происхождение, классификация, ветровой режим и прозрачность туманов в аэропорту Минеральные Воды // Тр. СФ ВГИ. Вып. 1. СПб: Гидрометеиздат, 1993. С. 84–93.
17. Комаревцев А.М., Каплан Л.Г., Эмба Я.А. Временные и термодинамические характеристики туманов в аэропорту Минеральные Воды // Тр. СФ ВГИ. Вып. 1. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. С. 94–100.
18. Ляхов М.Е. Метеорологические условия возникновения и распространения туманов и их предотвращение. М.: АН СССР, 1960. 75 с.

19. Мамучиев И.М., Калов Х.М. Влияние туманов на оползневые процессы // Метеорология и гидрология. 2007. № 9. С. 42–54.
20. Маховер З.М., Пеньков А.П. Методические рекомендации для АМСГ по выявлению местных климатических особенностей аэродромов. М.: Гидрометеиздат, 1981. 29 с.
21. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации России. М.: Гидрометеиздат, 1995. 156 с.
22. Педь Д.А. Смена типов циркуляции циркумполярного вихря в стратосфере // Тр. ГМЦ. Вып. 15. Л.: Гидрометеиздат, 1973. С. 26–35.
23. Смерек Ю.Л., Стрелкова А.В., Бадахова Г.Х. Особенности распределения и динамики режима туманов на территории Ставропольского края // Проблемы физики атмосферы, климатологии и мониторинга окружающей среды: доклады IV Международной научной конференции. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2022. С. 67–80.
24. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 5. Облачность и атмосферные явления. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 363 с.
25. Суюнчева М.Р. Неблагоприятные погодные условия на курорте Кисловодск // Наука и образование сегодня. Естественные и технические науки. 2020. № 8 (55). С. 55–59.
26. Турсунов Х.Т., Волкова В.И., Бадахова Г.Х. Туманы в зоне аэропорта Ставрополь в условиях современного климата // Евразийское Научное Объединение, 2021. № 5 (75). С. 490–492.
27. Физическая география Ставропольского края / Н.И. Бутенко, В.В. Савельева, В.А. Шальнев. Ставрополь: Ставрополь-сервис-школа, 2000. С. 100.
28. Шальнев В.А. Эволюция ландшафтов Северного Кавказа. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2007. 310 с.

References

1. Assman D. Man sensitivity to weather. Gidrometeoizdat, Leningrad (1966). 248 p.
2. Ataev Z.V., Bratkov V.V. Modern climatic changes in the semi-desert landscapes of the North Caucasus // South of Russia: ecology, development. No. 3, 2010. P. 16–20. (In Russ.)
3. Badakhova G.Kh. Climatology of fogs at the resorts of the

- Caucasian Mineralnye Vody // Proceedings of II int. scientific conf. «Innovative methods and means of research in the field of atmospheric physics, hydrometeorology, ecology and climate change». Stavropol, 2015. P. 146–149. (In Russ.)
4. Badakhova G.Kh., Kaplan G.L. Kravchenko N.A. Ecological consequences of modern climate change on the example of the Stavropol Krai // Protection of atmospheric air. Atmosphere. 2011. No. 4. P. 51–55. (In Russ.)
 5. Badakhova G. Kh., Knutas A.V. Stavropol Krai: modern climatic conditions. Stavropol: Regional communications network publishers, 2007. 274 p. (In Russ.)
 6. Bakulina E.A., Ugrumov A.I. Spring reconstruction circulation in the stratosphere in 1958–2003 // Memoirs of RGGMU. 2008. No. 6. P. 38–44. (In Russ.)
 7. Vitels L.A. Characteristics of the baric-circulation regime. L.: Gidrometeoizdat, 1965. 128 p. (In Russ.)
 8. Volkova V.I., Badakhova G.Kh., Barekova M.V., Kaplan G.L. Atmospheric circulation features of the transition period and variations of spring onset dates in the Central Precaucasus. Science. Innovations. Technologies. 2021. No. 4. P. 125–138. (In Russ.)
 9. Volkova V.I., Badakhova G.Kh., Kravchenko N.A., Kaplan G.L. Dynamics and modern temperature regime of calendar summer over Stavropol Height // Science. Innovations. Technologies. 2020. No. 4. P. 149–160. (In Russ.)
 10. Drobyshev A.D. Climate warming and the responses of nature and society to it. Tuapse, 2010. P. 123–127. (In Russ.)
 11. Isaev A.A. Ecological climatology. M.: Scientific world, 2001. 456 p. (In Russ.)
 12. Kaplan G.L.: Adverse and dangerous weather phenomena in winter and their impact on the economy of the Stavropol Krai // Problems of environmental safety and conservation of natural resource potential. Proc. of the V Int. conf. Stavropol, 2008. P. 156–160. (In Russ.)
 13. Kaplan G. L. Research of modern changes of a regional climate and their influence on landscapes of Stavropol Krai: the dissertation on a rank of the candidate of geographical sciences, High-mountainous geophysical institute. Nalchik, 2010. 165 p. (In Russ.)
 14. Kaplan G.L., Badakhova G.Kh. Dynamics of climate change in

- the Caucasian Mineralnye Vody in the XX century // Problems of Environmental Security and Conservation of Natural Resource Potential. Proceedings of the II International Conference. Stavropol, 2005. P. 161–163. (In Russ.)
15. Katz A.L. Circulation in the stratosphere and mesosphere. L.: Gidrometeoizdat, 1967. 204 p. (In Russ.)
 16. Komarevtsev A.M., Kaplan L.G., Ekba Ya.A. Origin, classification, wind regime and transparency of fogs at the Mineralnye Vody airport // Proceedings of the SF VGI. Issue. 1. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1993. P. 84–93. (In Russ.)
 17. Komarevtsev A.M., Kaplan L.G., Ekba Ya.A. Temporal and thermodynamic characteristics of fogs at the airport Mineralnye Vody // Proceedings of the SF VGI. Issue. 1. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1993. P. 94–100. (In Russ.)
 18. Lyakhov M.E. Meteorological conditions for the occurrence and spread of fogs and their prevention. M.: AN USSR, 1960. 75 p. (In Russ.)
 19. Mamuchiev I.M., Kalov H.M. Influence of fogs on landslide processes // Meteorology and hydrology. 2007. No. 9. P. 42–54. (In Russ.)
 20. Mahover Z.M., Penkov A.P. Guidelines for AMSG on identifying local climatic features of aerodromes. Moscow: Gidrometeoizdat, 1981. 29 p. (In Russ.)
 21. Manual on the meteorological support of civil aviation in Russia. Moscow: Gidrometeoizdat, 1995. 156 p. (In Russ.)
 22. Ped D.A. Change of circulation types of the circumpolar vortex in the stratosphere // GMC, Vol. 15. L.: Gidrometeoizdat, 1973. P. 26–35. (In Russ.)
 23. Smerek Yu.L., Strelkova A.V., Badakhova G.Kh. Features of the distribution and dynamics of the fog regime in the Stavropol Krai // Problems of atmospheric physics, climatology and environmental monitoring: Dokl. IV int. scientific conf. Stavropol: publishing house of NCFU, 2022. P. 67–80. (In Russ.)
 24. Handbook on the Climate of the USSR. Vol. 13. Part 5. Cloudiness and Atmospheric Phenomena. L.: Gidrometeoizdat, 1968. 363 p. (In Russ.)
 25. Suyuncheva M.R. Unfavorable weather conditions at the Kislovodsk resort // Science and education today. Natural and technical sciences. 2020. No. 8 (55). P. 55–59. (In Russ.)
 26. Tursunov Kh.T., Volkova V.I., Badakhova G.Kh. Fogs in the

- Stavropol airport area in the current climate // Eurasian Scientific Association, 2021. No. 5 (75). P. 490–492. (In Russ.)
27. Physical geography of the Stavropol Territory/Butenko N.I., Savelyeva V.V., Shalnev V.A. Stavropol: Stavropolservisshkola, 2000. P. 100. (In Russ.)
28. Shalnev V.A. Evolution of the landscapes of the North Caucasus. Stavropol: SSU Publishing House, 2007. (In Russ.)

Поступило в редакцию 10.03.2023,
принята к публикации 20.05.2023.

Информация об авторах

Смерек Юлия Леонтьевна – кандидат физико-математических наук, доцент, Северо-Кавказский федеральный университет.
E-mail: smerek@mail.ru

Волкова Валентина Ивановна – кандидат физико-математических наук, доцент, декан физико-технического факультета, Северо-Кавказский федеральный университет.
E-mail: stav.volkova@yandex.ru

Барекова Мариника Викторовна – кандидат физико-математических наук, ученый секретарь, Высокогорный геофизический институт.
E-mail: mbarekova@mail.ru

Бадахова Галина Хамзатовна – ведущий метеоролог, Ставропольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
E-mail: badahovag@mail.ru

Information about the authors

Yulia L. Smerek – PhD in Physics and Mathematics, Associate professor, North-Caucasus Federal University.
E-mail: smerek@mail.ru

- Valentina I. Volkova** – PhD in Physics and Mathematics, Associate professor, Head of physical-technical department. North-Caucasus Federal University.
E-mail: stav.volkova@yandex.ru
- Marinika V. Barekova** – PhD in Physics and Mathematics, Science secretary. High-Mountain Geophysical Institute.
E-mail: mbarekova@mail.ru
- Galina K. Badakhova** – Main meteorologist, Stavropol Center on Hydrometeorology and Environmental Monitoring.
E-mail: badahovag@mail.ru

2.8.2
УДК 622.276.7
DOI:

ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН

10.37493/2308-4758.2023.2.7

Гасумов Р.А.,

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия;

Гасумов Э.Р.

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Азербайджанский технический университет, г. Баку, Азербайджан

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, НАХОДЯЩИХСЯ НА СТАДИИ ПАДАЮЩЕЙ ДОБЫЧИ

Введение.

В статье рассмотрены особенности проведения ремонтно-восстановительных работ в газовых скважинах месторождений Западной Сибири, находящихся на стадии падающей добычи. Приводятся составы технологических жидкостей, применяемых для блокирования призабойной зоны пласта при глушении скважин, изоляции притока пластовых вод в различных горно-геологических условиях. Представлены составы технологических жидкостей, применяемых при ремонтно-восстановительных работах в отдельных месторождениях Западной Сибири, легко удаляемых при вызове притока из пласта и позволяющих обеспечить требуемое давление на забое, а также сохранить фильтрационно-ёмкостные свойства продуктивного пласта и предотвратить его разрушение.

Материалы и методы

исследований

основаны на обобщении промыслового опыта глушения скважин, месторождений, находящихся на стадии падающей добычи, результатов собственных теоретических, лабораторных и стендовых исследований.

Результаты исследований

и их обсуждение.

При глушении скважин с временным блокированием призабойной зоны пласта выбор состава технологических жидкостей, обладающих высокой стабильностью, низкой фильтрацией, в широком диапазоне регулируемой плотностью и реологическими свойствами, позволяет создавать необходимую репрессию на пласт и проводить различные операции в скважине без осложнения. Технологические жидкости для глушения скважин, представляющие собой эмульсионные системы прямого типа,

основу которых составляет композиционный реагент, по реологическим показателям представляет собой псевдопластичную систему, где диапазон плотностей составляет 900–1000 кг/м³. Свойства эмульсионного раствора на основе реагента жидкости глушения определяются комплексным влиянием реагентов, входящих в его состав. Блокирующие жидкости на основе наполнителя применяются для временного блокирования призабойной зоны пласта скважин, и готовятся путём введения расчётного количества реагента в требуемый объем жидкости глушения на основе реагента жидкости глушения. В качестве водоизолирующего состава для создания изоляционного барьера в пласте рассмотрена рецептура гелеобразующего состава на основе реагента – смесь сухая для проведения ремонтно-восстановительных работ и реагента-гелеобразователя.

Выводы.

На основании проведённого исследования определено, что наиболее перспективным для глушения скважин в условиях аномально низких пластовых давлений является технология предварительного блокирования призабойной зоны пласта с использованием блокирующих жидкостей с наполнителем. Для обеспечения высокой эффективности проведения ремонтно-восстановительных работ необходимы предварительные расчёты применяемых технологических жидкостей, с учётом горно-геологических условий пласта и геометрических параметров скважины.

Ключевые слова:

газовые скважины, ремонтно-восстановительные работы, жидкости глушения, глушение скважин, блокирование пласта, призабойная зона пласта, блокирующие жидкости

Gasumov R. A.,

North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia;

Gasumov E. R.

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Azerbaijan Technical Universit, Baku, Azerbaijan

Features of Carrying out Repair and Restoration Works in Gas Wells of Western Siberia Fields at the Stage of Falling Production

Introduction.

The article discusses the features of carrying out repair and restoration work in gas wells of Western Siberian fields that are at the stage of declining production. The compositions of process fluids used to block the bottomhole formation zone during well killing, to

isolate the inflow of formation waters in various mining and geological conditions are given. The compositions of process fluids used in repair and restoration work in certain fields of Western Siberia are presented. They are easily removed when inducing inflow from the formation, and allow providing the required pressure at the bottomhole, as well as maintaining the reservoir properties of the productive formation and preventing its destruction.

Materials and research methods.

Based on the generalization of field experience in killing wells, fields at the stage of declining production, the results of their own theoretical, laboratory and bench studies.

Research results and their discussion.

When killing wells with temporary blocking of the bottomhole formation zone, the choice of the composition of process fluids with high stability, low filtration, in a wide range of adjustable density and rheological properties, allows creating the necessary repression on the formation and carrying out various operations in the well without complications. Technological fluids for killing wells, which are direct-type emulsion systems based on a composite reagent, are pseudo-plastic systems in terms of rheological parameters, where the density range is 900-1000 kg/m³. The properties of the emulsion solution based on the kill fluid reagent are determined by the complex effect of the reagents included in its composition. Filler-based blocking fluids are used to temporarily block the bottomhole formation zone of wells, and are prepared by introducing the calculated amount of the reagent into the required volume of killing fluid based on the killing fluid reagent. As a water-insulating composition for creating an insulating barrier in the reservoir, a formulation of a gel-forming composition based on a reagent – a dry mixture for carrying out repair and restoration work and a gel-forming reagent – is considered.

Conclusions.

Based on the study, it was determined that the most promising technology for killing wells under conditions of abnormally low formation pressures is the technology of preliminary blocking of the bottomhole formation zone using blocking fluids with filler. To ensure high efficiency of repair and restoration work, preliminary calculations of the process fluids used are necessary, taking into account the mining and geological conditions of the reservoir and the geometric parameters of the well.

Key words:

gas wells, repair and restoration works, killing fluids, well killing, formation blocking, bottomhole formation zone, blocking liquids

Введение

Повышение эффективности проведения ремонтно-восстановительных работ (РВР) в скважинах месторождений, находящихся на стадии падающей добычи, является актуальным для газодобывающих предприятий. Период падающей добычи газоконденсатных месторождений (ГКМ) характеризуется следующими определенными признаками, в результате изменений которых и возникших проблем снижается производительность газовых скважин и соответственно падает добыча газа. В связи с чем, возникает необходимость проведения РВР для восстановления и/или повышения продуктивности скважин [1, 3]. Для повышения эффективности РВР в скважинах необходимо постоянное совершенствование составов, применяемых технологических жидкостей для работы в скважинах, с целью минимизации их проникновения в пласт и снижения отрицательного влияния на фильтрационно-ёмкостные свойства (ФЕС) продуктивного горизонта [6, 8, 20].

Предотвращение поглощения рабочей жидкости в скважинах, которая отрицательно влияет на коллекторские свойства продуктивного горизонта в процессе РВР, зависит от качества глушения скважин. Для улучшения эффективности результатов, проводимых РВР в скважинах месторождений, находящихся на стадии падающей добычи, постоянно требуется совершенствование составов жидкостей для глушения и технологии их применения, с учётом горно-геологических условий разрабатываемых залежей УВ. Данные вопросы более актуальны для месторождений, находящихся на стадии падающей добычи, где коэффициент аномальности пластового давления ниже 0,5. Для таких условий очень сложно подобрать жидкости глушения (ЖГ) с низкой плотностью (меньше 500 кг/м^3), отвечающие всем предъявляемым требованиям при разработке скважин. В связи с этим для управления гидрогазодинамическими процессами в системе «скважина – пласт» одним из возможных способов является предварительное блокирование ПЗП, позволяющее предотвратить проникновение рабочей жидкости в продуктивный горизонт и исключить её отрицательное влияние на ФЕС пласта-коллектора. В таком подходе компенсация высокого значения плотности (превышающего необходимое) ЖГ осуществляется за счёт других его реологических параметров, которые позволяют управлять потоком

жидкости в системе «скважина – пласт», создающей необходимый «барьер» в ПЗП, благодаря свойству и компонентному составу применяемых блокирующих жидкостей [21]. А это может позволить эффективно проводить глушения скважин для проведения РВР.

Материалы и методы исследований

Материалы и методы исследования основаны на обобщении многолетнего опыта в области создания и практического использования технологических жидкостей с наполнителем для временного блокирования продуктивных пластов при глушении скважин, особенно месторождений, находящихся на стадии падающей добычи и результатов собственных теоретических, лабораторных и стендовых исследований с использованием современных лабораторных приборов и установок, математических методов обобщения результатов, внедрения инновационных методов в производстве и др.

