

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета

ISSN 2308–4758



Выпуск № 1, 2021 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. экон. наук, профессор (Московский государственный университет, г. Москва); Лиховид А.А., д-р геогр. наук, профессор (СКФУ, г. Ставрополь); Бондарь Т.П., д-р мед. наук, профессор (Ставропольский медицинский университет, г. Ставрополь); Бородулин В.Б., д-р мед. наук, профессор (Саратовский ГМУ Росздрава, г. Саратов); 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); Кдаис Х.А.А., 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.г.н., доц. (Московский государственный университет, г. Москва); Полян П.М., д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва); Разумов В.В., д-р геогр. наук, профессор (ОАО «Российские космические системы», 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); Цатурян Л.Д., д-р мед. наук, профессор (Ставропольский государственный медицинский университет, г. Ставрополь)
Редакционная коллегия:	Бекетов С.Б., д-р техн. 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); Бондарь Т.П., д-р мед. наук, профессор (Ставропольский медицинский университет, 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)
Ученый секретарь:	к.г.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 Телефон Сайт E-mail:	355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1 (8652) 33-07-32 www.ncfu.ru nit_ncfu@mail.ru
ISSN	2308-4758

**«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, (High Mountain Geophysical Institute, Naichik); Vorobieva O.D., Doctor of Economics Sciences, Professor (Moscow State University, Moscow); Likhovid A.A., Dr. Geogr. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Bondar T.P., Dr. med. Sciences, Professor (Stavropol Medical University, Stavropol); Borodulin V.B., Dr. med. Sciences, Professor (Saratov State Medical University of Roszdrav, Saratov); 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), Kdais H.A.A., Cand. 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. geogr. Sciences (Central European University, Vienna); Nefedova T.G., Dr. Geogr. sciences, led. scientific. RAS employee (IG RAS, Moscow); Panin A.N., Ph.D., Assoc. (Moscow State University, Moscow); Polyan P.M., Dr. of Geogr. sciences, led. scientific. RAS employee (IG RAS, Moscow); Razumov V.V., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (JSC «Russian Space Systems», Moscow); Ryazantsev S.V., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics Sciences, Professor (Institute of Social and Political Research RAS, Moscow); Tikunov V.S., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Moscow State University, Moscow); Tsatryan L.D., Dr. med. Sciences, Professor (Stavropol State Medical University, Stavropol)
Editorial team:	Beketov S.B., Dr. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Gasumov R.A., Dr. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Kerimov A.G., Dr. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Bondar T.P., Dr. med. Sciences, Professor (Stavropol Medical University, 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., Doctor of Phys.-Math. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Erin K.V., Doctor of Phys.-Math. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Zakinyan A.R., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Zakinyan R.G., Doctor of Phys.-Math. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Coitie B.K., Dr. of Biol. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Lukyanov V.T., Dr. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Lysenko A.V., Dr. of Geogr. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Polyan P.M., Dr. of Geogr. sciences, led. scientific. RAS employee (IG RAS, Moscow); Razumov V.V., Dr. of Geogr. Sciences, Professor (Chief Researcher of JSC Russian Space Systems, Moscow); Timchenko L.D., Doctor of Veterinary Medicine. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Tolpaev V.A., Doctor of Phys.-Math. Sciences, Associate Professor (NCFU, Stavropol); Fedorova N.G., Dr. sciences, professor (NCFU, Stavropol); Shalnev V.A., Dr. of Geogr. sciences, professor (NCFU, Stavropol)
Scientific Secretary:	Ph.D., Assoc. prof. Soloviev I.A.
Certificate	ПИ № ФС77–52723 dated February 8th 2013.
The Index	The Journal is included in the DB «Russian index of the scientist quoting» The journal «Bulletin of the Stavropol state University» renamed in the journal «Science. Innovations. Technologies» due to renaming of the founder.
Address Phone Site E-mail:	355017, Stavropol, Pushkin street, 1 (8652) 33-07-32 www.ncfu.ru nit_ncfu@mail.ru
ISSN	2308-4758

СОДЕРЖАНИЕ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», № 1, 2021

25.00.12	ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
	Харченко В.М., Лапта Д.В.	
	Фракталы в геологии, геотектонические и геодинамические аспекты	7
	Kharchenko V.M., Lapta D.V.	
	Fractals in Geology, Geotectonic and Geodynamic Aspects.	8
25.00.17	РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
	Ваганов Е.В., Краснов И.И., Томская В.Ф., Левитина Е.Е.,	
	Опыт проведения вир на скважинах эксплуатирующих газоконденсатные залежи берегового месторождения	27
	Levitina E.E., Krasnov I.I. Tomskaya V.F., Vaganov E.V.	
	Experience in Conducting Vir on Wells Operating Gas Condensate Deposits of the Beregovoye Field	28
	Инякина Е.И., Катанова Р.К., Инякин В.В., Альшейхли М.Д.	
	Изучение влияния остаточной нефти на пластовые потери конденсата на среднеботуобинском нефтегазоконденсатном месторождении	39
	Inyakina E.I., Katanova R.K., Inyakin V.V., Alsheikhly M.J.Z	
	Study of the Influence of Residual Oil on Condensate Losses at Srednebotuobinskiy Oil and Gas Condensate Field	40

25.00.23	ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)	
	Сигида С.И.	
	Кровососущие комары (diptera, culicidae) ландшафтных провинций Ставропольского края – переносчики малярии	53
	Sigida S.I.	
	Blood-sucking mosquitoes (diptera, culicidae) of the landscape provinces of the Stavropol'sky krai-carriers of malaria	54
25.00.24	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ	
	Катровский А.П., Нижникова А.К.	
	Российско-белорусское приграничье как межстоличный регион	65
	Katrovskiy A.P., Nizhnikova A.K.	
	Russian-Belarusian Border Region as an Intercapital Region	66
	Тикунов В.С., Белоусов С.К.	
	Интегральная оценка и картографирование антропогенного воздействия на природную среду регионов России.	89
	Tikunov V. S., Belousov S. K.	
	Integrated Assessment and Mapping of Anthropogenic Impact on the Natural Environment of Russian Regions	90
	Михайлова А.А., Михайлов А.С.	
	Типы знания в новой экономике	107
	Mikhaylova A.A., Mikhaylov A.S.	
	Types of Knowledge in the New Economy	108
25.00.30	МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ	
	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.	125

Volkova V.I., Badakhova G.Kh., Barekova M.V., Kaplan G.L.	
Atmospheric Circulation Transitional Period Features and Variations of Springbeginning Dates in Central Cis- caucasia	126
Геккиева С.О.,	
Изменение режима осадков в регионе Северного Кавказа при искусственном регулировании осадков	139
Gekkieva S.	
Change of Precipitation Regime in the North Caucasus Region Under Artificial Regulation of Precipitation.	140
25.00.36	Геоэкология (по отраслям)
Бондарь Е.В., Мовсесова В.В.	
Сравнительный анализ эколого-хозяйственного со- стояния (баланса) территорий велаятов Республики Туркменистан	149
Bondar E.V., Movsesova V.V.	
Comparative Analysis of the Ecological and Economic Condition of The Territories of the Velayats of the Re- public of Turkmenistan	150
Пещанская Е.В., Лиховид Н.Г.	
К методике мониторинга экспозиционно-экспери- ментальных участков луговых степей, созданных методом посадки дерна.	161
Peshchanskaya E.V., Likhovid N.G.	
To the Methodology of Monitoring of Expositional- experimental Meadow Steppes Created by the Method of Turf Planting	162
Рецензия	
И.А. Соловьев, В.С. Белозеров	
«Необыкновенный путь географа: от юношеского вдохновения пространством до выдающегося уче- ного»	173

25.00.12
УДК 550.814:528.71

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Харченко В.М.,
Лапта Д.В.**

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия
d.lapta@yandex.ru

ФРАКТАЛЫ В ГЕОЛОГИИ, ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.1

Введение:

в работе рассматриваются общие представления о фракталах, их геодинамические и геотектонические аспекты. Приводится пример наиболее очевидных фракталов – структур центрального типа, в частности, структур растяжения. В результате их интерпретации показана связь с полезными ископаемыми), экологическими условиями и сейсмичностью территорий глобального, регионального и локального планов.