Результаты исследований и их обсуждение

Большинство газоконденсатных месторождений (ГКМ) в Надым-Пуровском нефтегазоносном районе Западной Сибири находится на стадии падающей добычи. В этих месторождениях газовые скважины эксплуатируются в условиях, где коэффициент аномальности пластового давления ниже 0,5 и горно-геологические условия продуктивной залежи существенно изменены за длительный период разработки. Геологический разрез этих месторождений представлен терригенно-осадочной толщей мезозойско-кайнозойского возраста толщиной 3600 м, а промышленная газоносность связана с меловыми отложениями от берриаса до сеномана и охватывает интервал 850–2800 м, где пластовая температура изменяется в пределах 29–96 °С.

Для таких месторождений, находящихся на стадии падающей добычи, учитывая фактическое состояние пласта-коллектора, проведение РВР в газовых скважинах является сложной задачей и требует выполнения нескольких основных последовательных этапов: блокирование ПЗП; глушение скважины; проведение ремонтных работ в скважинах (изоляция притока пластовых вод, укрепление пласта-коллектора), освоение скважины после ремонтных работ.

В каждом планируемом этапе при РВР требуется необходимость выбора технологических жидкостей (для блокирования, глушения, изоляции и др.) и технологии их применения с учётом фактического состояния продуктивного пласта. При проведении РВР процесс глушения газовых скважин в условиях АНПД с временной блокировкой продуктивного пласта с последующим деблокированием и разрушением «барьера» в процессе разработки целесообразно осуществлять в одном непрерывном цикле [2, 3].

Технология временной блокировки (создания «барьера») ПЗП заключается в том, что в зону перфорации в интервале продуктивного пласта закачиваются специальные жидкости с наполнителем – блокирующие жидкости (БЖ), способные закупоривать призабойную зону (не проникая глубоко в пласт), тем самым препятствуя поглощению ЖГ. Последующее заполнение скважины ЖГ производится с плотностью, достаточной для создания противодействия на пласт. После проведения РВР в скважинах временно блокирующий материал БЖ удаляется в процессе вызова пластового флюида, путём создания депрессии в системе «скважина – пласт» [7, 10, 12, 16]. При глушении с предварительным блокированием ПЗП, выбор состава ЖГ и БЖ осуществляется по результатам анализа (интерпретации) информации геофизических исследований и промысловых данных. На основе этих анализов также определяются технологические параметры, объёмы применяемых составов, последовательность проведения операций и режимы закачки технологических жидкостей в скважину. При глушении с целью прекращения доступа газа из пласта в скважину обязательным условием является то, что рабочая жидкость, заполняющая скважину, должна создать необходимое гидростатическое давление, т.е. противодействие на пласт. А также рабочая жидкость, заполняемая скважину, должна создать необходимые условия для продавливания БЖ (в определённом объёме) в продуктивный пласт, по всему интервалу перфорации для создания блокирующего экрана [10, 12, 18].

Для глушения скважин месторождений, находящихся на стадии падающей добычи, рекомендуется использовать жидкости, представляющие собой эмульсионные системы прямого типа, ос-

нову которых составляют композиционные реагенты. Композиционный состав представляет собой гомогенную светло-коричневую жидкость, с низкой вязкостью рационально выбранного состава, полученную диспергированием газового конденсата в водном растворе эмульгатора. Свойства эмульсионного раствора на основе ЖГ определяются комплексным действием реагентов, входящих в его состав. Некоторые реагенты одновременно влияют на несколько свойств раствора, а по реологическим параметрам жидкость представляет собой псевдопластическую систему, плотность которой находится в диапазоне 900–1000 кг/м³ [5, 6, 7].

Компонентный состав и расход реагентов для приготовления 1 м³ жидкости глушения представлены в таблице 1.

Основные структурно-механические и реологические свойства эмульсионного раствора должны отвечать определенным требованиям предъявляемых для глушения скважин месторождений, находящихся на стадии падающей добычи (табл. 2).

Блокирующие жидкости на основе наполнителя применяются для временного изолирования (блокирования) ПЗП газовых скважин и приготавливаются путём введения расчётного количества реагента-наполнителя в требуемый объём жидкости глушения. Учитывая физико-химические особенности БЖ закачка готового состава должна производиться не позднее двух часов после окончания его приготовления [6, 7, 17].

В таблице 3 представлены фактические объёмы блокирующих жидкостей и жидкости глушения при проведении РВР в скважинах месторождений Западной Сибири, находящихся на стадии падающей добычи.

Анализ результатов глушения скважин с временным блокированием ПЗП при проведении РВР месторождений, находящихся на стадии падающей добычи в скважинах, показывает, что объём блокирующей жидкости в основном зависит от состояния пласта-коллектора, т.е. его состояния (разрушения) – геометрических параметров и интервала перфорации [6, 9, 19]. По все скважинам, где проводилась работа по глушению скважин различных месторождений Западной Сибири достигнуты хорошие технико-экономические результаты.

Таблица 1. СОСТАВ И РАСХОД КОМПОНЕНТОВ, НЕОБХОДИМЫХ
ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА ЖИДКОСТИ ГЛУШЕНИЯ
Table 1. Composition and consumption of components required
for preparation of kill fluid solution

Компонентный состав	Содержание, масс. %	Расход компонентов на 1 м ³
Реагент ЖС	1,2	12,0 кг
Хлористый кальций	25	250 кг
Газовый конденсат	30	0,30 м ³
Вода	остальное	0,55 м ³

Таблица 2. ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА ЭМУЛЬСИОННОГО РАСТВОРА
Table 2. Main structural-mechanical and rheological properties
of the emulsion solution

№№ п/п	Свойства	Единица измерения	Значение
1	Плотность	кг/м ³	980–1000
2	Условная вязкость	с	74
3	Эффективная вязкость	мПа·с	25
4	Пластическая вязкость	мПа·с	16
5	Предельное динамическое напряжение сдвига	дПа	86
6	Статическое напряжение сдвига 1/10 мин	дПа	28/33
7	Фильтрация	см ³ /30 мин	3,5

Таблица 3. ГЛУШЕНИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН С ВРЕМЕННЫМ БЛОКИРОВАНИЕ ПЗП СКВАЖИН МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
Table 3. Killing gas wells with temporary blocking of the bottomhole zone of wells in Western Siberia fields

№ п/п	Место-рождения, № скважины	Искус-ственный забой, м	Интер-валы перфо-рации, м	НКТ		ЖГ, м ³	БЖ, м ³	Результат
				Диаметр, мм	Глубина спуска, м			
1	Еты-Пуровского НГКМ №1012	908	889–899	114	899	38	6	хороший
2	Еты-Пуровского НГКМ №1143	928	889–924	114	921	40	4	хороший
3	Западно-Таркосалинского НГКМ №1082	1130	1109–1127	114	1127	40	6	хороший
4	Западно-Таркосалинского НГКМ №1233	1175	1142-1163	114	1172	48	6	хороший
5	Западно-Таркосалинского НГКМ №1233	1181	1076-1087 1096-1106	114	1176	58	8	хороший
6	Западно-Таркосалинского НГКМ №1224	1139	1104-1116 1119-1123 1127-1132	114	1131	50	8	хороший
7	Западно-Таркосалинского НГКМ №1043	1132	1106-1110 1113-1130	114	1126	50	8	хороший
8	Комсомольское ГМ №1174	994	977-992	168	989	66	1	хороший

Выводы

По результатам исследований установлено:

1. Наиболее актуальным направлением в области глушения скважин при проведении ремонтно-восстановительных работ на месторождениях Западной Сибири, находящихся на стадии падающей добычи, является использование технологических жидкостей – эмульсионных систем прямого типа, основным составом которых является композиционный реагент.
2. Результаты проведённых промысловых испытаний показали, что предварительное (временное) изолирование ПЗП с использованием БЖ на основе наполнителя при глушении в процессе проведения РВР в скважинах с коэффициентом аномальности пластового давления ниже 0,5 позволяет предотвратить поглощение рабочей жидкости и является технологически обоснованным и экономически выгодным.
3. Объём жидкости глушения и блокирующей жидкости при глушении скважин необходимо определять с учётом состояния пласта-коллектора (изменения ПЗП) и мощности интервала перфорации.

Библиографический список

1. Атвиновская Т.В. Роль жидкостей в процессе ремонта скважин // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 2018. № 2. С. 34–41.
2. Бондаренко А.В., Исламов Ш.Р., Мардашов Д.В. Комплексная методика исследований по разработке эмульсионных блокирующих составов для глушения добывающих скважин // Территория «Нефтегаз». 2018. № 10. С. 42–49.
3. Бриджерс К.Л. Жидкости для заканчивания и капитального ремонта скважин. М.: Институт компьютерных исследований, 2016. 236 с.
4. Гасумов Р.Р. Ремонтно-изоляционные работы в газовых скважинах // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2014. № 5. С. 37–40.
5. Гасумов Р.А., Гасумов Э.Р. Об эффективности применения наполнителей растительного происхождения к технологическим жидкостям // Естественные и технические науки. 2016. № 6 (96). С. 48–59.
6. Гасумов Р.А., Гасумов Э.Р., Минченко Ю.С., Копченков В.Г., Федоренко В.В. Повышения технологической эффектив-

- ности глушения скважин с использованием инновационных технологий // Наука. Инновации. Технологии. 2022. № 4. С.187–208.
7. Гасумов Р.А., Костюков С.В., Лукьянов В.Т., Овчаров С.Н., Молчанов В.П., Гридин В.А. Особенности выбора кольматантов, применяемых при проведении работ по временной изоляции продуктивного пласта на скважинах АНПД // Наука и техника в газовой промышленности. 2017. № 4 (72). С. 55–61.
 8. Гасумов Р.Р., Осадчая И.Л., Копченков В.Г., Бекетов С.Б. Наполнители растительного происхождения к блокирующим составом для глушения скважин // Наука. Инновации. Технологии. 2017. № 3. С. 119–132.
 9. Двойников М.В., Нуцкова М.В., Кучин В.Н. Анализ и обоснование выбора составов для ограничения водопритоков при заканчивании скважин // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2017. Т.16. № 1. С. 33–39.
 10. Костюков С.В. Блокирующие составы на основе конденсируемых дисперсий для глушения скважин со сложными горно-геологическими условиями // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2019. № 2. С. 59–67.
 11. Кунакова А.М., Олехнович Р.О., Клим О.В., Мурахтанова П.Г., Успенская М.В. Жидкости для глушения нефтяных скважин // Университет ИТМО. 2020. 42 с.
 12. Мардашов Д.В. Разработка блокирующих составов с кольматантом для глушения нефтяных скважин в условиях аномально низкого пластового давления и карбонатных пород-коллекторов // Записки горного университета. 2021. Т. 251. С. 667–677.
 13. Окроелидзе Г.В., Некрасова И.Л., Гаршина О.В. и др. Глушение скважин с использованием вязкоупругих составов // Нефтяное хозяйство. 2016. № 10. С. 56–61.
 14. Петров Н. А. Отечественные и зарубежные полимерные реагенты для буровых растворов // Нефтегазовое дело. 2016. № 1. С. 1–19.
 15. Петров Н.А., Давыдова И.Р. Исследование комбинаций специально подготовленных растительных масел и присадок в качестве смазочных добавок буровых растворов // Нефтегазовое дело. 2013. № 4 (Том 11). С. 42–58.
 16. Шлеин Г.А., Глуценко А.А. Особенности и сущности капитального ремонта скважин // Молодой учёный. 2018. № 49 (235). С. 61–63.
 17. Abbasy I., Vasquez J., Dalrymple D. Laboratory evaluation

- of water-swellaible materials fracture shutoff // Paper SPE 113193. 2008. 14 p.
18. Ahmed U., Meehan D.N. Unconventional oil and gas resources: exploitation and development // Boca Raton: CRC Press / Taylor & Francis Group. 2016. 860 p.
 19. Egba A. N., Ajiinka J. A. Evaluation of polymeric water and gas shut-off treatments in oil wells // Paper SPE 189136. USA: SPE. 2017. 16 p.
 20. Islamov Sh. R., Bondarenko A. V., Mardashov D. V. New technology for well killing operations in fractured carbonate reservoirs // Abstract Book of the XII Russian-German Raw Materials Forum. St. Petersburg: St. Petersburg Mining University, 2019. P. 160–161.
 21. Gasumov R.A., Gasumov E.R. Mathematical model for injection of viscoelastic compositions into the productive formation // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2022. V. 12. P. 2018–228.
 22. Jia H., Yang X.-Yu, Zhao J.-Zh. Development of a novel in-situ-generated foamed gel as temporary plugging agent used for well workover: affecting factors and working performance // SPE Journal. USA: SPE. 2019. Vol. 24. No. 4. P. 1757–1776.

References

1. Atvinovskaya T.V. The role of liquids in the process of well repair // Vestnik GGTU im. BY. Sukhoi. 2018. No. 2. P. 34–41. (In Russ.).
2. Bondarenko A. V., Islamov Sh. R., Mardashov D. V. Integrated research methodology for the development of emulsion blocking compositions for killing production wells // Neftegaz Territory. 2018. No. 10. P. 42–49. (In Russ.).
3. Bridgers K.L. Liquids for completion and capital repairs of wells. M.: Institute of Computer Research, 2016. 236 p. (In Russ.).
4. Gasumov R.R. Repair and insulation work in gas wells // Construction of oil and gas wells on land and at sea. 2014. No. 5. P. 37–40. (In Russ.).
5. Gasumov R.A., Gasumov E.R. On the effectiveness of the use of fillers of plant origin to technological liquids // Natural and technical sciences. 2016. No. 6(96). P. 48–59. (In Russ.).
6. Gasumov R.A., Gasumov E.R., Minchenko Yu.S., Kopchenkov V.G., Fedorenko V.V. Improving the technological efficiency of well killing using innovative technologies // Science. Innovations. Technologies. 2022. No. 4. P. 187–208. (In Russ.).
7. Gasumov R.A., Kostyukov S.V., Lukyanov V.T., Ovcharov

- S.N., Molchanov V.P., Gridin V.A. Peculiarities of the choice of bridging agents used during work on temporary isolation of the productive formation at ANPD wells // Science and technology in the gas industry. 2017. No. 4 (72). P. 55–61. (In Russ.).
8. Gasumov R.R., Osadchaya I.L., Kopchenkov V.G., Beketov S.B. Fillers of plant origin for blocking composition for killing wells // Nauka. Innovations. Technologies. 2017. No. 3. P. 119–132. (In Russ.).
 9. Dvoynikov M.V., Nutskova M.V., Kuchin V.N. Analysis and justification of the choice of compositions for limiting water inflows during well completion // Bulletin of PNRPU. Geology. Oil and gas and mining. 2017. T. 16. No 1. P. 33–39. (In Russ.).
 10. Kostyukov S.V. Blocking compositions based on condensable dispersions for killing wells with complex mining and geological conditions // Izvestiya of higher educational institutions. Oil and gas. 2019. No. 2. P. 59–67. (In Russ.).
 11. Kunakova A.M., Olekhovich R.O., Klim O.V., Murakhtanova P.G., Uspenskaya M.V. Fluids for killing oil wells // Saint Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics. 2020. 42 p. (In Russ.).
 12. Mardashov D.V. Development of blocking compositions with a bridging agent for killing oil wells under conditions of abnormally low formation pressure and carbonate reservoir rocks // Zapiski Gornogo Universiteta. 2021. Vol. 251. P. 667–677. (In Russ.).
 13. Okromelidze G.V., Nekrasova I.L., Garshina O.V. et al. Killing wells using viscoelastic compositions // Neftyanoe khozyaystvo. 2016. No. 10. P. 56–61. (In Russ.).
 14. Petrov N. A. Domestic and foreign polymeric reagents for drilling fluids // Oil and gas business. 2016. No. 1. P. 1–19. (In Russ.).
 15. Petrov N.A., Davydova I.P. Investigation of combinations of specially prepared vegetable oils and additives as lubricating additives for drilling fluids // Oil and Gas Business. 2013. No. 4 (Vol. 11). P. 42–58. (In Russ.).
 16. Shlein G.A., Glushchenko A.A. Features and essence of well workover // Young scientist. 2018. No. 49 (235). P. 61–63. (In Russ.).
 17. Abbasy I., Vasquez J., Dalrymple D. Laboratory evaluation of water-swellable materials fracture shutoff // Paper SPE 113193. 2008. 14 p.
 18. Ahmed U., Meehan D.N. Unconventional oil and gas resources: exploitation and development // Boca Raton: CRC Press / Taylor and Francis Group. 2016. 860 p.
 19. Egba A.N., Ajenka J.A. Evaluation of polymeric water and gas

- shut-off treatments in oil wells // Paper SPE 189136. USA: SPE. 2017. 16 p.
20. Islamov Sh.R., Bondarenko A.V., Mardashov D.V. New technology for well killing operations in fractured carbonate reservoirs // Abstract Book of the XII Russian-German Raw Materials Forum. St. Petersburg: St. Petersburg Mining University, 2019. P. 160–161.
 21. Gasumov R.A., Gasumov E.R. Mathematical model for injection of viscoelastic compositions into the productive formation // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2022. V. 12. P. 2018–228.
 22. Jia H., Yang X.-Yu, Zhao J.-Zh. Development of a novel in-situ-generated foamed gel as temporary plugging agent used for well workover: affecting factors and working performance // SPE Journal. USA: SPE. 2019. Vol. 24. No. 4. P. 1757–1776.

Поступила в редакцию 18.03.2023, принята к публикации 13.06.2023.