Материалы и методы исследований:

Теоретической основой данных исследований являются: ротационная концепция тектогенеза [7], флюидодинамическая теория Б.А.Соколова [6], представления о полях тектонических напряжений и землетрясениях М.В. Гзовского [3], теория «геосолитонов» Р.М. Бембеля [1] и концепция природы структур центрального типа В.М.Харченко [7, 8]. Основными методами научных исследований использовались: 1. Дистанционный – системно-аэрокосмический; 2. Метод подобия и аналогий; 3. Структурно-метрический; 4. Ландшафтно-индикационный; 5. Аксиоматический. Результаты исследований и их обсуждение: для подтверждения связи фракталов с полезными ископаемыми, сейсмичностью и экологическими условиями автором выполнено дешифрирование космических снимков, топокарт, физикогеографических карт и даже глобуса с выделением фракталов (СЦТ) различного ранга с последующей их интерпретацией и наложением карт полезных ископаемых, известных аномальных явлений (типа Бермудского треугольника, Тунгусского события и т.д.). В результате получены в отдельных случаях поразительные сведения, позволяющие объяснить известные феномены (места образования торнадо и тайфунов, падение метеоритов, происхождение нефтяных болот и озер, место происхождения землетрясений и вулканоплутонической деятельности, пути миграции вредных загрязняющих веществ на поверхности земли и в верхних слоях земной коры и т.д.). Так, в пределах известно Астраханского ГКМ при фрактальном анализе выявляются пути миграции загрязняющих веществ (радионуклидов) по зонам интерференции участков разряжения и участки возможной их аккумуляции в пойме и дельте реки Волга. Таких примеров можно привести по любым территориям России и др. стран.

Выводы:

в результате проведенных исследований выявлено, что СЦТ являются наглядным примером фракталов геологии, при интерпретации которых доказана возможность вести поиски месторождений полезных ископаемых в том числе нефти и газа, прогнозировать природные аномальные явления, экологические условия и сейсмичность различных по масштабам территорий.

Ключевые слова:

фракталы, структуры центрального типа, структуры растяжения, линейменты, геодинамические центры, зоны сжатия, зоны растяжения, узловые точки, рудонефтегазогеологическое районирование.

Kharchenko V.M.,
Lapta D.V.

North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

Fractals in Geology, Geotectonic and Geodynamic Aspects

- Introduction:** the paper deals with the general concepts of fractals, their geodynamic and geotectonic aspects. An example is given of the most obvious fractals – structures of the central type, in particular, stretching structures. As a result of their interpretation, a connection with minerals), ecological conditions and seismicity of the territories of the global, regional and local plans is shown.
- Materials and research methods:** The theoretical basis of these studies is: the rotational concept of tectogenesis [7], the fluid-dynamic theory of B.A.Sokolov [6], the concept of tectonic stress fields and earthquakes by M.V. Gzovsky [3], the theory of "geosolitons" by R.M. Bembel [1] and the concept of the nature of structures of the central type by VM Kharchenko [7, 8]. The main methods of scientific research were used: 1. Remote – system-aerospace; 2. The method of similarities and analogies; 3. Structural and metric; 4. Landscape-indication; 5. Axiomatic. Research results and their discussion: to confirm the relationship of fractals with minerals, seismicity and environmental conditions, the author deciphered space images, topographic maps, physical geographic maps and even a globe with the allocation of fractals (SCT) of various ranks with their subsequent interpretation and overlaying maps of minerals known anomalous phenomena (such as the Bermuda Triangle, the Tunguska event, etc.). As a result, in some cases, astounding information was obtained that makes it possible to explain the known phenomena (places of formation of tornadoes and typhoons, falling meteorites, the origin of oil swamps and lakes, the place of origin of earthquakes and volcanoplutonic activity, migration routes of harmful pollutants on the earth's surface and in the upper layers of the earth's crust. etc.). Thus, within the known Astrakhan gas condensate field, fractal analysis reveals the migration paths of pollutants (radionuclides) through the zones of interference of the discharge areas and areas of their possible accumulation in the floodplain and delta of the Volga River. Such examples can be cited in any territory of Russia and other countries.
- Conclusions:** as a result of the conducted studies, it was revealed that SCTs are a clear example of geological fractals, the interpretation of which proved the possibility of searching for mineral deposits, including oil and gas, predicting natural anomalous phenomena, environmental conditions and seismicity of territories of different scales.
- Key words:** fractals, central-type structures, extension structures, lineaments, geodynamic centers, compression zones, extension zones, nodal points, ore-oil and gas geological zoning.

Введение

Актуальность данных исследований заключается в необходимости выявления геометрических закономерностей в распределении и образования различных структурных элементов и целых структур на земной поверхности их связи с тектоническими структурами и геодинамическими процессами, рудонефтегазоносностью, вулканической деятельностью и сейсмичностью территорий различной размерности и конфигурации, в выявлении конкретной взаимосвязи науки о земле (геологии) и математики (геометрии).

В 1975 году французский математик Бануе Мальденброт сделал революцию в геометрии, введя понятие фрактал, что означает дробный, часть, для обозначения нерегулярных, но самоподобных фигур, которыми он занимался. Самоподобие – главный атрибут фракталов геометрии,

встречается в природе повсеместно. Это приближение к природе на языке математики и является фрактальной геометрией природы.

Геометрическое описание объектов в геологии нашло отражение в таких базовых понятиях как морфология, структура, текстура, дислокация и многие другие.

По традиции интуитивного понимания геометрии геологических структур служат Эвклидовы фигуры: прямые линии, окружности, сферы, плоскости и т.д., а любые отклонения от этих форм объясняется некими деструктивными процессами (складчатостью, разломами и т.д.).

Фрактальность геологических тел может рассматриваться от кристаллов до залежей полезных ископаемых, в принципе они являются фундаментальной особенностью не только Земли, но и других планет и даже Вселенной.

По мнению автора данной работы, наиболее наглядным примером фракталов в геологии являются структуры центрального типа, с которыми связываются не только полезные ископаемые, но и экологические условия и сейсмичность различных по размерам территорий. Структуры центрального типа (СЦТ) рассматриваются совместно с линеаментами (разрывными нарушениями) и рисунками гидросети, по которым диагностируются СЦТ и линеamentы. Особо выделяются СЦТ в форме «разбитой тарелки» или своеобразные структуры растяжения, которые трактуются как следы катастрофических землетрясений (сейсмодислокации).

Материалы и методы исследований

Ротационная концепция тектогенеза.

Комплексность решения вопроса тектогенеза состоит в последовательности и логической согласованности основных фундаментальных особенностей Земли и планет земной группы: вращения и колебательных движений, дифференциация вещества по плотности и его инверсия, конвекция и спиральная циркуляция вещества, цикличность и нелинейность геологических процессов. Следствием проявления эти особенностей являются: ротационная тектоника, плюмтектоника, ринг и блоктектоника. Рингтектоника или современные представления о структурах центрального типа (СЦТ) является закономерным следствием ротационной и плюмтектоники. Ротационные процессы в геологии позволяют наиболее объективно оценить роль экзогенных факторов в тектогенезе Земли и планет Земной группы.