Информация об авторах

Гасумов Рамиз Алиджавад-оглы — доктор технических наук, профессор, заведующий базовой кафедрой «Проектирование объектов нефтегазовой сферы», Северо-Кавказский федеральный университет. Адрес: Россия, г. Ставрополь, ул. Ленина, 419. E-mail: R.Gasumov@yandex.ru
Scopus ID: 6507302404

Гасумов Эльдар Рамизович — кандидат экономических наук, доцент, Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Азербайджанский технический университет. Адрес: Азербайджан, г. Баку, просп. Азадлыг, 34. E-mail: R.Gasumov@yandex.ru. Scopus ID: 57217090200

Information about the authors

Ramiz A. Gasumov — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Base Department “Design of Oil and Gas projects”, North-Caucasus Federal University. Address: 419, St. Lenina, Stavropol, Russia. E-mail: R.Gasumov@yandex.ru. Scopus ID: 6507302404

Eldar R. Gasumov — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Azerbaijan State University of Oil and Industry, Azerbaijan Technical University. Address: 34, Azadlyg Ave., Baku, Azerbaijan. E-mail: R.Gasumov@yandex.ru
Scopus ID: 57217090200

2.8.4.
УДК 622.276.1/8
DOI:

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
10.37493/2308-4758.2023.2.8

Желудков А. В.,
Мишагина В. Ф.

Филиал «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
«КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ БОКОВЫХ СТВОЛОВ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ОКОНЧАНИЕМ

Введение.

Одним из направлений повышения нефтеотдачи пластов на поздних стадиях разработки зрелых месторождений является бурение боковых стволов с горизонтальными участками. Трудноизвлекаемые остаточные запасы нефти в основном сосредоточены в краевых зонах пластов с небольшими нефтенасыщенными толщинами и низкой проницаемостью. В статье эффективность бурения боковых горизонтальных стволов и полученная дополнительная добыча нефти проанализированы путем многофакторного анализа с учетом геологической неоднородности и технологических особенностей.

Материалы и методы исследований.

Эффективность полученных результатов при бурении боковых горизонтальных стволов зависит не только от выбора точки на карте нефтеносного пласта, но и от структуры остаточных трудноизвлекаемых запасов нефти и фильтрационно-емкостных свойств пласта. В статье представлен анализ полученных результатов пробуренных горизонтальных боковых стволов, размещение которых было проработано с учетом фациальной обстановки формирования пласта и геологической неоднородности.

Результаты исследований и их обсуждение.

Авторами проанализирована работа боковых горизонтальных стволов с момента их запуска, позволяющая определить зависимость эффективности их работы от совместной или раздельной эксплуатации пластов АВ₁³ и АВ₂ с учетом геологических особенностей осадконакопления и различий фильтрационно-емкостных свойств. Для выбора скважин-кандидатов для зарезки бокового ствола выделены группы фаций континентального генезиса, с которыми связаны песчаные тела.

Выводы.

Прослежена закономерность технологических параметров боковых вторых стволов от геологических особенностей, на основе факторного анализа сформированы направления по дальнейшим подходам к бурению БВС. Мониторинг фактических данных определил факторы, влияющие на эффективность входных технологических показателей работы скважин.

Ключевые слова:

Боковой горизонтальный ствол (БГС), фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС), дебит скважин, водонефтяной фактор (ВНФ), геолого-техническое мероприятие (ГТМ).

Zheludkov A. V.,
Mishagina V. F. Branch of «LUKOIL-Engineering»
«KogalymNIPIneft» in Tyumen

Factor Analysis of the Efficiency of Drilling Lateral Shafts with Horizontal Ending

Introduction. One of the ways to increase oil recovery at the late stages of development of mature fields is the drilling of lateral shafts with horizontal sections. Hard-to-recover residual oil reserves are mainly concentrated in the marginal zones of formations with small oil-saturated thicknesses and low permeability. The article studies the efficiency of drilling lateral horizontal shafts and the resulting additional oil production by multifactor analysis with account of geological heterogeneity and technological features.

Materials and research methods. The effectiveness of the results obtained when drilling lateral horizontal shafts depends not only on the choice of a point on the map of the oil reservoir, but also on the structure of the residual hard-to-recover oil reserves and the filtration and reservoir properties of the reservoir. The article presents an analysis of the obtained results of drilled horizontal lateral shafts, the placement of which was worked out with account of the facies conditions of formation and geological heterogeneity.

Research results and their discussion. The authors analyzed the operation of lateral horizontal shafts from the moment of their launch, which makes it possible to determine the dependence of the efficiency of their work on the joint or separate operation of the AB_1^3 and AB_2 layers, taking into account the geological features of sedimentation and differences in filtration and capacitance properties. To select prospective wells for cutting the lateral trunk, groups of facies of continental genesis were identified, with which sand bodies are associated.

Conclusion. The dependency of technological parameters of the lateral second shafts on geological features is traced. On the basis of factor analysis directions for further approaches to the drilling of the UW are specified. Monitoring of the actual data determined the factors affecting the efficiency of the input technological indicators of the wells.

Key words: lateral horizontal shaft (BGS), filtration and capacitance properties (FES), well flow rate, oil and water factor (VNF), geological and technical event (GTM)

Введение

На сегодняшний день превалирующая часть зрелых месторождений Западной Сибири находятся на поздних стадиях разработки. Показатели выработки начальных извлекаемых запасов нефти отражают снижение уровня добываемой продукции из-за роста обводненности, значительный отбор запасов нефти с увеличением промытых зон и ростом неработающего фонда.

Запланированный уровень добычи нефти и более полная выработка остаточных запасов углеводородов поддерживается методами повышения нефтеотдачи, таким как бурение боковых стволов, являющийся наиболее эффективным геолого-техническим мероприятием. Для повышения эффективности бурения вторых стволов с горизонтальным окончанием необходимо учитывать различные геологические, технологические факторы.

Основные запасы нефти добыты наклонно-направленными скважинами. Учитывая геологические особенности объектов разработки, в частности объекта АВ₁₋₂, который представлен двумя продуктивными пластами АВ₁³ и АВ₂, значительно различающимися по ФЕС с обширными водонефтяными зонами, «окнами слияния», в полной мере реализовать потенциал данного объекта разработки базовой сеткой наклонно-направленных скважин не удалось, в связи с чем было принято решение о бурении боковых стволов с горизонтальным окончанием.

Материалы и методы исследований

Основным условием успешного размещения боковых горизонтальных стволов является предварительное тщательное изучение геологических условий залегания продуктивного пласта, фильтрационно-емкостных свойств пластов и объем остаточных запасов нефти. В процессе добычи нефти из месторождений с длительной историей разработки по различным причинам фронт вытеснения нефти распространяется неравномерно по всей площади пласта, в результате чего образуются нетронутые целики нефти. При планировании размещения БГС особое внимание уделяется анизотропии пласта как латеральной, так и горизонтальной, выявлению наличия слабозабобщенных подошвенных вод, расстоянию до ВНК, градиенту давления внутри залежи, обводненности про-

дукции окружающих скважин, проницаемости и трещиноватости и расчлененности пропластков. Рассмотрим опыт применения БГС на объект АВ₁₋₂ Нивагальского месторождения.

Объект АВ₁₋₂ представлен двумя продуктивными пластами: АВ₁³ и АВ₂. Условно по объекту можно выделить 5 типов разреза (рис. 1). На рассматриваемом участке встречаются все представленные на рисунке 1 типы разрезов. Рассматриваемые БГС на участке анализа пробурены на все типы разреза. Так, пойменные (типы разрезов 1, 2, 3) и русловые отложения (типы разрезов 4, 5) пробурены как отдельно на пласты АВ₁³ и АВ₂, так и совместно.

Объект АВ₁₋₂ характеризуется неоднородным строением и невыдержанностью литологических разностей по площади, что связано прежде всего с фациальной изменчивостью осадков континентального и прибрежно-морского комплекса. Эти геологические условия в значительной мере влияют на эффективность эксплуатационного бурения, применяемых систем и технологий разработки.

Пласт АВ₁³ выдержан по площади, по разрезу имеет однотипное строение, расчлененность – 2,5, характеризуется ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами, средняя проницаемость по участку 57 мД, по нефтенасыщенной части – 114 мД.

Пласт АВ₁³ сформировался в мелководно-морских и прибрежно-морских условиях, выделяются песчаники трансгрессивных баров пласта АВ₁³.

Высокая фациальная изменчивость пласта АВ₂ по площади и разрезу связана с условиями континентального осадконакопления. В отложениях поймы пласт АВ₂ образован песчаниками русловых потоков, разрывных каналов, глинисто-алевритовых отложений с переслаиванием песчаников.

В пределах нижней части пласта АВ₁³ выделяется песчаное тело по критерию: $\sigma_{ps} \geq 0,5$ д. ед., отложения которого, вероятнее всего, сформировались в дельтовой обстановке (рис. 2). Его распространение дифференцировано по изучаемой площади. Зоны отсутствия песчаного тела, а также значения σ_{ps} , близкие к граничному (0,5 д. ед.), картируются в основном в центральной части участка анализа, в котором границы тела устанавливаются достаточно уверенно.

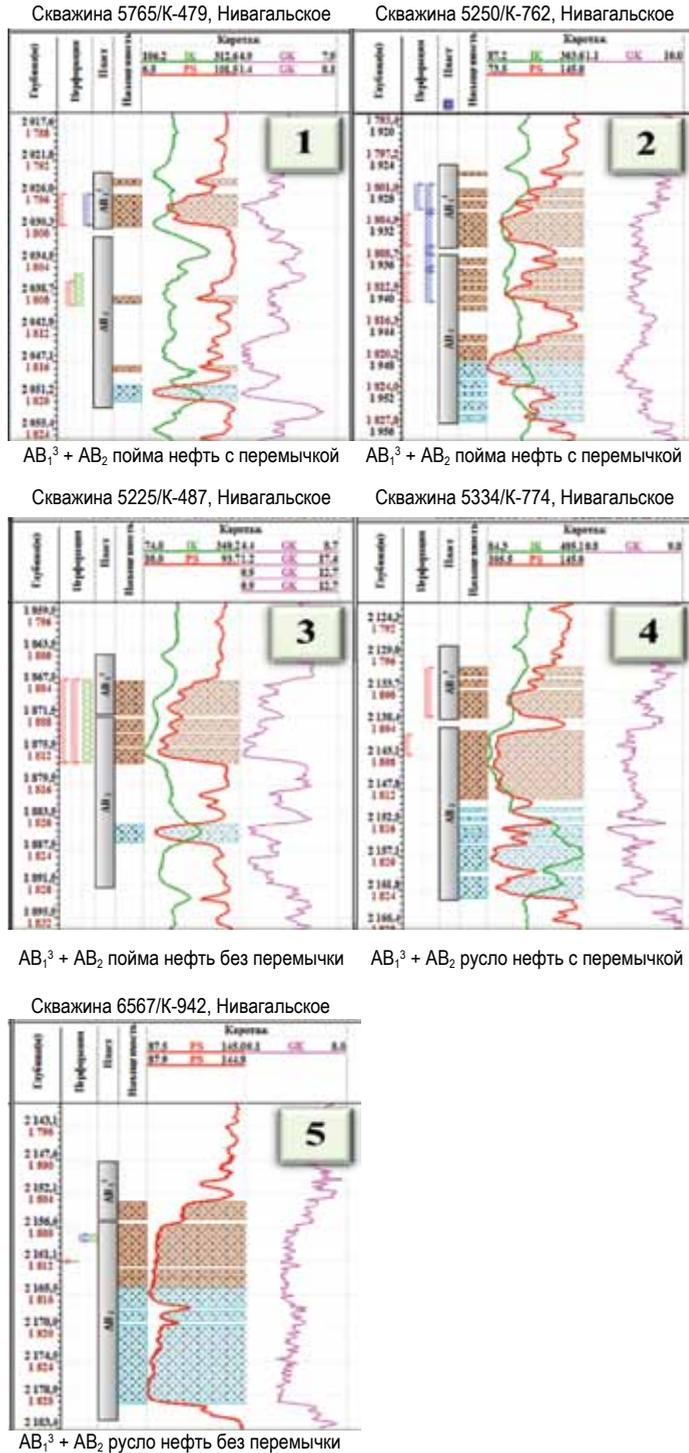


Рисунок 1.

Типы разрезов пластов AB₁³ и AB₂.

Figure 1. Types of sections of AB₁³ and AB₂ formations.

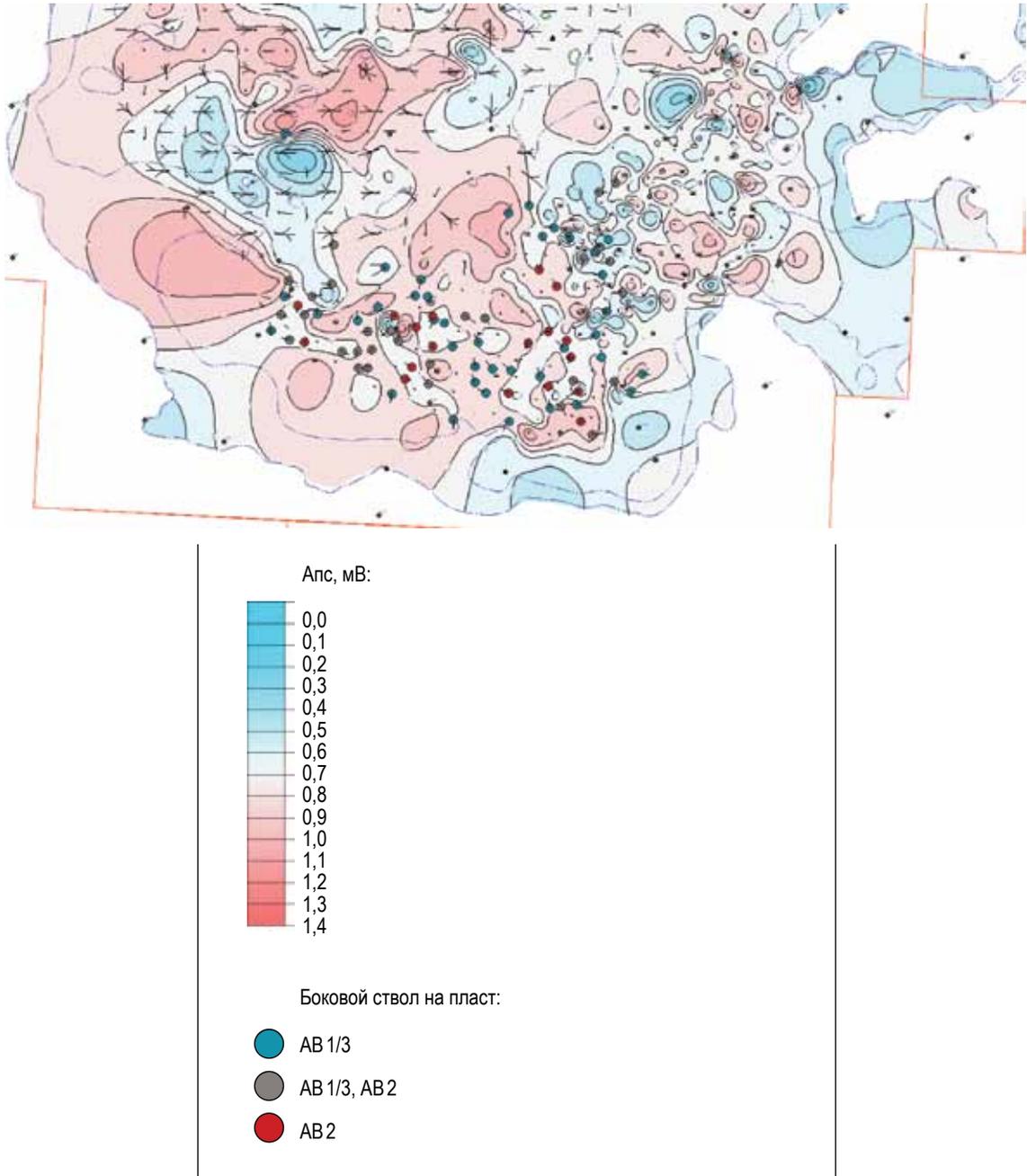


Рисунок 2.

Выкопировка с карты параметра α_{nc} .Figure 2. Copying parameter α_{nc} from the map.

На участке анализа выделяются различные типы разрезов, что непосредственно имеет отражение при принятии решений о выборе ГТМ. Для выбора скважин-кандидатов для зарезки бокового ствола и обоснования мероприятий по формированию системы ППД в разрезе АВ₂ выделено две группы фаций континентального генезиса, с которыми связаны песчаные тела. Это фации русел и поймы, распространение которых приведено на рисунке 3.

В условиях континентального осадконакопления нижележащий пласт АВ₂ в высокой степени неоднороден, в связи с чем мощность глинистого раздела между пластами изменяется от 0 до 9 метров, в связи с чем встречаются многочисленные «окна слияния» коллекторов пластов АВ₁³ и АВ₂, образуя единый гидродинамический резервуар (рис. 4).

При подборе скважины-кандидата для проведения бокового горизонтального ствола проводился многофакторный анализ участка. В данном анализе, помимо динамики технологических показателей работы скважин, энергетического состояния пласта и выработки запасов по разрезу и ПГИ, анализировались карты изохрон обводнения, карты компенсации добычи закачкой, карты влияния закачки с определением направления и силы корреляционных связей между скважинами.