При дифференциации вещества, как в результате ротации Земли, так и при выделении тепла в процессе радиоактивного распада, очевидна конвекция вещества, т.е. подъем более лёгкого вещества к поверхности и опускании «менее горячего» более плотного вещества в

обратном направлении. Движения вещества в неоднородной среде, в мантии и даже в земной коре происходит по спиралевидной траектории (согласно уравнению Бернулли). Основные направления движения вещества по спиралевидной траектории, по нашим представлениям, согласуются с осями симметрии куба или октаэдра, что подтверждается наличием постоянных зон тектонической активизации в определённых точках поверхности Земного шара. По данным Ван Баммелена (1966), Ю.М. Пушаровского и др. (1989), Е.Е. Милановского (1991), зоны восходящих магматических расплавов или флюидов приурочиваются к центральным частям Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Такие же зоны восходящих и нисходящих потоков флюидов вероятны в Антарктиде и на Северном Ледовитом океане, что согласуется с выделенными геодинамическими центрами первого порядка, которые являются соответственно центрами СЦТ.

Таким образом, при движении флюидов к земной поверхности происходит диссипация энергии на границах геолого-геофизических сред, причём закономерно в двух направлениях, согласно основным направлениям полей тектонических напряжений – вертикально вверх (нормальное напряжение) и под углом 45° (максимальное касательное напряжение). В результате вращения Земли и изменению ее скорости, разрядки или постоянного действия этих напряжений при магматическом диапиризме, на земной поверхности образуются (согласно теории Эйлера (1877) линейные и дугообразные трансформные разломы большой протяженности (тысячи км), которые в целом формируют радиально-концентрические структуры центрального типа или кольцевые структуры глобального плана, представляя модель в виде «разбитой тарелки».

В основе тектогенеза лежит ротационная геотектоника, которая порождает плюмтектонику, а следствием последней является ринг – и блоктектоника.

Флюидодинамическая модель Б.А. Соколова

Флюидодинамическая гипотеза нефтеобразования развивает идеи, появившиеся в некоторых НГБ (И.М. Губкин, 1920–1940-е гг.), опиравшемся на общность геологического строения отдельных территорий, и в дальнейшем переросшем в общее бассейновое направление (И.О. Брод, Н.Б. Вассоевич, В.Е. Хаин, И. В. Высоцкий, 1950–1960 гг.), которое подробно рассматривало историю формирования очагов генерации УВ.

Гипотеза возникла во второй четверти XX века и базируется на способности осадочных пород расслаиваться в процессе литогенеза на зоны уплотнения и разуплотнения. По мере развития бассейнов образуются насыщенные флюидами зоны разуплотнения, которые находят-

ся в условиях повышенного давления, и, вследствие этого, создается флюидодинамическая система.

Большую роль в развитии флюидодинамической концепции нефтеобразования сыграли идеи о саморазвитии и самоорганизации открытых неравновесных систем, разрабатываемых И.Р. Пригожиным, а применительно к геологии Ю.М. Пушаровским. Наиболее полно флюидодинамическую модель описал Б.А. Соколов. Идеи Пушаровского выражаются в трех положениях:

1. Установление закона вертикальной тектонико-петрологической расслоенности литосферы и верхней мантии (зоны уплотнения и разуплотнения);
2. Разуплотненные зоны представляют собой вместилища природных породных растворов и расплавов (ППРР);
3. Алюиды, насыщающие зоны разуплотнения, при нагреве значительно повышают внутреннее давление и за счет этого расширяются;

Последнее приводит к созданию своего рода гидравлической подушки, которая приподнимает и/или прорывает вышележащие слои.

В итоге возникает неравновесная и неустойчивая система, позволяющая, с одной стороны, перемещаться отдельным блокам земной коры относительно друг друга в вертикальном и горизонтальном направлениях, а с другой -- за счет прорыва флюидов осуществлять тепломассообмен из глубоких частей Земли в ее верхние горизонты (рис. 1).

Флюидодинамическая модель предоставляет возможность роста оценки генерационного потенциала нефтематеринских толщ каждого энергетического уровня за счет влияния флюидных потоков из ниже лежащих горизонтов. Оно же может привести к локальной инициализации вещества, не достигшего уровня генерации УВ в основном своем объеме. Также существенно повлиять на оценку количества ресурсов может наличие подфундаментальных бассейнов

Геосолитонная концепция Р.М. Бембеля.

Роберт Михайлович Бембель — профессор кафедры «Разведочная геофизика» ТюмГНГУ, доктор геолого-минералогических наук, научный консультант ОАО «Хантымансийскгеофизика», автор книг по естествознанию, геологии, геофизике. В своей научной концепции о геосолитонах и функциональной системе Земли он излагает новый взгляд на происхождение и формирование залежей полезных ископаемых [1].

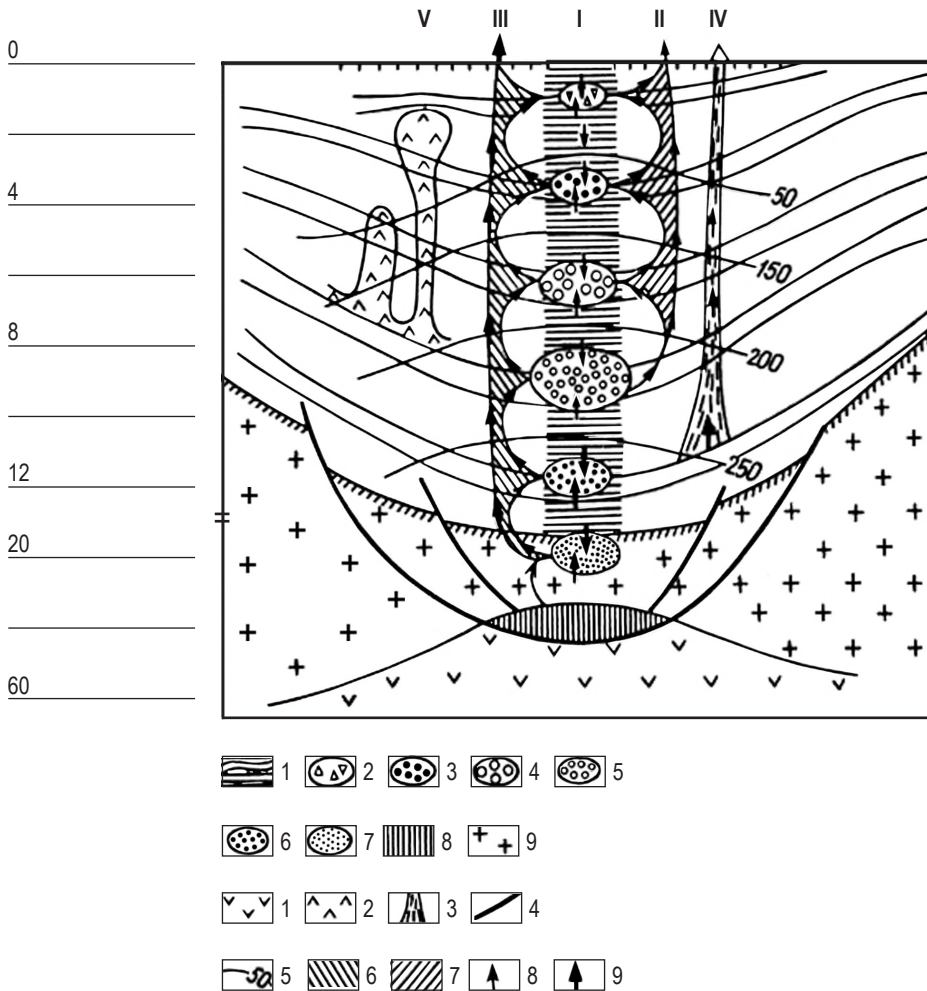


Рис. 1.

Флюидодинамическая модель нефтеобразования [Соколов Б.А, 1999]:

1 – осадочный разрез в зонах погружения (I), 2–7 – флюидонасыщенные зоны разуплотнения, 2 – нефтегазовая, 3 – ГЗН, 4 – ГЗГ, 5 – термального газа, 6 кислотных газов, 7 – газорудная); 8 – астеносфера, 9 – земная кора, 10 – верхняя мантия, 11 – соляные купола (V); 12 – грязевые диапиры (VI); 13 – литрические нарушения; 14 – изотермы, °C; 15 – перемещение не УВ теплоносителей (III); 16 – перемещение углеводородных потоков (II); 17 – направление движения УВ; 18 – направление движения водноуглекислых флюидов.

Fig. 1. Fluidodynamic model of oil formation (Sokolov B.A., 1999): 1 – sedimentary section in immersion zones (I), 2-7 – fluid-saturated decompression zones (2 – oil and gas, 3 – GZN, 4 – GZG, 5 – thermal gas, 6 acid gases, 7 – gas); 8 – asthenosphere, 9 – crust, 10 – upper mantle, 11 – salt domes (V); 12 – mud diapirs (VI); 13 – lithic violations; 14 – isotherms, °C; 15 – movement of non-hydrocarbon coolants (III); 16 – movement of hydrocarbon streams (II); 17 – the direction of movement of the hydrocarbon; 18 – the direction of movement of water-carbonic fluids.

Спор о происхождении нефти относится к числу «великих геологических споров», который остается все еще не завершенным. Существуют две традиционные гипотезы. Одна утверждает, что нефть образована органическим путем из остатков растений и животных, живших миллионы лет назад. Вторая доказывает неорганическое происхождение нефти. Сторонники той и другой гипотез говорят о невозможности восстановления извлекаемых запасов углеводородов.

Решение, которое предлагает профессор Роберт Бембель, не противопоставляет, а взаимно объединяет и дополняет все современные теории: для образования нефти необходимо и органическое вещество, и неорганическое. Основными элементами являются водород и неистощимая, движущаяся из ядра к поверхности энергия Земли. Вследствие этого, все месторождения полезных ископаемых, в том числе и нефтегазовые, могут восстанавливать свои природные запасы.

За последние 30 лет в мировой нефтегазовой практике накоплен значительный опыт, не вписывающийся в традиционные теории происхождения и формирования углеводородов. Многие научные разработки говорят о способности восстановления извлекаемых запасов. Опираясь на теории Ярковского, Вернадского, Эйнштейна, Шипова, а также на результаты многолетних геофизических исследований была разработана геосолитонная концепция. Она указывает на глубинные источники энергии Земли и Космоса, которые обеспечивают образование месторождений и восстановление природных ресурсов.

Бембель Р.М. рассматривает в своих работах единый геосолитонный механизм формирования месторождений разных типов (наиболее часто встречаемые в пределах западной Сибири).

Общим для всех типов месторождений является наличие специфических «корней», уходящих от каждого из них глубоко в недра, пересекающих отложения платформенного чехла и теряющихся на геофизических материалах где-то в районе фундамента. Общим принципом для всех этих месторождений является то, что главным поставщиком «строительного материала» для углеводородов являются внутренние геосферы Земли, т.е. ядро, мантия и нижние слои земной коры. Сам «строительный материал», который поступает из глубинных геосфер, представляет собой различные виды газов, размеры молекул которых чрезвычайно малы (диаметр их молекул в диапазоне 10^{-4} – 10^{-9} м). Размер трещин, по которым может осуществляться эта транспортировка, порядка одного микрона (10^{-6} м). На геофизических разрезах эти тонкие вертикальные каналы могут заметить лишь опытные геофизики.

В своей работе Бембель описывает разные типы залежей и свойственные им геосолитоны. Повышенный интерес автор проявляет к малоразмерным амплитудным ловушкам. Подобные размеры ловушек се-

годня становятся интересны для промышленных целей, т.к. запасы УВ в этих месторождениях определяются не столько поперечными размерами отдельных залежей, сколько их глубинными связями с нижележащими геосферами. Этот новый геосолитонный принцип и породил повышенный интерес к малоразмерным в плане амплитудным ловушкам.

Проблема в том, что малоразмерные амплитудные ловушки либо вообще не картируются при стандартных методах поисков и разведки из-за слишком редкой сети геофизических измерений, редкой системы скважин и т.д., либо вносят значительные искажения в геометрические формы морфологии структурных поверхностей, карты тех или иных геофизических параметров, расчетных параметров и т.д. Поэтому Бембель рекомендует повышать пространственную разрешенность результатов геофизических наблюдений как минимум в несколько раз (в 2–3 раза).

Геосолитоны — это частицеподобные волны квантовой природы (излучения), непрерывно рождающиеся в ядре планеты, объединяющиеся в потоки и стремящиеся к выходу в космическое пространство, как лучи Солнца. Геосолитоны — это жизненная сила и энергия планеты. На всем пути из земных глубин эта энергия взаимодействует с другими физическими полями и участвует во всех геологических процессах. Кроме того, импульсные выходы мощных потоков энергии создают и природные катастрофы: извержения вулканов, ураганы, тайфуны.

По мнению Бембеля формирование месторождений связанное с геосолитонами происходит следующим образом:

Порождаясь в ядре Земли, геосолитоны начинают свое движение вихревыми спиралеобразными потоками, не имеющими четкого направления, но стремящимися выйти в атмосферу. Приближаясь к выходу из геосферы, они ориентируются строго вертикально к поверхности, образуя «столбы» движущихся потоков энергии.

Формирование вертикальных геосолитонных «трубок» может начинаться с глубин в 30 км от поверхности и выше, что показывают результаты геофизических исследований. В пределах диаметра мощных «трубок» (100–200 м) в миллион раз увеличиваются скорости всех физических и химических процессов, по сравнению с остальным геологическим пространством. Возникающие физико-химические процессы органических и неорганических соединений в районе таких вертикальных потоков глубинной энергии способствуют ускорению образования различных полезных ископаемых. Начиная свое формирование в зоне вертикальной «трубки», масса рожденного вещества (в частности, нефти, газа и воды) под высоким давлением непрерывно двигающейся энергии геосолитонов «растекается» горизонтально по трещинам и порам.

Тонкая система микротрещин в геологических породах обеспечивает прохождение по «трубкам» наиболее летучих газов из глубо-

ких геосфер, в частности, протонного газа. Высокая температура и повышенное содержание водорода на пути геосолитонов создает благоприятные условия для образования углеводородов. Иногда образуются целые «гирлянды» нефтегазовых месторождений, нанизанных на «трубки». Кроме того, залежи на такой «трубке» могут отличаться по типу химического вещества. Глубоко внизу — алмазы, золото, платина, а над ними, в осадочных породах — месторождения нефти и газа.

Концепция природы структур центрального типа (СЦТ).

Структуры центрального типа (СЦТ) являются результатом как импульсной так и постоянно действующих нормальных и максимальных касательных древних, новейших и современных тектонических напряжений, связанных с процессами магматического, соляного, глинистого и нефтяного диапиризма в условиях пульсации и неравномерного вращения Земли вокруг своей оси, Солнца и центра Галактики. Представляется конкретная схема образования как «структурных линий», образующих структуры центрального типа, так и линеаментов, которые имеют различное пространственное соотношение с СЦТ.

По нашим представлениям, многочисленные «структурные линии» или концентрические тектонические нарушения, являются результатом разрядки максимальных касательных напряжений из одного энергогенерирующего центра, который приурочен к центру максимальной структуры центрального типа, выделенной в пределах региона, диагностирующегося по рисункам гидросети или узлам пересечения линеаментов. Глубина до главного энергогенерирующего центра, согласно правилу распространения нормальных и максимальных касательных тектонических напряжений, а также закону скалывающих напряжений, равна радиусу максимальной структуры центрального типа в пределах региона.