Анализ выработки запасов по промыслово-геофизическим исследованиям пласта АВ₁³ показал, что при совместной эксплуатации с пластом АВ₂ при наличии русловых отложений большая выработка идет из нижнего пласта (рис. 5, а). При совместной эксплуатации пластов АВ₁³ и АВ₂ с отсутствием русловой части – основной вклад в выработку вносит верхний пласт (рис. 5, б). Таким образом, анализ данных ПГИ при совместной эксплуатации пластов АВ₁³ и АВ₂ показал, что пласт АВ₁³ хорошо работает при отдельной эксплуатации, особенно трансгрессивный бар.

Исторически, начиная с 2006 года, по объекту АВ_{1,2} введено в эксплуатацию 114 боковых горизонтальных стволов с длиной горизонтального участка 200 м, основная часть которых (88 скважин) пробурена в Юго-Западной части объекта АВ_{1,2} месторождения (табл. 1).

В первую очередь вводились БГС на более продуктивный пласт АВ₂. На дату анализа пробурено 18 боковых горизонтальных

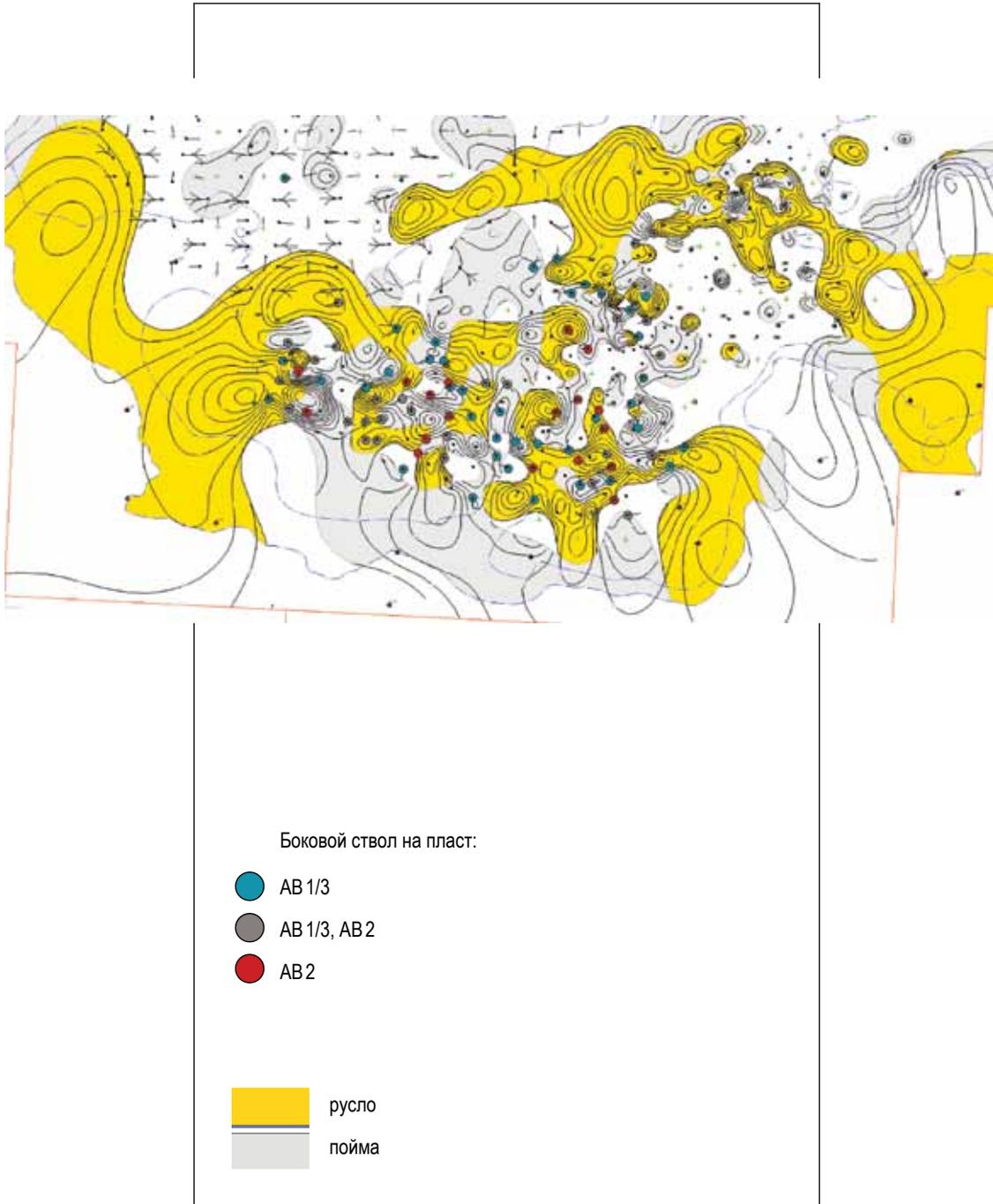


Рисунок 3.

Выкопировка с карты русловых и пойменных отложений пласта АВ₂.

Figure 3. Extraction from the map of channel and floodplain deposits of the AV₂ formation.

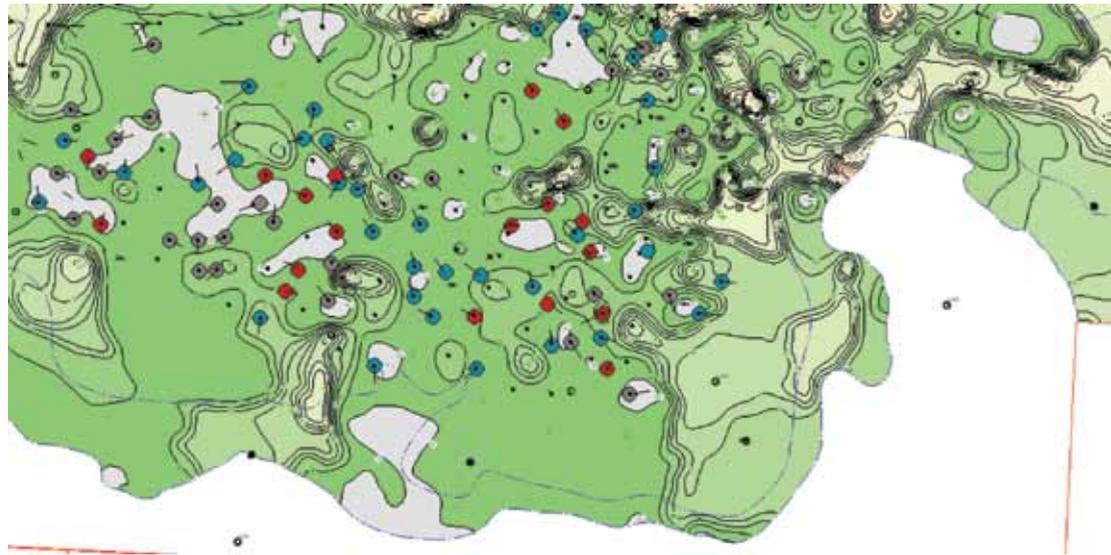


Рисунок 4.

Выкопировка с карты глинистой перемычки между пластами АВ₁³ и АВ₂ Юго-Западного участка месторождения.

Figure 4. Extraction from the map of the shale barrier between the АВ₁³ and АВ₂ formations.

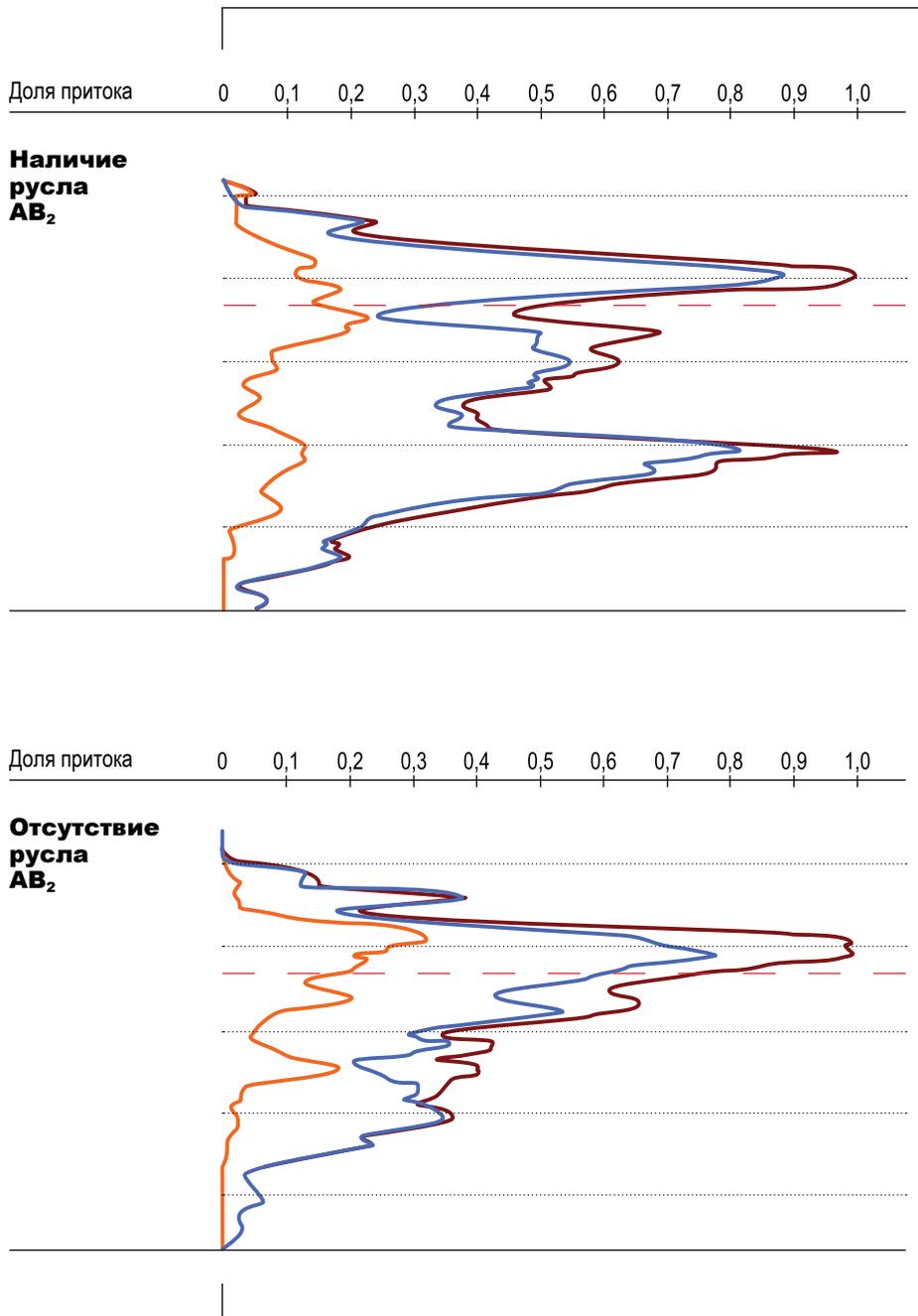


Рисунок 5. Статистический разрез по работающим и принимающим эффективным толщинам пласта АВ₁³ и АВ₂ с учетом профиля притока/приемистости.

Figure 5. Statistical section on the working and receiving effective thicknesses of the АВ₁³ and АВ₂ formation, taking into account the inflow/intake profile.

стволов. По мере выработки запасов пласта АВ₂, начиная с 2018 года, активнее стал вводиться пласт АВ₁³ (рис. 6). На текущий момент на пласт АВ₁³ пробурен 41 БГС.

График зависимости накопленного водонефтяного фактора от фазовой проницаемости (рис. 7) показывает, что при наличии русловых фаций нижележащего пласта АВ₂ происходит более интенсивное обводнение продукции скважин. Система ППД на данном участке не оказала влияния на текущее обводнение скважиной продукции, так как нагнетательные скважины в основном расположены в краевых приконтурных зонах на достаточном удалении от пробуренных БГС.

Сведенный на одну дату график динамики водонефтяного фактора (рис. 8) по боковым горизонтальным стволам также показывает прямую взаимосвязь фациального влияния наличия русловых или пойменных отложений.

Из всего вышесказанного следует, что наличие в разрезе объекта русловых отложений пласта АВ₂ оказывает значительное влияние на работу БГС, что выражается в более интенсивном обводнении продукции скважин в течение первых шести месяцев эксплуатации, и как следствие, в снижении дебита нефти. На рисунке 9 приведена динамика изменения основных показателей работы скважин на различных пластах объекта АВ₁₋₂.

Выводы

При многофакторном анализе мы учитывали фациальные особенности, мощность глинистой перемычки между пластами АВ₁³ и АВ₂, зональную неоднородность. Мониторинг фактических данных с учетом многофакторного анализа показал, что накопленная добыча нефти боковых горизонтальных стволов объекта АВ₁₋₂ месторождения будет выше, что приведет к более высоким стартовым показателям и снижению скорости обводнения в процессе эксплуатации. Апробация и полученный опыт позволит корректно оценить и активно продолжить внедрение на других месторождениях в аналогичных неоднородных коллекторах.

Таблица 1. ДИНАМИКА ВВОДА БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТВОЛОВ
НА ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТА АВ₁₋₂

ОБЪЕКТ		2006	2007	2009	2010	2011	
АВ ₁ ³	Количество БС, шт.			2	2	1	
	Доп. добыча, тыс. т			13,0	51,5	6,3	
	Средний прирост дебита нефти, т/сут			27,1	42,1	12,2	
	Уд. дебит нефти, т/сут			7,4	14	3,3	
АВ ₂	Количество БС, шт.	1	1	8	3	1	
	Доп. добыча, тыс. т	15,6	58,2	95,9	78,2	15,8	
	Средний прирост дебита нефти, т/сут	49,9	39,3	26,9	44,1	56,8	
	Уд. дебит нефти, т/сут	12,5	15,9	6,1	13,2	14,2	
АВ ₁ ³ + АВ ₂	Количество БС, шт.					6	
	Доп. добыча, тыс. т					110,1	
	Средний прирост дебита нефти, т/сут					28,2	
	Уд. дебит нефти, т/сут					10,1	
Сумма	Количество БС, шт.	1	1	10	5	8	
	Доп. добыча, тыс. т	15,6	58,2	108,9	129,7	132,2	
	Средний прирост дебита нефти, т/сут	49,9	39,3	26,9	43,3	29,8	
	Уд. дебит нефти, т/сут	12,5	15,8	7,9	13,5	9,5	

Table 1. Dynamics of the input of lateral horizontal shafts in the South-Western part of the field of the AB₁₋₂ object

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Итого
	2	2	1	1	3	3	3	7	8	6	41
	2,4	3,2	6,8	10,4	15,1	19,5	27,3	41,0	41,3	5,0	242,6
	6,8	5,5	5	9,3	19,9	18,4	10,6	10,3	9,9	9,8	13,3
	1,4	1,5	2,6	4,7	4,2	6,9	11,3	6,4	9,2	4,9	6,6
3		1									18
83,2		1									348,0
38,4		3,1									34,0
16,3		0,7									10,2
4	5	1	3	5	3	1	1				29
68,7	51,3	2,1	39,1	36,6	36,9	29,6	8,5				382,9
28,5	21,9	12,6	31,4	24,5	34,1	33,7	13,6				26,6
14,7	11,0	8,4	8,2	5,3	10,8	17,8	8,1				10,0
7	7	4	4	6	6	4	4	7	8	6	88
151,9	53,7	6,3	45,9	47,0	52,0	49,1	35,8	41,0	41,3	5,0	973,4
32,8	17,6	6,7	24,8	21,9	19,9	22,3	11,4	10,3	9,9	9,8	21,9
15,5	8,5	1,7	6,2	5,1	4,2	11,0	10,3	6,4	9,2	4,9	8,9

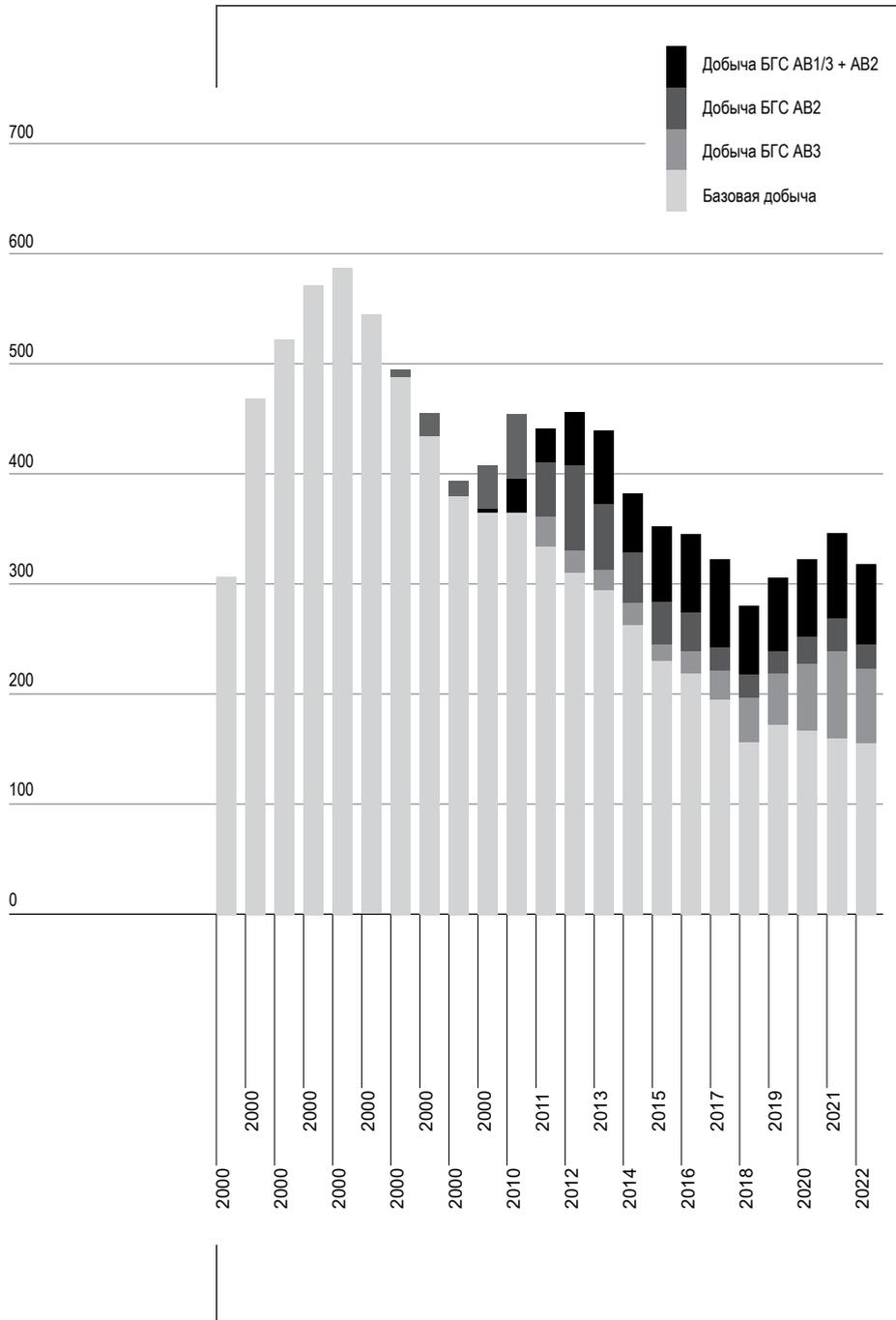


Рисунок 6.