Центры структур центрального типа меньшего ранга являются местами накопления энергии в различных по физическим свойствам сравнительно упругих и плотных слоях земной коры или мантии при диссипации энергии главного очага. При достижении предела прочности этих слоев, наступает деформация их с действием волн напряжений в двух направлениях: строго вертикально (создавая нормальное напряжение) и под углом 45° (максимальные касательные напряжение), согласно закону скалывающих напряжений. Таким образом, волны напряжений, встречая на своем пути сравнительно плотные и упругие среды, преломляются в них в двух направлениях. В результате напряжений в слоях происходит их деформация и образование, как трещин отрыва, так и трещин скалывания. Согласно данным М.В. Гзовского (1975), параллельно направлению действия напряжений образуются

трещины скалывания только в глинистых породах, в других породах направление осей трещин несколько отличается от направления напряжений. Основные деформации будут наблюдаться в основном на границе сред (в местах действия стоячих волн). В пластичных средах (соли) волны напряжений или сейсмические волны, как известно, будут затухать или значительно ослабевать. При подходе этих волн напряжений к поверхности земли, где отмечается резкая смена сред, будет наблюдаться деформация поверхности (т.е. растрескивание пород, слагающих поверхность).

Таким образом, на земной поверхности постоянно проявляются многочисленные землетрясения различной интенсивности. При ударе метеорита или других космических тел, в результате импульсной разрядки напряжений в земной коре зоны образуются зоны разломов, в местах пересечения которых имеют место процессы декомпрессии, провоцирующие вулканическую и интрузивную деятельность, следами которой являются СЦТ. В процессе образования СЦТ в местах интерференции волн и наличия упругих и плотных сред проявляются более выраженные трещины на поверхности. В результате экзогенных факторов места трещиноватости будут, естественно, преобразовываться и значительно отличаться от соседних участков, не подвергающихся деформации (растрескиванию). В ландшафте эти участки отличаются условиями увлажнения, характером мезо- и микрорельефа, почв и растительности, для них характерна своя геохимическая обстановка [А.И. Касымов, 1980].

Таким образом, системы дуг-концентров на земной поверхности отражают вертикальные движения слоистой земной коры, неоднородной по упругости и плотности даже мантии, (результат «дыхания» (пульсации) Земли) или результат разрядки напряжений при метеоритной бомбардировке поверхности Земли.

Из вышеописанных представлений о характере распространения нормальных и максимальных касательных напряжений вытекает вывод об очень простой зависимости между размером радиусов кольцевых структур (или вернее концентров-дуг) и глубиной до упругих и сравнительно плотных сред. Эта зависимость выражается элементарной формулой $R = f(H)$, которая теоретически подтверждается законом скалывающих напряжений и представлениям М.В. Гзовского о распространении максимальных касательных напряжений под углом 45° по отношению к нормальным напряжениям, статистическими данными Г.И. Худякова, Б.В. Ежова (1999), расчётами А.И. Петрова (1968) и исследованиями Е.А. Мясникова (2004) и, наконец, результатами геофизики и бурения скважин на нефть и газ на территории Калмыкии (Нурин-Хагская, Касаткинская и Северо-Шаджинская площади) (рис. 2).

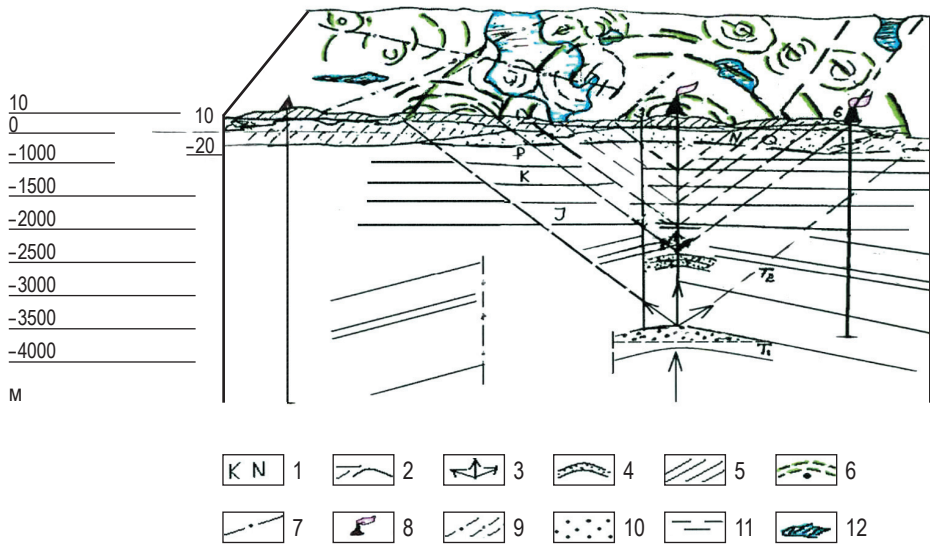


Рис. 2.

Факт соответствия радиусов структуры центрального типа глубинам до отражающих сейсмических горизонтов и их перегибов в центральной части (Касаткинская площадь в Калмыкии) Харченко В.М. 2012 г.: 1 – возраст пород; 2 – геолого-сейсмические горизонты; 3 – распределение нормальных и касательных напряжений; 4 – песчаники газонасыщенные; 5 – суглинки покровные; 6 – дуги-концентры; 7 – тектонические нарушения, линеаменты; 8 – скважины; 9 – супеси; 10 – пески; 11 – глины; 12 – саги (глинистые поверхности).

Fig. 2. The fact of the correspondence of the radii of the central type structure to the depths to the reflecting seismic horizons and their bends in the central part (Kasatkinskaya area in Kalmykia) Harchenko V.M. 2012: 1 – age of rocks; 2 – geological-seismic horizons; 3 – distribution of normal and shear stresses; 4 – gas saturated sandstones; 5 – cover loams; 6 – arc concentrates; 7 – tectonic disturbances, lineaments; 8 – wells; 9 – sandy loam; 10 – sands; 11 – clay; 12 – sagas, (clay surfaces).

Методология, техника выделения и оценки достоверности фракталов.

Фракталы – как самоподобные структуры сетей, горных рельефов, тектонических нарушений различного ранга и т.д. выделяются в первую очередь на аэрокосмических фотоснимках по прямым и косвенным дешифровочным признакам, которые в той иной мере подтверждаются на топографических, геоморфологических физико-

географических, почвенных, геоботанических, геологических и других тематических картах.

Особое место среди фракталов занимают структуры центрального типа (СЦТ), которые автором интерпретируются с целью выявления полезных ископаемых, оценки экологических условий и сейсмичности исследуемой территории.

Исследования проводятся в несколько этапов:

На первом этапе научных исследований территории подбирается исходный материал в соответствии с масштабом исследования (на глобальном, региональном и локальном уровнях), начиная с изучения Земли в целом, отдельных континентов или океанов, отдельных регионов, областей и наконец районов или участков известных месторождений или важных народно-хозяйственных объектов (городов, водохранилищ с ГЭС и АЭС, участков экологического бедствия и т.д.).

Специально подбираются наиболее качественные и разнообразные космические и аэрофотосъемки, обязательно параллельно с топографическими картами необходимого масштаба (для глобальных исследований возможно использование известных физико-географических карт и глобусов различного масштаба).

На втором этапе проводится тщательный анализ подобранных материалов с основной задачей выявления достоверных контуров или дуг-контуров минимум двух структур центрального типа. Максимальный радиус которых не должен превышать половины ширины планшета размерностью А4. Эти две СЦТ должны быть обязательно сопряженными или имеющими две точки пересечения. Последние являются основным или предполагаемым геодинамическим центром для третьей и последующих СЦТ. Так же возможно смещение этого центра на расстояние не более четверти радиуса, при условии выявления в контуре окружности одного или более достоверных контуров, подтверждающих СЦТ такого базового размера по радиусу. Далее продолжается выделение СЦТ по последующим точкам пересечения до полного заполнения планшета и получения своеобразной геометрии центров с масштабом СЦТ одного максимально радиуса. Как правило получается определенная геометрическая структура, состоящая из рядов треугольников или ромбов, вполне определенного размера, а при интерпретации получается своеобразный орнамент. Нередко эта структура нарушается при отклонении центров на некоторое расстояние, которое вполне обосновывается достоверными контурами СЦТ.

Идеальным случаем является точное совпадение достоверных контуров с дугами-концентрами СЦТ, центр которых точно приурочиваются к точке пересечения.

Однако смещение центра не должно смущать дешифровщика ис-

пользуя такое, так как это может являться важным фактором о перестройке структурного плана, который можно объяснить очередной тектономагматической активизацией этой территории, которая и обуславливает смещение центров СЦТ и нарушение общей геометрии рисунка или картины фракталов. Самым важным на этом этапе, является достоверность выделения контуров или концентров двух базовых СЦТ. В идеале должно проводиться сравнительно детальное описание или подтверждение природы этих контуров, которые должны подтверждаться как минимум двумя источниками информации (космической съемкой, топографическими или флюидо-географическими картами).

Следует особо отметить, что на указанных материалах отображаются в основном следы современных и новейших тектонических движений и реже древних в форме СЦТ. Последние нами и представляются основным объектом дальнейших исследований.

Третьим этапом этих исследований является интерпретация СЦТ, с выделение геодинамических центров, зон сжатия, разряжения и участков их наложения, узловых точек или зон субвертикальной деструкции.

По существу, проводится кропотливая работа по выделению СЦТ по размеру радиусов. Причем это можно проводить сразу на одном планшете (где получается смешение СЦТ различного радиуса – «винегрет»), или по отдельности в соответствии с размером радиусов СЦТ или масштабом исследования, где получается своеобразный орнамент или картина.

Наиболее важным фрагментов того или иного уровня этих исследований, является так называемый фрактальный анализ, построение схем или карт глобального, регионального и локального уровней (как это делается при геологическом картировании построения карт мелкого, среднего и крупного масштабов). Естественно это делается в зависимости от поставленной задачи.

Однако даже при крупном масштабных исследования (например анализ перспективности нефтегазоносности отдельного месторождения), необходимо выявление и выделение СЦТ как минимум трех уровней, начиная фрактальный анализ по наиболее крупным СЦТ (радиус которых не превышает половины ширины планшета-листа формата А4).

По существу, фрактальный анализ является в какой-то мере аналогом или подобием известного палеотектонического анализа известного в геотектонике, здесь:

1. По радиусам – центрам выявляются гипоцентры землетрясений или природные участки гидроразрыва пласта на вполне округленной глубине, равной размеру выделенной достоверной СЦТ.

2. Согласно модели локального очага землетрясения выделяются субмеридиальные зоны разряжения и перпендикулярно или субширотные зоны сжатия. Ориентировка этих зон соответствует современному или новейшему гидродинамическому режиму, где эти зоны фиксируются как в глобальном, региональном и локальном планах. Последнее подтверждаются конкретными полевыми исследованиями на отдельных ключевых участках (Бештау, Эльбрус и другие). Кроме того, по результатам интерпретации достоверных СЦТ выявляется, как правило, приуроченность месторождений нефти и газа, а так же зон проявления вулcano-плутонической деятельности к субмеридиальным зонам растяжения, а участки землетрясений к субширотным зонам, которые трактуются как зоны сжатия (примером является известная Ставропольская СЦТ, где в северной части ее расположения Тахта-Кугульгинская месторождение газа, а в южном секторе, зона магматических диапиров КМВ).

3. Заключительным этапом исследования является составление и оформление схем или карт рудонефтегазо-геологического районирования (РНГГР) и построения геолого-тектонического профиля или модели по наиболее важным направлениям через центры СЦТ, минимум трех районов с выделением обязательно «корней» нефтегазообразований (модель дерева по Б.А. Соколову путей миграции флюидов). К этим материалам составлены условные обозначения и обязательно пояснительная записка.

В качестве примера в представленной работе приводятся некоторые результаты исследований глобального, регионального и локального планах: схемы фрактальной картины Земли в целом, отдельного региона Западной-Сибири и отдельного месторождения (Чупальского месторождения нефти в Западной-Сибири).

В результате фрактального анализа Земного шара выделены СЦТ трех рангов: 1 – с радиусом 5000 км, 2 900 км, 700–600 км что соответствует границам раздела нижнего и верхнего ядра, ядра и мантии, границы верхней и средней мантии. Выявлено закономерное распространение этих центров в форме геометрических фигур, причем отмечается повсеместное группировка трех геодинамических центров первого, второго и третьего рангов к вполне определенным локальным площадям, иногда цент третьего ранга совпадает с центрами первого и второго ранга, что вероятно имеет особое значение в проявлении на земной поверхности аномальных процессов и явлений.

При анализе площадей группировке трех центров выявляется приуроченность к ним особых феноменальных процессов и явлений на земном шаре в пределах известных литосферных плит: 1. Известных современных новейших и древних супервулканов; 2. Современных ри-

фовых систем и отдельных рифтов (типа Байкал); 3. Аномальных явлений (типа Бермудского треугольника и Тунгусского события); 4. Зарождения и пути движения океанических течений (типа Гольфстрим); 5. Зарождение и распространение торнадо и тайфунов в атмосфере; 6. Воронок всасывания в морях и океанах; 7. Приуроченность грандиозных построек и центров древности (типа Египетских пирамид);

Перечисленные феномены объясняются не только приуроченностью к указанным геодинамическим и энергетическим центрам, но и в результате интерпретации СЦТ с выделением не только гидродинамических центров, но и зон сжатия и разряжения, площадей их наложения и интерференции, узловых точек или участков пересечения СЦТ различного ранга (зоны субвертикальной деструкции).

Результаты этой интерпретации представляются нами как схемы или карты рудонетегазогеологического и сейсмического районирования с выделением сейсмически конкретных провинций, областей и районов (в зависимости от масштаба исследований). Особое значение имеет оценка экологической ситуации, округление источников загрязнения, пути их миграции, и площади заражения или аккумуляции как на земной поверхности, так и в водоносных горизонтах на различных глубинах.

В результате фрактального анализа, т.е. интерпретации СЦТ различного ранга на всех территориях исследования отслеживаются следующие закономерности: 1) Приуроченность супервулканов и зон вулканоплутонической деятельности к геодинамическим центрам 1, 2, 3 порядков и участкам наложения зон разряжения и зон сжатия. К этим участкам приурочивают высокодебитные скважины на нефть и газ, как правило с АВПД (Аномально высокими пластовыми давлениями). Это нами прослежено на примерах месторождения Западной-Сибири, Северного Кавказа и Предкавказья, территории Аравийского полуострова (Саудовской Аравии), Северной части Южной Америки (Венесуэла), и других территориях, где известны крупные месторождения нефти и газа. Главное то, что опираясь на эту закономерность, возможно открытие новых месторождений в «закрытых» территориях (типа Арктики и Антарктиды), а также в пределах мирового океана и прилегающих морей.

Все известные рудные месторождения как правило приурочены к узлам пересечения или зонам субвертикальной деструкции как в зонах разряжения, так и в зонах сжатия.

Была составлена специальная мелкомасштабная схема-карта сопоставления результатов интерпретации СЦТ третьего порядка (радиус 2900 км – что соответствует границам ядра и мантии) с распространением уже известных различных месторождений. Наглядно показана закономерная приуроченность нефтегазовых месторождений в основном к зонам наложенных растяжений, угольные месторождения больше при-

урочены к зонам наложенных сжатий, а рудные приурочены к геодинамическим центрам и узловым точкам. Особо следует отметить, что очаги землетрясений приурочены к геодинамическим центрам наложенных зонами сжатия. Таким образом, можно проводить фрактальный анализ различного масштаба исследования от глобального, регионального и локального уровней, решая вопросы не только поисков, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, но и делать оценку и прогноз экологических условий и сейсмичности различных территорий.

Результаты исследований и их обсуждение

Геотектонические и геодинамические аспекты фракталов (структур центрального типа и рисунков гидросети).