Динамика добычи нефти базового фонда и БГС Юго-Западного участка месторождения.

Figure 6. Dynamics of oil production of the base fund and BGS of the South-Western section of the field.

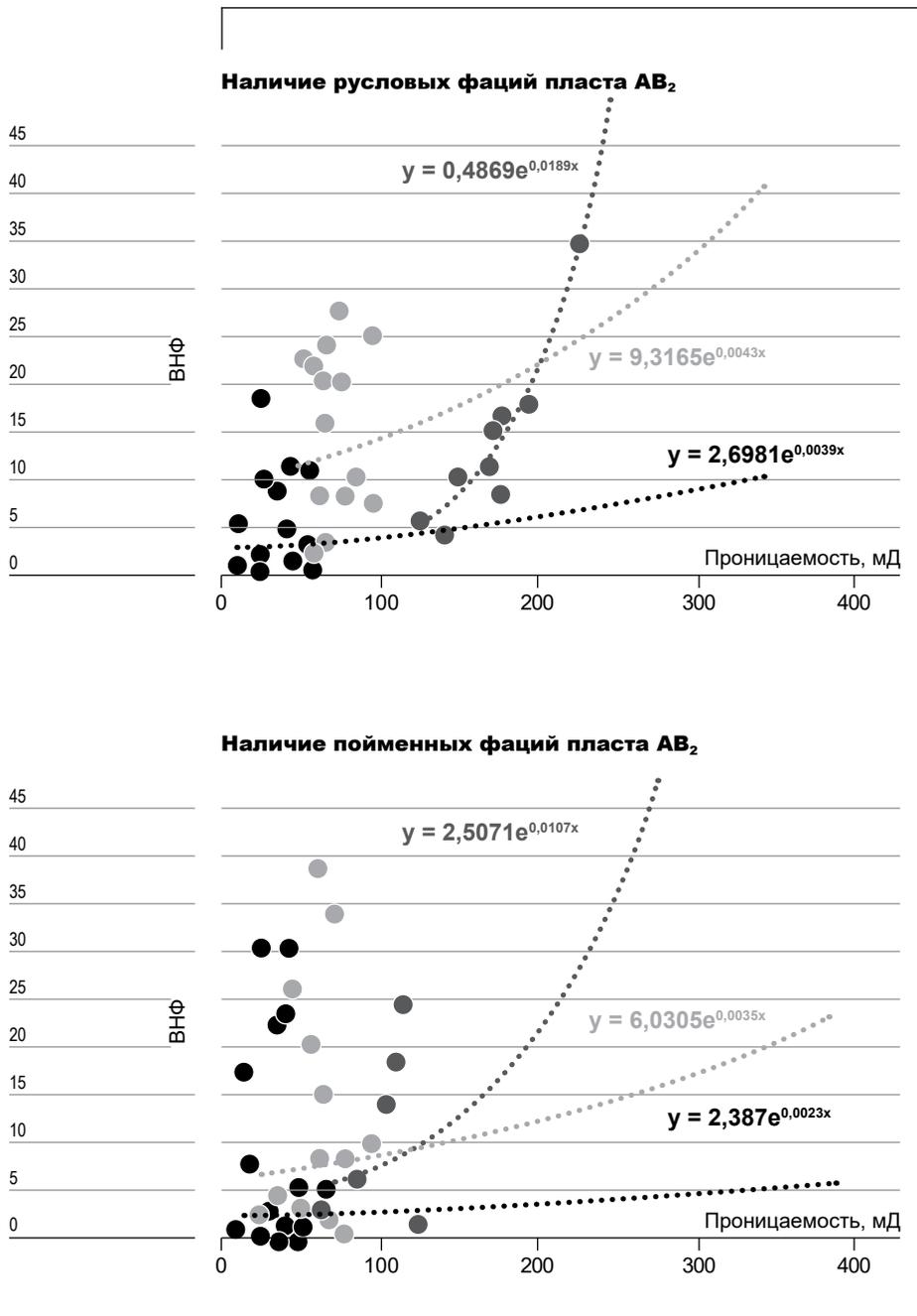


Рисунок 7.

Зависимость накопленного ВНФ от проницаемости по боковым горизонтальным стволам на Юго-Западной части месторождения объекта АВ₁₋₂.

Figure 7. Dependence of accumulated GNF on permeability along lateral horizontal shafts in the Southwestern part of the field of the АВ₁₋₂ object.

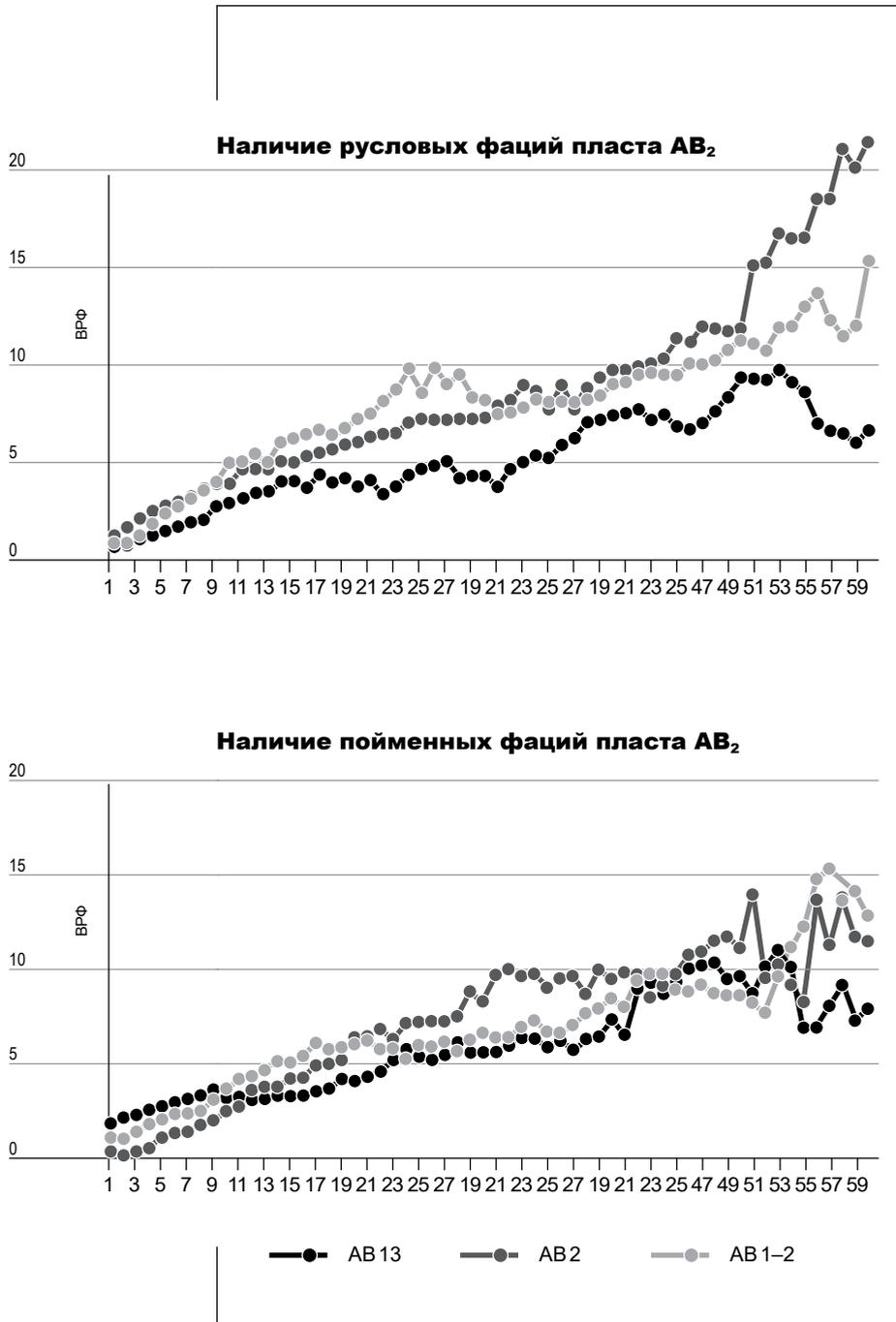


Рисунок 8. Динамика ВРФ, сведенная на одну дату по БГС Юго-Западного участка месторождения.

Figure 8. The dynamics of GNF, reduced to one date by the BGS of the South-Western section of the field.

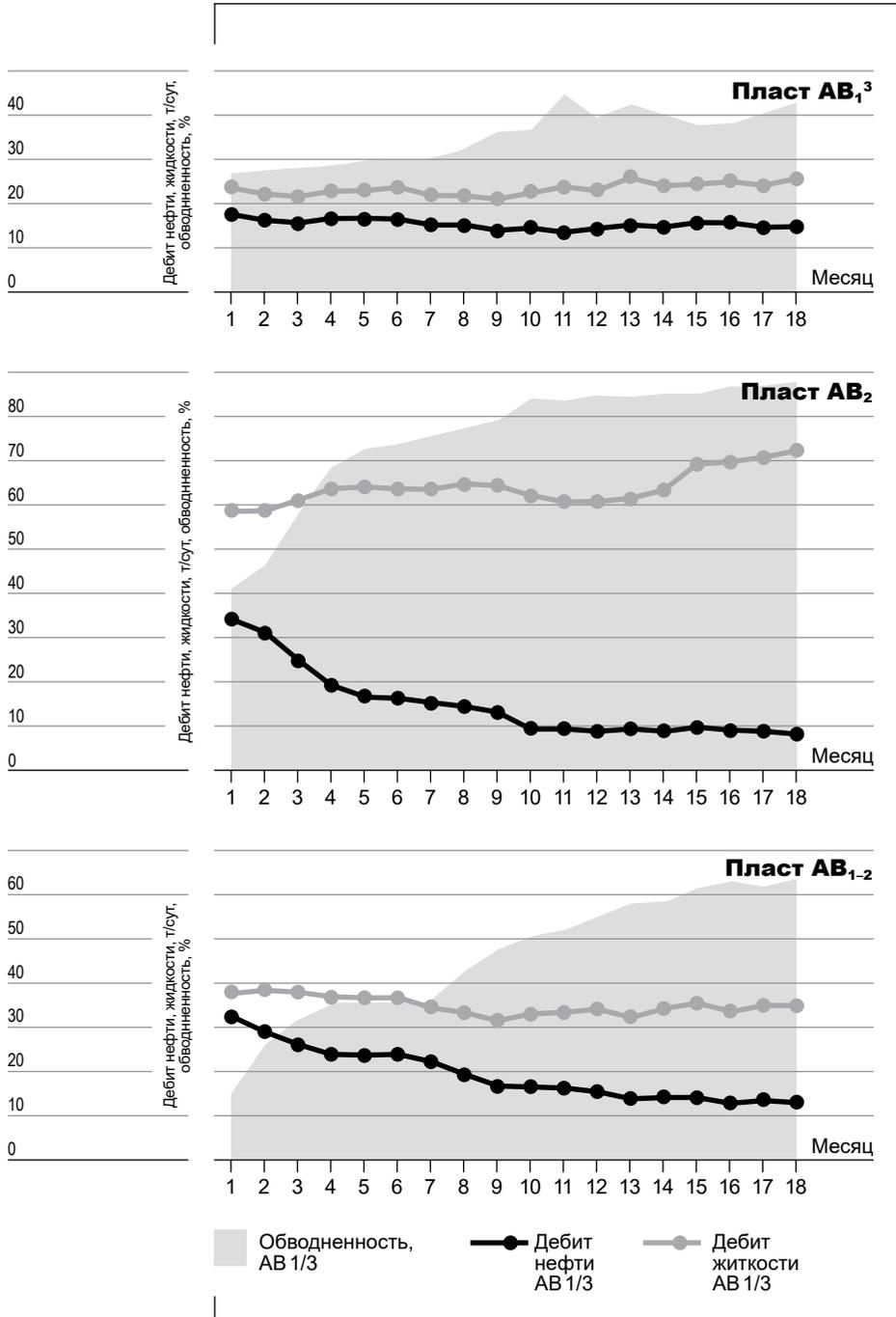


Рисунок 9.

Динамика дебита нефти, жидкости и обводненности по БГС Юго-Западного участка месторождения, по пластам эксплуатации.

Figure 9. Dynamics of oil, liquid and water flow rate for the BGS of the South-Western section of the field, by layers of operation.

Библиографический список

1. Алексеев В.П. Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 284 с.
2. Амон Э.О., Алексеев В.П., Глебов А.Ф., Савенко В.А., Федоров Ю.Н. Стратиграфия и палеогеография мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) / под ред. В.П. Алексеева. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 257 с.
3. Бадретдинов И.А., Карпов В.Г. Классификация методов увеличения нефтеотдачи (экономический подход) // Нефтегазовая геология. Теория и практика [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ngtp.ru/> (дата обращения: 20.04.2023).
4. Бакиров Д.Л., Подкуйко П.П., Бабушкин Э.В., Фаттахов М.М. Обеспечение безаварийной проводки горизонтальных боковых стволов в интервалах залегания неустойчивых пород // Нефтяное хозяйство. 2011. № 8. С. 46–49.
5. Гилязов Р.М. Бурение нефтяных скважин с боковыми стволами. М.: Недра-Бизнесцентр, 2002. 255 с.
6. Девольд Х. Справочник по добыче нефти и газа. Введение в добычу нефти и газа. АББ АТПА Нефть и газ. Осло, 2006. 82 с.
7. Уолкотт Д. Разработка и управление месторождениями при заводнении. Методы проектирования, осуществления и мониторинга, позволяющие оптимизировать темпы добычи и освоения запасов: Москва, 2001. 144 с.
8. Дэйк Л.П. Практика разработки месторождений (Исправленное издание). Развитие нефтегазовой науки. Оксфорд, Англия: Эльзевир, 1994. С. 445–450.
9. Желудков А.В., Мишагина В.Ф. Анализ бурения боковых горизонтальных стволов по пласту ЮВ11 на примере одного из месторождений Западной Сибири (научная статья) // Наука. Инновации. Технологии. 2022. № 1. С. 7–20.
10. Иванов В.А., Храмова В.Г., Дияров Д.О. Структура порового пространства коллекторов нефти и газа. М.: Недра, 1974. 97 с.
11. Ковешников А.Е. Литология и особенности формирования кембрийских отложений в Юго-Восточной части Западно-

- Сибирской геосинеклизы // Известия ТПУ. 2014. Т. 325. № 1. С. 16–27.
12. Лысенко В.Д., Грайфер В.И. Рациональная разработка нефтяных месторождений. М.: Недра-Бизнесцентр, 2005. 607 с.
 13. Лысенко В.Д. Разработка нефтяных месторождений: Теория и практика. М: Недра, 1996. 367 с.
 14. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.
 15. Нескормных В.В. Направленное бурение и основы кернометрии. Иркутск: изд. ИргТУ, 2010. 328 с.
 16. Ровинский М.В., Реймер В.В., Овчинникова Е.И., Мишагина В.Ф. Повышение эффективности разработки низкопродуктивных коллекторов Алымской свиты на примере пласта АВ13 Урьевского месторождения // Нефтепромысловое дело. 2021. № 12 (636). С. 19–24.
 17. Сучков Б.М. Горизонтальные скважины. Москва–Ижевск, 2006. 424 с.
 18. Шпильман В.И., Змановский Н.И., Подсосова Л.Л. Тектоническая карта центральной части Западно-Сибирской плиты / изд. НАЦ РН ХМАО в 1998 г.; ред. 1:2 000 000. Тюмень: НАЦ РН ХМАО, 1998.
 19. Шенбергер В. М. Техника и технология строительства боковых стволов в нефтяных и газовых скважинах: Учебное пособие. Тюмень: ТюмГНГУ, 2007. 496 с.
 20. Яртиев А.Ф., Хакимзянов И.Н., Петров В.Н., Идиятуллина З.С. Совершенствование технологий по выработке запасов нефти из неоднородных и сложнопостроенных коллекторов Республики Татарстан: монография. Казань: ИХЛАС, 2016. 189 с.