Рисунки гидросети на земной поверхности, которые наглядно отображаются на физико-географических картах, на топографических картах и особенно на космических снимках различного масштаба, являются следствием новейших и современных тектонических движений. По характеру их проявления на земной поверхности выделяются типы рельефа: денудационный, аккумулятивный, аккумулятивно-денудационный и денудационно-аккумулятивный. В соответствии с этими типами рельефа образуются самые разнообразные формы рельефа, представляющие в совокупности структурные особенности на земной поверхности, по которым возможно диагностировать геолого-тектоническое строение той или иной территории.

В результате дешифрирования космических снимков, топографических и физико-географических карт, выделяются в первую очередь различные элементы ландшафтов: рисунки гидросети, элементы рельефа, линеаменты (очевидные прямые линии) и дугообразные или даже кольцевые контуры и линии – структуры центрального типа.

Линеаменты и СЦТ в совокупности, как правило, представляют собой в плане рисунки «разбитой тарелки» (структуры растяжения).

По представлению автора, в соответствии с возрастом тектонических движений, СЦТ являются следами на земной поверхности древних, молодых, новейших и вероятно даже будущих землетрясений и проявления вулcano-плутонической деятельности, связанных не только с земной корой, но и с мантией и даже с ядром. Эти структуры не только наиболее удачно вписываются в определение «фрактал», но и позволяют, путем их грамотной интерпретации, увязать с полезными ископаемыми, сейсмичностью и даже с экологическими условиями на любых изучаемых территориях, в любом масштабе исследования.

Кроме того, важно отметить, что СЦТ являются следами разрядки тектонических и электрических напряжений в земной коре, мантии

и ядре, на границе различных по плотности сред, согласно известному в физике закону скальвающих напряжений – максимальные касательные напряжения распространяются по спиральной траектории под углом 45 градусов по отношению к нормальным напряжениям (вертикальным) и математически описываются простой формулой $R = H \pm h$, где R – радиус СЦТ, H – глубина до очага, h – поправка на рельеф и сферичность. Центры СЦТ одинакового радиуса на любой территории в любом масштабе образуют в плане закономерную сетку треугольников или ромбов. При интерпретации СЦТ также выделяются, как правило, подобные рисунки участков наложения зон разряжения и зон сжатия, перспективные на предмет рудо- и нефтегазоносности.

Тектонические напряжения образуются при гидроразрыве на границах различных сред или слоев по плотности под воздействием поднимающихся флюидов, в первую очередь плюмов первого порядка (флюидов с пониженной плотностью и вязкостью) образующихся на границе ядра и мантии. Наглядно этот процесс наблюдается при использовании метода гидроразрыва пласта (ГРП), метода добычи нефти в глинистых породах, который широко используется в США и внедряется в последнее время в России.

По существу, ГРП является наглядной моделью очага землетрясений с отличием только тем, что при ГРП флюиды действуют сверху вниз, а при землетрясениях преимущественно снизу-вверх. Как известно, что в модели очага землетрясений выделяются зоны сжатия и разряжения, в последние естественно и поступают из пласта флюиды, в том числе нефть или газ. При наложении этих зон образуются, как правило, участки с повышенным содержанием флюидов, а при дополнительном наложении зон сжатия на разряжения образуются участки аномально высоких пластовых давлений (АВПД). Особое значение имеют узловые точки или места пересечений СЦТ одного или разного размеров и линейментов, которые трактуются нами как зоны субвертикальной деструкции с развитием, как правило, трещиноватых коллекторов, которые как известно обладают большой проницаемостью. Эти узловые точки особенно перспективны не только на предмет нефти и газа, но и для рудных полезных ископаемых гидротермального происхождения (редких металлов, золота, железа, урана и т.д.).

В Западной Сибири Р.М. Бембель такие образования называет «геосолитонами», с которыми связывает основные перспективы на уже известных месторождениях. По мнению Р.М. Бембеля, многие месторождения нефти и газа практически недоразведаны. Он, на примере Самотлорского нефтяного месторождения делает такой вывод и предлагает выявлять «геосолитоны» детальными сейсмическими исследованиями на известных месторождениях. Известный академик из Азер-

байджана И.С. Гулиев, внедрив метод Бембеля на территории Южнокаспийской нефтегазоносной провинции, получил значительные положительные результаты при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа, внес большой вклад в подъем экономики и благосостояния республики Азербайджан.

Для подтверждения связи фракталов с полезными ископаемыми, сейсмичностью и экологическими условиями автором выполнено дешифрирование космических снимков, топокарт, физикогеографических карт и даже глобуса с выделением фракталов (СЦТ) различного ранга с последующей их интерпретацией и наложением карт полезных ископаемых, известных аномальных явлений (типа Бермудского треугольника, Тунгусского события и т.д.). В результате получены в отдельных случаях поразительные сведения, позволяющие объяснить известные феномены (места образования торнадо и тайфунов, падение метеоритов, происхождение нефтяных болот и озер, место происхождения землетрясений и вулканоплутонической деятельности, пути миграции вредных загрязняющих веществ на поверхности земли и в верхних слоях земной коры и т.д.).

Так, в пределах известно Астраханского ГКМ при фрактальном анализе выявляются пути миграции загрязняющих веществ (радионуклидов) по зонам интерференции участков разряжения и участки возможной их аккумуляции в пойме и дельте реки Волга. Таких примеров можно привести по любым территориям России и др. стран.

Выводы

В результате проведенных исследований, были сделаны следующие выводы:

1. СЦТ являются наглядным примером фракталов геологии, при интерпретации которых доказана возможность вести поиски месторождений полезных ископаемых в том числе нефти и газа, прогнозировать природные аномальные явления, экологические условия и сейсмичность различных по масштабам территорий.
2. Рекомендуются, на первых этапах геологоразведочных работ, на основе анализа и интерпретации фракталов или СЦТ и линеаментов, проводить рудонефтегазовое и сейсмическое районирование с последующей разведкой геофизическими и геохимическими исследованиями перед постановкой буровых работ
3. На территориях с большим риском катастрофических землетрясений, предлагается бурение скважин на нефть и газ в зонах субвертикальной деструкций как для снятия тектонических напряжений в недрах Земли, так и для получения притоков нефти и газа с высокими дебитами.

Библиографический список

1. Бембель Р.М., Геосолитонная концепция месторождений углеводородов в районе среднего Приобья: Вестник недропользования Ханты-Мансийского автономного округа №19, 2008 г. 112 с.
2. Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Геосолитоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработки месторождений углеводородов Тюмень: Вектор Бук, изд. 2. 2003. 224 с.
3. Гзовский, М.В. Основы тектонофизики / М.В. Гзовский. М.: Наука, 1975. 327 с.
4. Гулиев И.С., Субвертикальные геологические тела: механизмы формирования и углеводородный потенциал. Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа Москва: GEOS МГУ, 2004. 150 с.
5. Соколов Б.А., Новые идеи в геологии нефти и газа: избранные труды. М.: МГУ, 2001. 480 с.
6. Мандельброт Б., Фрактальная геометрия природы. М., 1983 г. 269 с.
7. Харченко В.М., Комплексная концепция тектогенеза как теоретическая основа для объяснения геодинамических условий образования структур центрального типа (на примере СЦТ Северного Ледовитого океана, Баренцева и Карского морей). Геология полярных областей Земли: материалы совещания. Т. 2. М., 2009. С. 266–269.
8. Харченко В.М., Структуры центрального типа и их связь с полезными ископаемыми. На примере Северного Предкавказья. Диссертация на соискания ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Ставрополь, 2015 года // 450 с.
9. Шафрановский, И.И. Симметрия в природе / И.И. Шафрановский. Л.: Недра, 1985. 165 с.
10. Шубников, А.В. Симметрия: законы симметрии и их применение в науке, технике и прикладном искусстве / А.В. Шубников. М.: Изд-во АН СССР, 1940. 176 с.