References

1. Alekseev V.P. Atlas of subaqueous facies of Lower Cretaceous deposits of Western Siberia (KhMAO-Yugra). Yekaterinburg: Publishing house of UGSU, 2014. 284 p. (In Russ.).
2. Amon E.O., Alekseev V.P., Glebov A.F., Savenko V.A., Fedorov Yu.N. Stratigraphy and paleogeography of the Mesozoic-Cenozoic sedimentary cover of the Shaimsky oil and gas

bearing region (Western Siberia); edited by V.P. Alekseev. Yekaterinburg: Publishing house of UGSU, 2010. 257 p. (In Russ.).

3. Badretdinov I.A., Karpov V.G. Classification of methods for increasing oil recovery (economic approach): Moscow, Oil and gas Geology. Theory and practice [Electronic resource]. URL: <http://www.ngtp.ru/> (accessed 20.04.2023). (In Russ.).
4. Bakirov D.L., Podkuiko P.P., Babushkin E.V., Fattakhov M.M. Ensuring trouble-free wiring of horizontal lateral shafts in the intervals of occurrence of unstable rocks: Oil industry. 2011. No. 8. P. 46–49. (In Russ.).
5. Gilyazov R.M. Drilling of oil wells with side shafts. M.: Nedra-Businesscenter, 2002. 255 p. (In Russ.).
6. Devold H. Handbook of oil and gas production. Introduction to oil and gas production. ABB ATPA Oil and Gas. Oslo, 2006. 82 p. (In Russ.).
7. Walcott D. Development and management of deposits during flooding. Methods of design, implementation and monitoring to optimize the rate of production and development of reserves: Moscow, 2001. 144 p. (In Russ.).
8. Dake L. P. The practice of field development (Revised edition). Development of oil and gas science 36. Oxford, England: Elsevier, 1994. P. 445–450. (In Russ.).
9. Zheludkov A.V., Mishagina V.F. Analysis of drilling of lateral horizontal shafts along the SE11 formation on the example of one of the deposits of Western Siberia (scientific article): Science. Innovations. Technologies. 2022. No. 1. P. 7–20. (In Russ.).
10. Ivanov V.A., Khramova V.G., Diyarov D.O. Structure of the pore space of oil and gas reservoirs. M.: Nedra, 1974. 97 p. (In Russ.).
11. Koveshnikov A. E. Lithology and features of the formation of Cambrian deposits in the Southeastern part of the West Siberian geosyncline: Proceedings of TPU. 2014. Vol. 325, No. 1: Planet Resources. P. 16–27. (In Russ.).
12. Lysenko V.D., Greifer V.I. Rational development of oil fields. Moscow: Nedra-Businesscenter LLC, 2005. 607 p. (In Russ.).
13. Lysenko V.D. Development of oil fields: Theory and practice. M: Nedra, 1996. 367 p. (In Russ.).

14. Muromtsev V.S. Electrometric geology of sand bodies – lithological traps of oil and gas. L.: Nedra, 1984. 260 p. (In Russ.).
15. Neskornnykh V.V. Directional drilling and fundamentals of core measurement. Irkutsk: publishing house of IrSTU, 2010. 328 p. (In Russ.).
16. Rovinsky M.V., Reimer V.V., Ovchinnikova E.I., Mishagina V.F. Improving the efficiency of the development of low-productive reservoirs of the Alym formation on the example of the AB13 formation of the Uryevsky field: Oilfield business. 2021. No. 12 (636). P. 19–24. (In Russ.).
17. Suchkov B.M. Horizontal wells, Moscow-Izhevsk, 2006. 424 p. (In Russ.).
18. Shpilman V.I., Zmanovsky N.I., Podsosova L.L. Tectonic map of the central part of the West Siberian plate / ed. NATS RN KhMAO in 1998; ed. 1:2 000 000. Tyumen: National Research Institute of KhMAO, 1998. (In Russ.).
19. Schoenberger V.M. Technique and technology of construction of side shafts in oil and gas wells: Textbook. Tyumen: TSOGU, 2007. 496 p. (In Russ.).
20. Yartiev A.F., Khakimzyanov I.N., Petrov V.N., Idiyatullina Z.S. Improvement of technologies for the development of oil reserves from heterogeneous and complex reservoirs of the Republic of Tatarstan: monograph. Kazan: Ikhlas, 2016. 189 p. (In Russ.).

**Поступила в редакцию 12.12.2022,
принята к публикации 20.04.2023.**

Информация об авторах

- Желудков** Антон Викторович — начальник отдела, филиал «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени.
ZheludkovAV@tmn.lukoil.com
- Мишагина** Виктория Федоровна — ведущий инженер, филиал «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени.
MishaginaVF@tmn.lukoil.com

Information about the authors

Anton V. Zheludkov — head of department, Branch of LUKOIL-Engineering KogalymNIPIneft in Tyumen.
ZheludkovAV@tmn.lukoil.com

Victoria F. Mishagina — leading engineer, Branch of LUKOIL-Engineering KogalymNIPIneft in Tyumen.
MishaginaVF@tmn.lukoil.com

2.8.4.
УДК 622.279.51
DOI:

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
10.37493/2308-4758.2023.2.9

Инякин В. В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ КОНДЕНСАТА МЕТОДОМ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ОСТАНОВОК СКВАЖИН

Введение.

В процессе разработки газоконденсатных залежей на истощение при снижении пластового давления происходит выпадение конденсата в призабойной зоне скважин (ПЗС) и образование зоны с повышенной насыщенностью конденсата.

Материалы и методы исследований.

Рассматриваемый метод нестационарного эксплуатационного режима увеличения производительности скважин был обоснован для условий разработки ачимовских залежей Уренгойского месторождения с использованием программного комплекса tNavigator.

Результаты исследований

и их обсуждение.

В работе рассматривается метод периодической остановки скважин с целью до извлечения ретроградного конденсата из залежи. Обосновывается оптимальный период остановки скважин посредством применения гидродинамического моделирования. Также проводится анализ факторов, направленных на сохранение максимального эффекта от периодической эксплуатации скважин, главным из которых является режим работы после ее запуска в эксплуатацию. Метод нестационарного эксплуатационного режима был обоснован на примере разработки ачимовских залежей Уренгойского месторождения с использованием программного комплекса tNavigator. Исходной информацией для моделирования являлось следующее: ежемесячные эксплуатационные рапорта (МЭРы); результаты газоконденсатных исследований (ГКИ); данные измерений забойных и устьевых давлений.

Выводы.

На основании выполненного исследования по определению оптимальной длительности остановки скважин при разработке ачимовских залежей Уренгойского месторождения выявлено, что продолжительность остановки (более 183 сут.) будет иметь негативное влияние на величину потенциального содержания конденсата в пластовом газе. Обосновано, что на эффективность периодических остановок влияет технологический режим эксплуатации скважин после запуска. Также снижение депрессии на пласт позволяет сохранить эффект от обратного растворения конденсата посредством использования естественной энергии залежи.

Ключевые слова:

потенциальное содержание конденсата в пластовом газе, коэффициент извлечения конденсата, нестационарный режим работы скважины, газоконденсатная система

Inyakin V. V. Tyumen Industrial University

Production Enhancement of Condensate Reserves By Periodic Well Shutdowns Method

Introduction. During the development of gas condensate deposits for depletion, with a decrease in reservoir pressure, condensate falls out in the bottomhole zone of wells (BWZ) and a zone with increased condensate saturation is formed.

**Materials and methods
of research.** The considered method of non-stationary operating mode was justified by the example of the development of the Achimov deposits of the Uren-goykoye field using the tNavigator software package.

**Research results and their
discussion.** The work studies a method of periodical shutting down a gas condensate well in order to increase the additional recovery of retrograde condensate from the reservoir. The optimal well shutdown period is substantiated through the use of hydrodynamic modeling. The paper also analyzes the factors aimed at maintaining the maximum effect from the periodic operation of the well, the main of which is the mode of operation after the well is launched.
The considered method of non-stationary operating mode was justified by the example of the development of the Achimov deposits of the Uren-goykoye field using the tNavigator software package. The initial information for modeling was the following: monthly operational reports (MER); results of gas condensate studies; downhole and wellhead measurement data.

Conclusion. Based on the studies performed to determine the optimal duration of well shutdown during the development of the Achimov deposits of the Uren-goykoye field, it was revealed that the shutdown duration (more than 183 days) will have a negative impact on the potential condensate content in the formation gas.
It has been substantiated that the efficiency of periodic shutdowns is affected by the technological mode of well operation after start-up. Also, the drawdown reduction makes it possible to preserve the effect of the reverse dissolution of condensate through the use of the natural energy of the reservoir.

Key words: potential content of condensate in reservoir gas, condensate recovery factor, non-stationary well operation, gas condensate system

Введение

В процессе разработки газоконденсатных залежей на истощение при снижении пластового давления происходит выпадение конденсата в призабойной зоне скважин (ПЗС) и образование зоны с повышенной насыщенностью конденсата. Вследствие этого снижается продуктивность скважин, особенно в коллекторах, характеризующихся низкими фильтрационно-емкостными свойствами. Для оценки негативного влияния выпавшего конденсата в (ПЗС) на продуктивность скважин были выполнены исследования, в которых условно прискважинная зона разбивалась на четыре области насыщенности конденсатом. Во-первых, область однофазного течения принималась на расстоянии от забоя скважины, в которой сохранялось давление начала конденсации; во-вторых, зона неподвижного ретроградного конденсата, где происходило формирование конденсатного вала; в-третьих, область двухфазного течения вблизи забоя скважины, где насыщенность конденсата выше критического и области непосредственной у скважины, с высокой скоростью потока газа приводит к увеличению подвижности потока пластового газа [7, 20].

На основании проведенного анализа выполненных исследований обоснован оптимальный период остановки скважин посредством применения гидродинамического моделирования. Для повышения извлечения ретроградного конденсата из пласта предлагается метод периодической остановки скважин при сохранении режима работы после их запуска в эксплуатации.

Материалы и методы исследований

Во многих работах [5, 10, 14, 15, 17, 18] для увеличения производительности скважин на газоконденсатных месторождениях рассматриваются методы гидравлического разрыва пласта, кислотная обработка призабойной зоны, применение низкомолекулярных спиртовых соединений и др. Основной задачей данных методов являлось создание протяжённых каналов, позволяющих сократить потери ретроградного конденсата в призабойной зоне скважин.

Также повышение доизвлечения конденсата возможно с использованием углеводородных растворителей. В качестве углево-

дородных смесей применяют дизельное топливо с добавкой ингибиторов или отбензиненного сухого газа с ПАВ и взаимными растворителями. В данном случае снижается давление поверхностного напряжения и частичного конденсатообразования в ПЗП [13, 16].

Рассматриваемый метод нестационарного эксплуатационного режима был обоснован на примере разработки ачимовских залежей Уренгойского месторождения с использованием программного комплекса tNavigator. Исходной информацией для моделирования являлось следующее: ежемесячные эксплуатационные рапорта (МЭР); результаты газоконденсатных исследований; данные измерений забойных и устьевых [11].

Состав пластового газа является в основном метановым, концентрация которого варьирует от 70,91 до 87,26 % мольных. Суммарное содержание гомологов метана (этана, пропана, бутанов) изменяется от 8,84 до 16,34% мольных. В газе присутствуют неуглеводородные компоненты – CO_2 , N_2 , He, H_2 . Содержание углекислого газа изменяется от 0,05 до 1,11; азота – от 0,003 до 1,86% мольных. Суммарная концентрация гелия и водорода в пластовом газе не превышает 0,69% мольных. Физико-химические свойства стабильного конденсата определены по 92 пробам. Плотность конденсата изменяется в пределах от 0,810 г/см³ до 0,829 г/см³, молекулярная масса – от 130 г/моль до 178 г/моль. Температура начала кипения изменяется от 35 °С до 111 °С, конца кипения – 420 °С и более. Конденсат является высокосернистым (содержание серы не превышает 0,093% массы), парафинистым (концентрация парафина достигает 8% массы) [9, 19].

Результаты исследований и их обсуждение

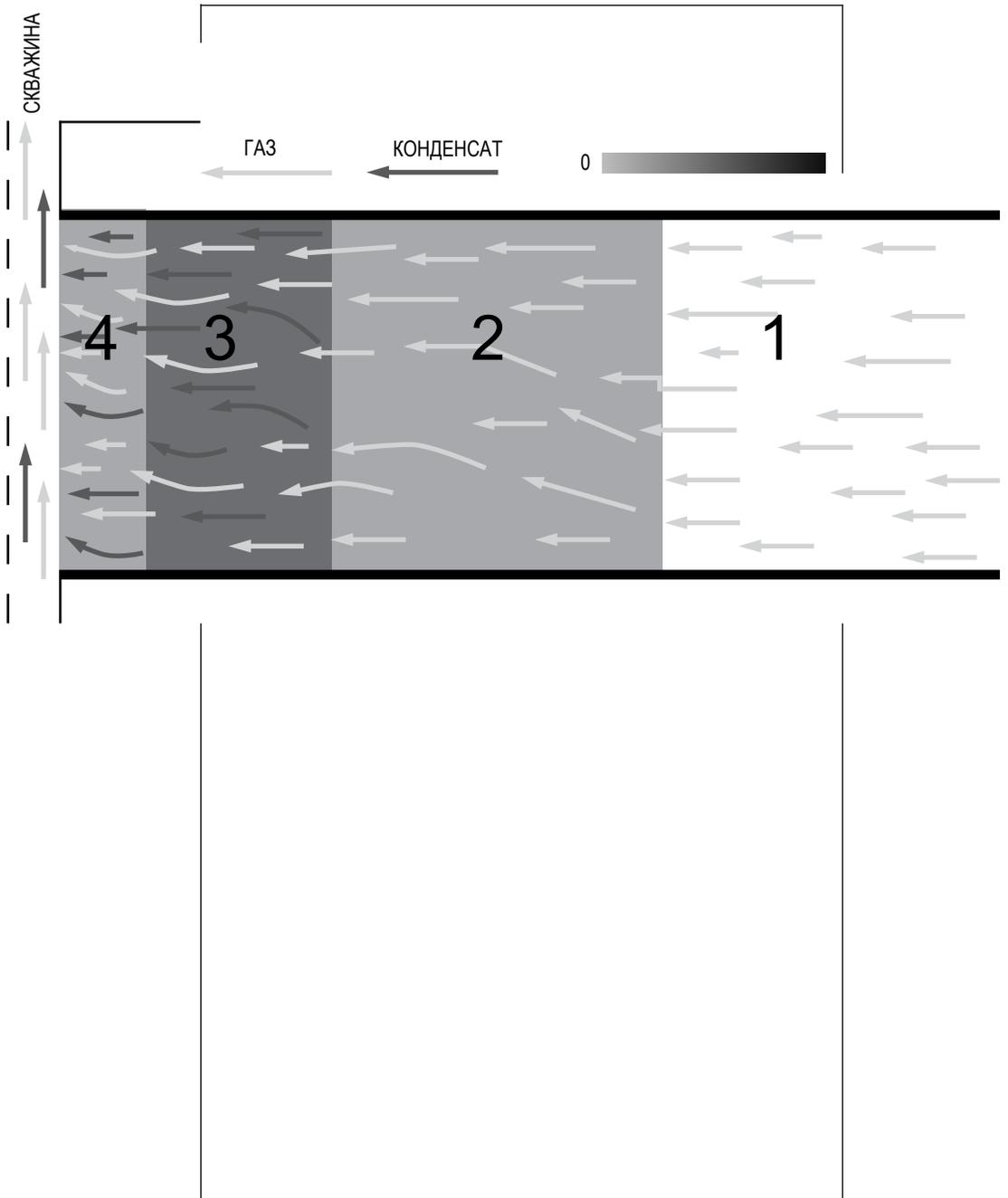
В процессе разработки газоконденсатных залежей происходит снижение пластового давления ниже давления начала конденсации, что приводит к накоплению конденсата в призабойной зоне скважины и образованию различных зон насыщенности конденсатом. Вследствие этого снижается продуктивность скважин; данная проблематика сильно распространена в газоконденсатных коллекторах, характеризующихся низкими фильтрационно-емкостными свойствами с высоким потенциальным содержанием кон-

денсата, где незначительное выпадение тяжелых углеводородных компонентов значительно снижает проницаемость. В ходе эксплуатации газоконденсатной скважины при снижении пластового давления ниже давления начала конденсации призабойную зону пласта условно можно разделить на четыре области насыщенности конденсатом [4, 6, 8, 20].

1. Зона однофазного течения на удаленном расстоянии от забоя скважины, где сохраняется давление выше давления начала конденсации.
2. Зона однофазного течения с низкой насыщенностью конденсата (ниже критической насыщенности). Это зона неподвижного ретроградного конденсата, в которой происходит формирование конденсатного вала (конденсатной «банки»).
3. Зона двухфазного течения (газ-конденсат), которая расположена вблизи забоя скважины, где насыщенность конденсата выше критической, вследствие чего ретроградный конденсат фильтруется совместно с газовой фазой.
4. Область в непосредственной у забоя скважины, в которой высокая скорость потока газа приводит к снижению насыщенности конденсатом и увеличению подвижности газа и конденсата за счёт динамического смешивающегося вытеснения. Типовая модель распределения конденсата с учетом движения пластового флюида в пласте представлена на рисунке 1.

Для решения проблемы, связанной с потерей конденсата в пласте, применяются следующие методы, повышения продуктивности и конденсатоотдачи пластов:

- применение растворителей и химических реагентов, изменяющих смачиваемость поверхности коллектора с целью сокращения оказываемого явления ретроградной конденсации [3];

**Рис. 1.**

Типовая модель распределения конденсата с учетом движения пластового флюида в пласте.

Fig. 1. Typical model of condensate distribution taking into account the movement of reservoir fluid in the reservoir.

- циклическая закачка газа (сайклинг-процесс) и нагнетание в пласт азота, диоксида углерода, сероводорода, воды и водогазовое воздействие для поддержания пластового давления;
- бурение горизонтальных скважин с применением технологии гидравлического разрыва пласта с целью повышения продуктивности скважин и увеличения зоны дренирования [1, 2].

Различные методы имеют ряд преимуществ и недостатков и могут применяться при определённых условиях. В работе рассматривается метод периодической остановки газоконденсатных скважин с целью повышения дополнительного доизвлечения ретроградного конденсата из залежи. Также в работе проводится анализ факторов, направленных на сохранение максимального эффекта от периодической эксплуатации скважины, главным из которых является режим работы после запуска скважины. Обосновывается оптимальный период остановки скважин посредством применения гидродинамического моделирования.

Рассматриваемый метод нестационарного эксплуатационного режима был обоснован для условий разработки ачимовских залежей Уренгойского месторождения с использованием программного комплекса tNavigator. Исходной информацией для моделирования являлось следующее: ежемесячные эксплуатационные рапорта (МЭР); результаты газоконденсатных исследований (ГКИ); данные измерений забойных и устьевых давлений. Результаты адаптации гидродинамической модели залежи приведены на рисунке 2.

Адаптация фильтрационной модели проводилась в два этапа на основании данных истории разработки газоконденсатной залежи.

- На первом этапе настраивался материальный баланс в залежи (величина пластового давления (рис. 2,в), а также отбор пластового газа (рис. 2,а) и добыча конденсата (рис. 2,б)).
- На втором этапе осуществлялась настройка забойного и устьевого давления (рис. 2,г) с сохранением полученного на первом этапе энергетического баланса.

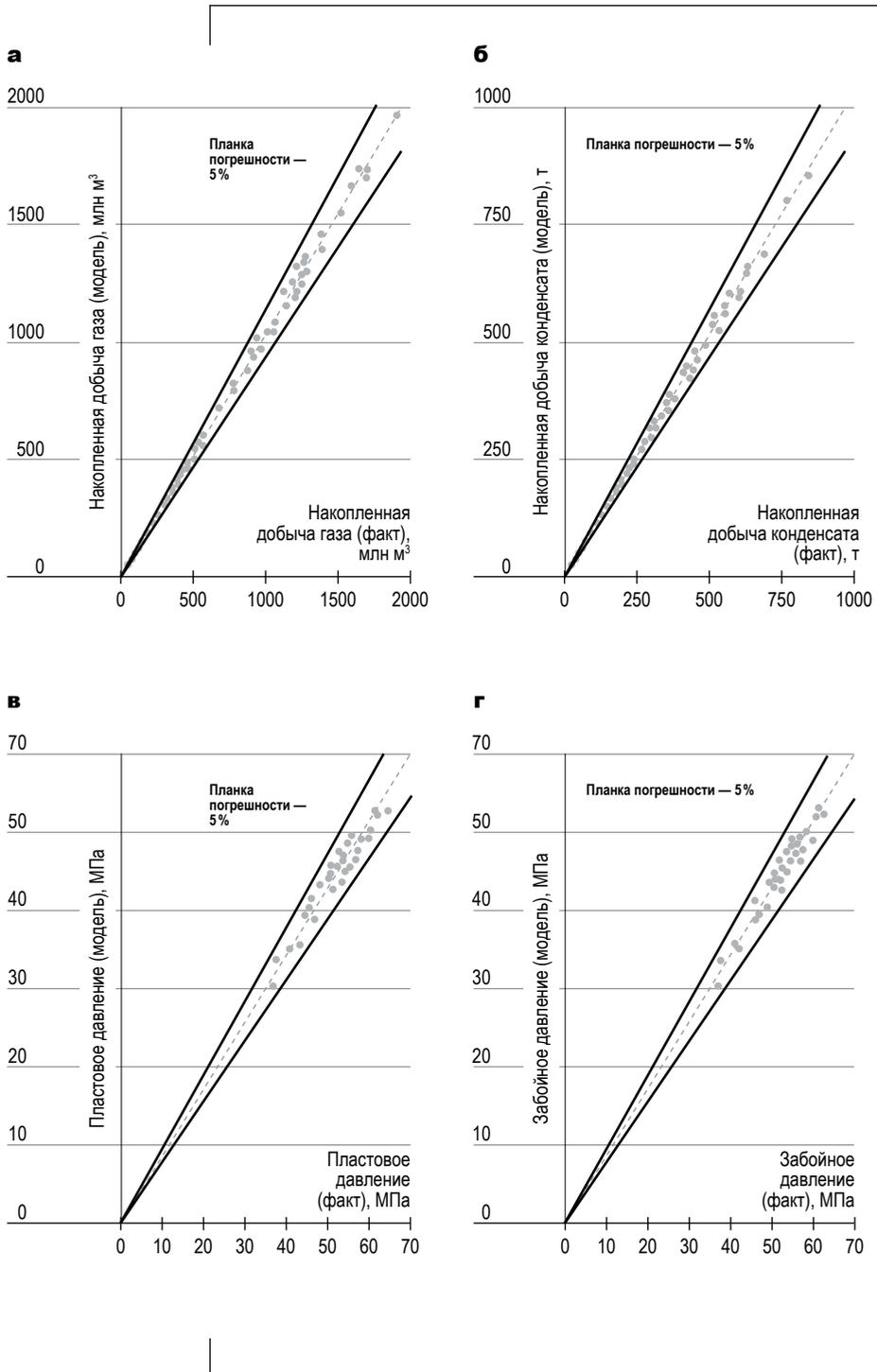


Рис. 2.

Результаты адаптации гидродинамической модели залежи.

Fig. 2. Results of adaptation of the reservoir hydrodynamic model.

Содержание конденсата в пластовом газе на момент остановки исследуемой скважины составляет 291 г/м^3 . В дальнейшем проводится моделирование различных вариантов длительности ее остановок, в ходе которых отмечается, что динамика обратного растворения конденсата замедляется после 62 сут. и увеличивается до 368 г/м^3 . Максимальное содержание конденсата в пластовом газе отмечается за период на 183 сут. остановки данной скважины (375 г/м^3).

В дальнейшем более длительная продолжительность остановки скважин приводит к снижению стартового содержания конденсата, по причине интерференции соседних эксплуатационных скважин и общему снижению величины пластового давления в районе остановленной скважины. Величина пластового давления в различный период времени в районе исследуемой скважины показана на рисунке 4.

Оценка результатов исследований показала, что максимальное повышение величины пластового давления отмечается на 183 сут. остановки анализируемой скважины и составляет 42,2 МПа. Величина пластового давления в зоне скважины на 730 сут. снижается до 40,2 МПа по причине влияния работы соседних скважин, которые эксплуатируются на режиме постоянных отборов. Так, наиболее целесообразное проведение периодической остановки скважин длительностью с минимальным влиянием соседних скважин и в момент выхода на асимптоту роста содержания конденсата составляет 62 сут. Динамика снижения содержания конденсата в зависимости от величины изменения депрессии на пласт приведена на рисунке 5.

Эксплуатационный режим газоконденсатных скважин определяет потери конденсата в залежи, которые возникают в ходе эксплуатации на длительном промежутке времени. Работа скважины на минимальной депрессии на пласт позволяет снизить потери конденсата в залежи, а в свою очередь отборы на максимальной депрессии увеличивают отбор газа, но увеличивают потери конденсата. С целью повышения эффективности остановок газоконденсатных скважин проведены расчеты по вариантам, предусматривающим сохранение депрессии на пласт, а также увеличение и снижение депрессии. Таким образом, увеличение депрессии на пласт после запуска скважины снижает эффективность периодической ее остановки, приводя к снижению содержания конденсата в добываемом плас-

Таблица 1. ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ АЧИМОВСКИХ ЗАЛЕЖЕЙ УРЕНГОЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
Table 1. Geological and physical characteristics of the productive strata of the Achimov deposits of the Urengoy field

Параметры	Пласт					
	Ач ₃	Ач ₄	Ач ₅ ¹	Ач ₅ ²⁻³	Ач ₆ ⁰⁻²	Ач ₆ ¹
1. Средняя газонасыщенная толщина, м	15,8	14,3	5,2	14,8	7,8	7,8
2. Коэффициент пористости, доли ед.	0,172	0,166	0,156	0,153	0,146	0,138
3. Коэффициент газонасыщенности пласта, доли ед.	0,575	0,625	—	0,652	0,594	-
4. Проницаемость, 10 ⁻³ мкм ²	1,1	1,3	0,4	0,6	0,6	0,4
5. Коэффициент песчаности, доли ед.	0,48	0,57	0,42	0,53	0,34	0,48
6. Расчлененность, ед.	8,4	10	5,3	10,2	5,8	15,3
7. Начальная пластовая температура, °С	107	108	113	108	113	112
8. Начальное пластовое давление, МПа	60,3	60,4	60,5	60,3	60,8	60,7
9. Давление начала конденсации, МПа	55,4	55,6	56,7	57,2	38,1	-
10. Потенциальное содержание конденсата в газе, г/м ³	300	300	430	419	425	-

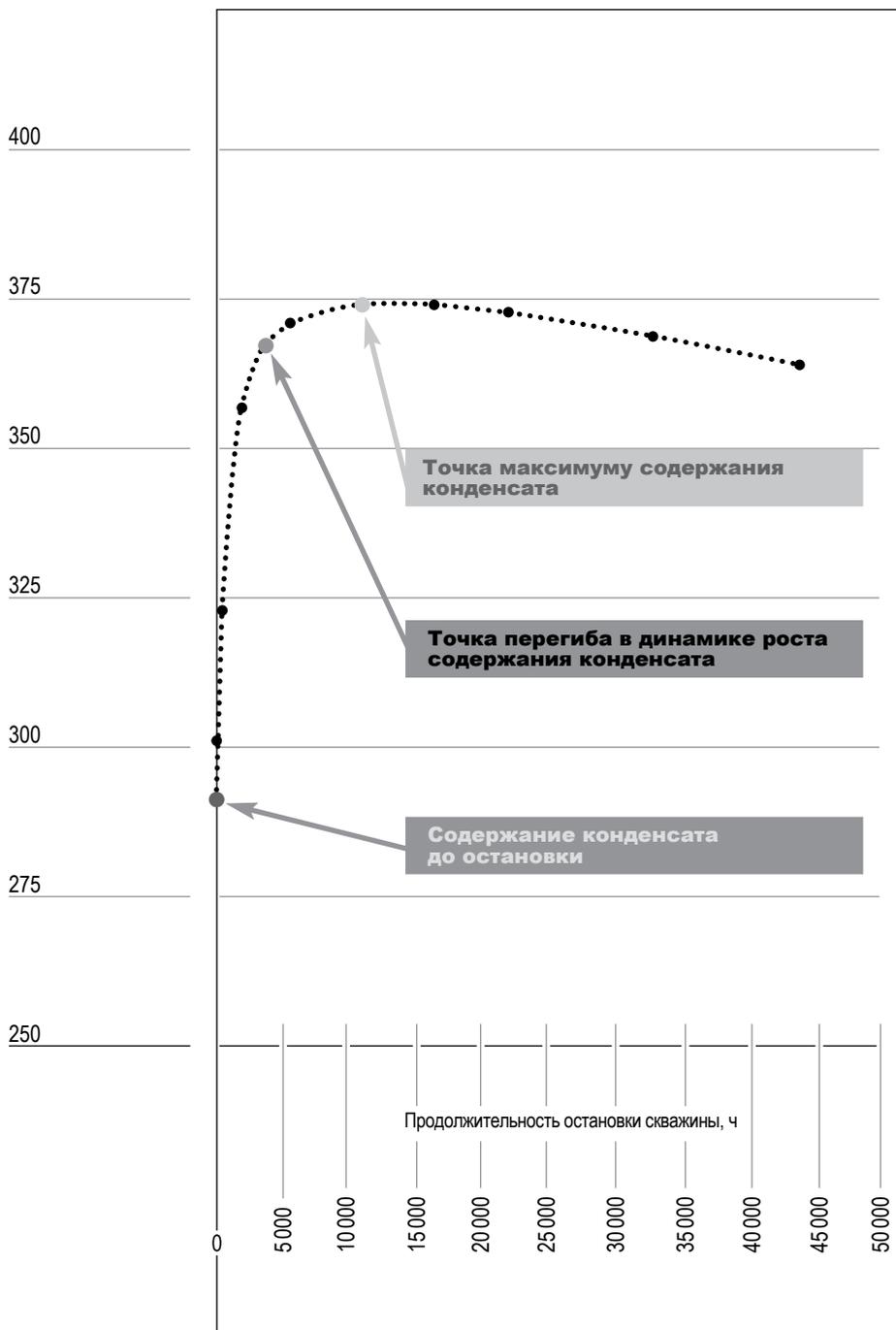


Рис. 3.

Влияние продолжительности времени остановки скважины на стартовое содержание конденсата при запуске скважины.

Fig. 3. Influence of the duration of the well shutdown time on the initial condensate content at the start of the well.

а

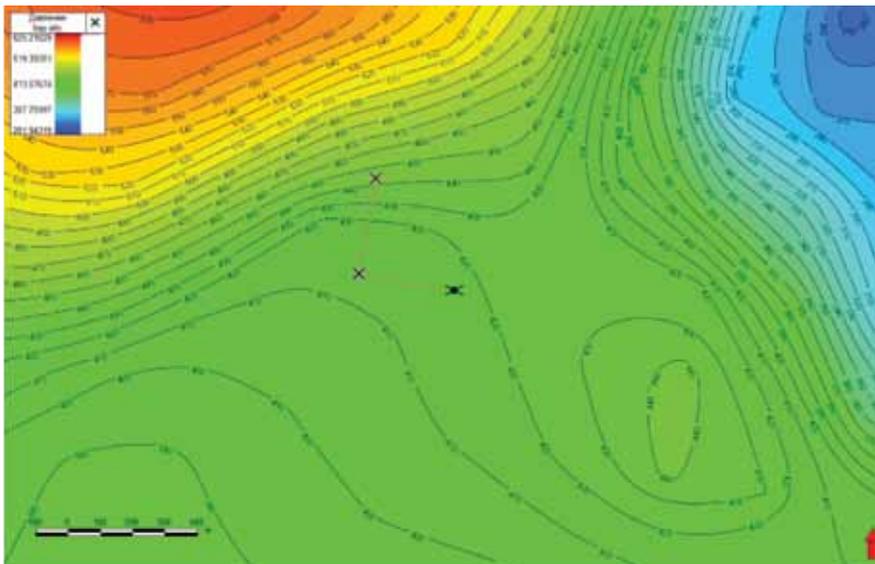
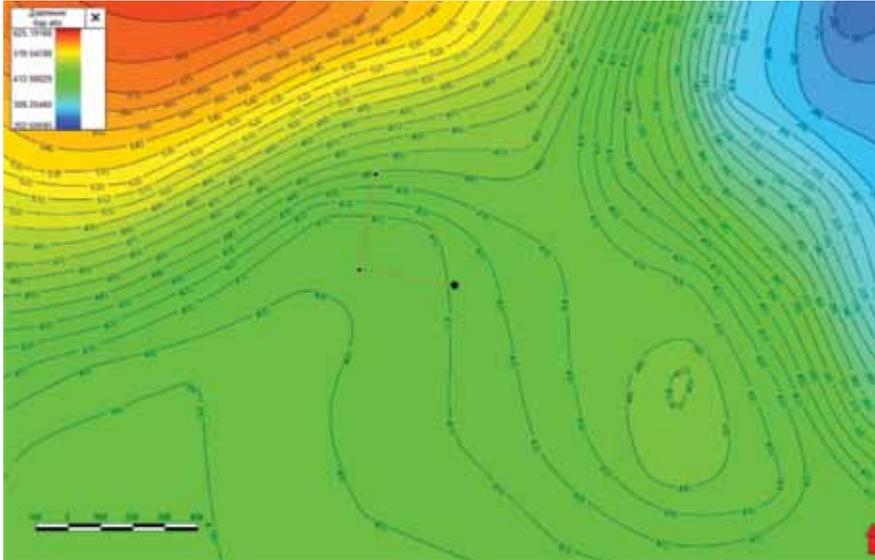


Рис. 4. Величина пластового давления в различный период времени в районе исследуемой скважины.

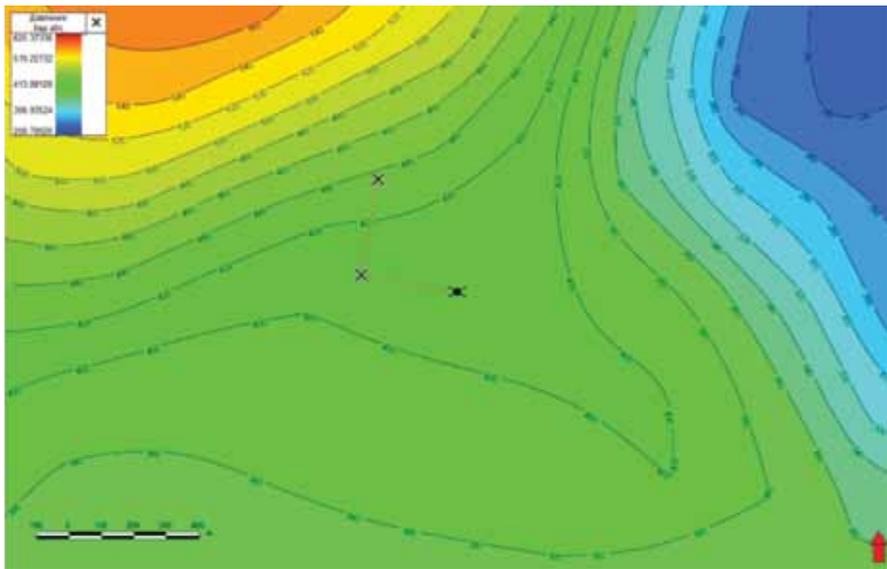
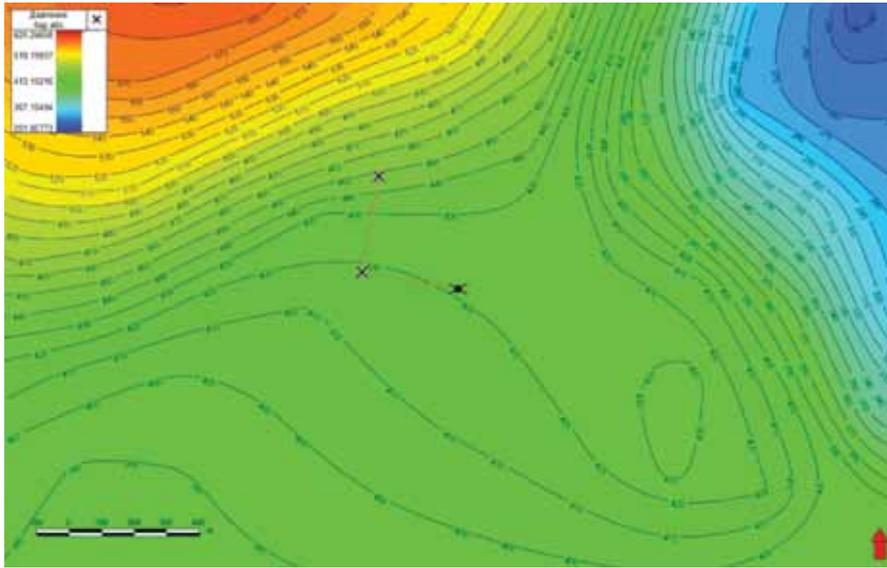


Fig. The value of reservoir pressure in a different period of time in the area of the investigated well.

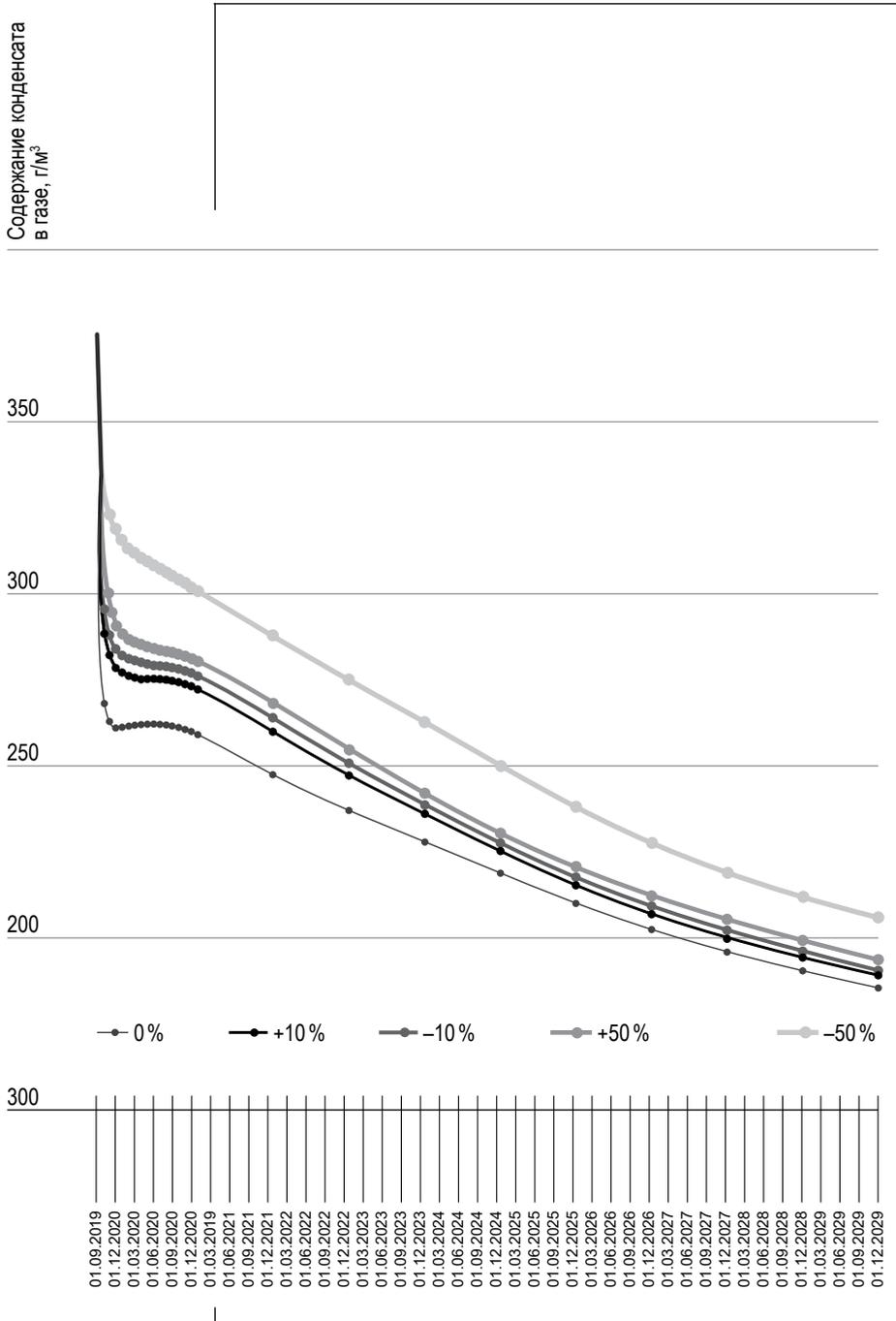


Рис. 5.

Динамика снижения содержания конденсата в зависимости от величины изменения депрессии на пласт.

Fig. 5. Dynamics of condensate content decrease depending on the magnitude of drawdown change in the formation.

товом газе, что в свою очередь приводит к увеличению потерь конденсата в залежи. Сохранение же максимального эффекта от периодической остановки скважины возможно при максимально возможном технологическом снижении депрессии.

Выводы

На основании выполненных исследований с целью повышения выработки запасов углеводородов и определению оптимальной длительности остановки скважин в условиях разработки ачимовских залежей Уренгойского месторождения выявлено, что продолжительность остановки (более 183 сут.) будет иметь негативное влияние на величину потенциального содержания конденсата в пластовом газе. Обосновано, что на эффективность периодических остановок влияет технологический режим эксплуатации скважин после запуска.

Также снижение депрессии на пласт позволяет сохранить эффект от обратного растворения конденсата в залежи посредством использования ее естественной энергетики.

Библиографический список

1. Абасов М.Т. и др. Проблемы повышения производительности газоконденсатных скважин на поздней стадии разработки месторождений // Геология нефти и газа. 2003. № 3. С. 48–52.
2. Аблаев А. и др. Технологии для закачивания и многостадийного ГРП для сложных горизонтальных скважин с АВПД Ачимовских залежей Уренгойского месторождения // SPE Russian Oil and Gas Exploration & Production Technical Conference and Exhibition (14–16 October, 2014) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-171277-RU>. DOI: 10.2118/171277-RU (дата обращения: 20.03.2023)
3. Булейко В.М. Обоснование методов активного воздействия на углеводородные залежи плотных низкопроницаемых коллекторов на основе экспериментальных исследований поведения флюидов в пористых средах // Вести газовой науки. 2011. № 2 (7). С. 110–123.
4. Волохова А.В. и др. Обзор методов повышения компонентоотдачи при разработках газоконденсатных месторождений // Наука. Инновации. Технологии. 2019. № 3. С. 19–48.

5. Граф Т. Вертикальная и горизонтальная интеграция для преодоления крайне сложных проблем при эксплуатации низкопроницаемых газоконденсатных пластов Ачимовской свиты. Электронный ресурс // 171169-RUS PE Conference Paper – 2014. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.onepetro.org/conference-paper / SPE-171169](https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-171169). (дата обращения: 20.03.2023)
6. Григорьев Б.А. и др. Обзор работ по теории фильтрации углеводородных систем // Вести газовой науки. 2017. № 2. С. 182–202.
7. Гриценко А.И. и др. Методы повышения продуктивности газоконденсатных скважин. М.: Недра, 1997. 364 с.
8. Гужов Н.А. Термогидродинамические основы добычи углеводородов при разработке газоконденсатных месторождений с воздействием на пласт: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2000. 474 с.
9. Жариков М.Г. и др. Практический опыт увеличения продуктивности газоконденсатных скважин в низкопроницаемых коллекторах более чем на 30 % благодаря комплексному подходу при строительстве и заканчивании скважин // SPE Russian Petroleum Technology Conference (26–28 October, 2015). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-176535-RU>. DOI: 10.2118/176535-RU (дата обращения: 20.03.2023)
10. Зайченко В.М. и др. Математическое и физическое моделирование теплового воздействия на газоконденсатные системы // Вести газовой науки. 2013. № 1 (12). С. 66–72.
11. Игнатъев А.Э. и др. Моделирование и исследование влияния «конденсатной банки» на продуктивность газоконденсатных скважин с ГРП // Нефтепромысловое дело. 2011. № 9. С. 19–24.
12. Инякин В.В., Мулявин С.Ф., Усачев И.А. Влияние нестационарного режима работы на продуктивность добывающих скважин Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2019. № 3 (135). С. 47–53.
13. Киреев С.В. Изучение механизма накопления конденсата в призабойной зоне пласта и методы повышения продуктивности газоконденсатных скважин: дис. ... канд. техн. наук. М., 2000. 143 с.
14. Корчажкина И.Ю. Математическое моделирование мероприятий по обработке призабойных зон газоконденсатных скважин различными агентами // Вести газовой науки. 2010. № 1. С. 82–91.

15. Назаров А.В. Развитие математического моделирования для проектирования и анализа разработки нефтегазоконденсатных месторождений: дис. ... д-ра техн. наук. Ухта, 2012. 427 с.
16. Умняев В.Г. Развитие методов акустического воздействия из скважин с целью повышения конденсатоотдачи пласта: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ухта, 2013. 23 с.
17. Шандрыгин А.Н. Воздействие на газоконденсатные пласты закачкой рабочих агентов // Недропользование XXI век. 2008. № 3. С. 74–77.
18. Шандрыгин А.Н. Методы повышения продуктивности газоконденсатных скважин, направленные на уменьшение или предотвращение накопления конденсата в призабойных зонах // Недропользование XXI век. 2008. № 6. С. 67–71.
19. Юдин А. Размер ГПП имеет значение: опыт разработки мощных ачимовских отложений Уренгойского газоконденсатного месторождения / А. Юдин и др. // SPE Russian Petroleum Technology Conference (16–18 October, 2017) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-187852-RU>. DOI: 10.2118/187852-RU (дата обращения: 20.03.2023)
20. Juntai Sh. et al. A New Deliverability Testing Method for Gas Condensate Wells // 131443-MS SPE Conference Paper – 2010 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.onepetro.org/conferencepaper/SPE-1314432> (дата обращения: 20.03.2023)

References

1. Abasov M.T. et al. Problems of improving the productivity of gas condensate wells at the late stage of field development // Geology of Oil and Gas. 2003. No. 3. P. 48–52. (In Russ.).
2. Ablaev A. et al. Completion and multi-stage hydraulic fracturing technologies for complex horizontal wells with HF of the Achimov deposits of the Urengoy field // SPE Russian Oil and Gas Exploration & Production Technical Conference and Exhibition (October 14–16, 2014) [Electronic resource]. URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-171277-RU>. DOI: 10.2118/171277-EN (accessed 20.03.2023). (In Russ.).
3. Buleiko V.M. Substantiation of methods of active impact on hydrocarbon deposits of tight low-permeability reservoirs based on experimental studies of the behavior of fluids in porous media // Vesti gazovoy nauki. 2011. No. 2 (7). P. 110–123. (In Russ.).

4. Volokhova A.V. et al. Review of methods for improving component recovery in the development of gas condensate fields // *Nauka. Innovations. Technologies*. 2019. No. 3. P. 19–48. (In Russ.).
5. Graf T. Vertical and horizontal integration to overcome extremely complex problems in the operation of low-permeability gas condensate reservoirs of the Achimov suite. Electronic resource // 171169-RUS PE Conference Paper – 2014 [Electronic resource]. URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-171169>. (accessed 20.03.2023). (In Russ.).
6. Grigoriev B.A. et al. Review of works on the theory of filtration of hydrocarbon systems // *Vesti gazovoy nauki*. 2017. No. 2. P. 182–202. (In Russ.).
7. Gritsenko A.I. et al. Methods for increasing the productivity of gas condensate wells. M.: Nedra, 1997. 364 p. (In Russ.).
8. Guzhov N.A. Thermohydrodynamic fundamentals of hydrocarbon production in the development of gas condensate fields with reservoir impact: Thesis ... Dr. tech. sciences. M., 2000. 474 p. (In Russ.).
9. Zharikov M.G. et al. Practical experience of increasing the productivity of gas condensate wells in low-permeability reservoirs by more than 30% due to an integrated approach in the construction and completion of wells // SPE Russian Petroleum Technology Conference (October 26–28, 2015) [Electronic resource]. URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-176535-RU>. DOI: 10.2118/176535-EN (accessed 20.03.2023). (In Russ.).
10. Zaichenko V.M. et al. Mathematical and physical modeling of thermal effects on gas condensate systems // *Vesti gazovoy nauki*. 2013. No. 1 (12). P. 66–72. (In Russ.).
11. Ignatiev A.E. et al. Modeling and study of the influence of the “condensate bank” on the productivity of gas condensate wells with hydraulic fracturing // *Neftepromyslovoe delo*. 2011. No. 9. P. 19–24. (In Russ.).
12. Inyakin V.V., Mulyavin S.F., Usachev I.A. Influence of non-stationary operation mode on the productivity of producing wells of the Urengoy oil and gas condensate field // *News of higher educational institutions. Oil and gas*. 2019. No. 3 (135). P. 47–53. (In Russ.).
13. Kireev S.V. Study of the mechanism of condensate accumulation in the bottomhole formation zone and methods for increasing the productivity of gas condensate wells: Thesis ... cand. tech. sciences. M., 2000. 143 p. (In Russ.).

14. Korchazhkina I.Yu. Mathematical modeling of measures to treat the bottomhole zones of gas condensate wells with various agents // *Vesti gazovoy nauki*. 2010. No. 1. P. 82–91. (In Russ.).
15. Nazarov A.V. Development of mathematical modeling for the design and analysis of the development of oil and gas condensate fields: Thesis ... Dr. tech. sciences. Ukhta, 2012. 427 p. (In Russ.).
16. Umnyaev V.G. Development of methods of acoustic impact from wells in order to increase condensate recovery of the formation: Abstract of the thesis dis. ... cand. tech. sciences. Ukhta, 2013. 23 p. (In Russ.).
17. Shandrygin A.N. Impact on gas condensate reservoirs by injection of working agents // *Subsoil use XXI century*. 2008. No. 3. P. 74–77. (In Russ.).
18. Shandrygin A.N. Methods for increasing the productivity of gas condensate wells aimed at reducing or preventing the accumulation of condensate in bottomhole zones // *Subsurface use XXI century*. 2008. No. 6. P. 67–71. (In Russ.).
19. Yudin A. et al. The size of hydraulic fracturing matters: the experience of developing thick Achimov deposits of the Urengoy gas condensate field // *SPE Russian Petroleum Technology Conference (October 16–18, 2017)* [Electronic resource]. URL: <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-187852-RU>. DOI: 10.2118/187852-EN (accessed 20.03.2023). (In Russ.).
20. Juntai Sh. et al. A New Deliverability Testing Method for Gas Condensate Wells // 131443-MS SPE Conference Paper – 2010 [Electronic resource]. URL: <https://www.onepetro.org/conferencepaper/SPE-1314432>. (accessed 20.03.2023).

Поступила в редакцию 21.12.2022, принята к публикации 20.04.2023.

Информация об авторе

Инякин Владислав Витальевич — ассистент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Тюменского индустриального университета.
E-mail: injakinvv@tyuiu.ru

Information about the author

Vladislav V. Inyakin — Assistant of the Department Development and Operation of Oil and Gas Fields of Tyumen Industrial University. E-mail: injakinvv@tyuiu.ru



НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета

Выпуск №2, 2023 г.

Т

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

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

Подписано в печать 20.06.2023 г. Выход в свет 27.06.2023 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.