References

1. Bembel RM, Geosoliton concept of hydrocarbon deposits in the middle Ob region: Bulletin of subsoil use of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug No. 19. 2008. 112 p. (In Russ.)
2. Bembel R.M., Megeria V.M., Bembel S.R. Geosolitons: the functional system of the Earth, the concept of exploration and development of hydrocarbon deposits – Tyumen: Vector Buk, ed. 2. 2003. 224 p. (In Russ.).
3. Gzovsky, M.V. Fundamentals of tectonophysics / M.V. Gzovsky. Moscow: Nauka, 1975. 327 p. (In Russ.)
4. Guliev IS, Subvertical geological bodies: mechanisms of formation and hydrocarbon potential. New Ideas in Geology and Geochemistry of Oil and Gas Moscow: GEOS MGU, 2004. 150 p. (In Russ.).
5. Sokolov BA, New ideas in the geology of oil and gas: selected works M.: Moscow State University, 2001. 480 p. (In Russ.).

6. Mandelbrot B., Fractal geometry of nature. M., 1983. 269 p. (In Russ.).
7. Kharchenko VM, Complex concept of tectogenesis as a theoretical basis for explaining the geodynamic conditions for the formation of structures of the central type (on the example of the SCT of the Arctic Ocean, the Barents and Kara seas). Geology of the Earth's polar regions: proceedings of the meeting. T. 2. M., 2009. S. 266–269. (In Russ.).
8. Kharchenko VM, Structures of the central type and their connection with minerals. On the example of the Northern Ciscaucasia. Dissertation for the degree of Doctor of Geological and Mineralogical Sciences. Stavropol, 2015 // 450 p. (In Russ.).
9. Shafranovsky, I.I. Symmetry in nature / I.I. Shafranovsky. L.: Nedra, 1985. 165 p. (In Russ.).
10. Shubnikov, A.V. Symmetry: the laws of symmetry and their application in science, technology and applied art / A.V. Shubnikov. M.: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1940. 176 p. (In Russ.).

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

Харченко Владимир Михайлович, Доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии нефти и газа Северо-Кавказского федерального университета (СКФУ), 355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова 16/1 (корпус 16). Телефон: +7(906)-468-22-64, E-mail: kafgog@ncfu.ru.

Лапта Денис Васильевич, аспирант кафедры геологии нефти и газа Северо-Кавказского федерального университета (СКФУ), 355000, г. Ставрополь, пр. Кулакова 16/1 (корпус 16). Телефон: +7(906)-491-34-26. E-mail: d.lapta@yandex.ru.

About the authors

Kharchenko Vladimir Mikhailovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor at the Department of Geology of Oil and Gas, North-Caucasian Federal University (NCFU), 355000, Stavropol, 16/1 Kulakov Ave. (building 16). Phone: +7(906)-468-22-64, E-mail: kafgog@ncfu.ru.

Lapta Denis Vasilievich, a graduate student of the Department of Oil and Gas Geology of the North Caucasus Federal University (NCFU), 355000, Stavropol, Klakova Ave. 16/1 (building 16). Phone: +7(906)-491-34-26, E-mail: d.lapta@yandex.ru.

25.00.17
УДК 622.279.51

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Ваганов Е.В.,
Краснов И.И.,
Томская В.Ф.,
Левитина Е.Е.,**

АО «НОВАТЭК-Пур»;
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова;
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»;
АО «НОВАТЭК-Пур», ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ВИР НА СКВАЖИНАХ ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫЕ ЗАЛЕЖИ БЕРЕГОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.2

Введение.

В комплекс мероприятий по увеличению производительности скважин и повышению газо- и конденсатоотдачи входят водоизоляционные работы по ограничению притока пластовой и подошвенной воды. На стадии разработки газоконденсатных залежей Берегового месторождения происходит обводнение вертикальных и горизонтальных скважин в процессе эксплуатации по причине некачественного цементаж по заколонному пространству. Данное явление приводит к осложнению в виде снижения дебита газа и конденсата, созданию песчаных пробок, образованию газовых гидратов, что негативно влияет на коэффициент продуктивности скважин. Увеличение бездействующего фонда скважин, по причине обводнения газоконденсатной залежи пластов БТ₁₀ и БТ₁₁ свидетельствует о малой эффективности внедряемых водоизоляционных технологий.

Материалы и методы исследований.

Проблема ограничения прорыва пластовой воды в скважинах, эксплуатирующих газоконденсатные залежи пластов БТ₁₀ и БТ₁₁ Берегового месторождения требует внимания со стороны применяемых изоляционных составов и материалов. Это связано с тем, что наряду с большим количеством применяемых водоизоляционных растворов некоторые из водорастворимых композиций мало эффективны. Для обеспечения качественной изоляции водопритока тампонирующие составы обязаны обладать следующими свойствами: реагент должен хорошо фильтроваться и сохранять это свойство в процессе его закачки; сроки схватывания состава должны легко регулироваться; композиция должна быть устойчива к разбавлению пластовыми водами и сохранять стабильность при температуре и давлении скважины на весь период проведения водоизоляционных работ (ВИР).

Результаты исследований и их обсуждение.

С целью определения технического состояния и выявления места поступления воды в ствол, филиалом УГЭ «Ямалпромгеофизика» проводились промыслово – геофизические исследования (ПГИ) в работающей скважине. В результате исследований выявлено, что по характеру поведения кривых термометрии отмечается заколонный переток снизу с выходом в интервал вскрытия пласта. Результаты опытно-промышленных испытаний комплексной технологии водоизоляционных работ на газоконденсатных скважинах месторождений Западной Сибири показали ее эффективность. На основании выполненных геолого-технических мероприятий по ликвидации заколонных перетоков из нижележащего водоносного горизонта можно объяснить положительный результат по увеличению дебита: общий дебит на штуцере диаметром 12 мм по результатам исследований до проведения ВИР составлял 47 тыс. м³/сут. По результатам исследований после выполнения изоляционных работ дебит скважины №156, эксплуатирующей газоконденсатную залежь пласта БТ₁₀ Берегового месторождения повысился и составил 106 тыс. м³/сут. Таким образом, технология изоляции пластовых вод с использованием высокоэффективных тампонажных растворов с многокомпонентными добавками обеспечивает повышение качества работ и сохранение естественной проницаемости продуктивного пласта.

Выводы.

Ключевые слова:

водоизоляционные работы, газоконденсатная залежь пласта БТ10-11, пластовая вода, Береговое месторождение, заколонные перетоки воды, эксплуатационная колонна, насосно-компрессорные трубы.

Vaganov E.V.,
Krasnov I.I.,
Tomskaya V.F.

JSC NOVATEK-Pur, Novy Urengoy, Russia;
North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova, Yakutsk, Russia;
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Tyumen Industrial University», Tyumen, Russia;

Levitina E.E.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Tyumen Industrial University», Tyumen, Russia.

Experience in Conducting Vir on Wells Operating Gas Condensate Deposits of the Beregovoye Field

Introduction.

The set of measures to increase the productivity of wells and increase gas and condensate recovery includes waterproofing works to restrict the inflow of formation and bottom water. At the stage of development of gas condensate deposits of the Beregovoye field, vertical and horizontal wells are flooded during operation due to poor-quality cementing along the annulus. This phenomenon leads to a complication in the form of a decrease in gas and condensate production rates, the creation of sand plugs, the formation of gas hydrates, which negatively affects the productivity index of wells. The increase in the idle well stock due to the flooding of the gas condensate reservoir of the BT₁₀ and BT₁₁ formations indicates the low efficiency of the introduced water shut-off technologies.

Materials and methods of research.

The problem of limiting the breakthrough of formation water in wells operating gas condensate deposits of the BT₁₀ and BT₁₁ formations of the Beregovoye field requires attention from the side of the applied insulating compounds and materials. This is due to the fact that, along with a large number of used waterproofing solutions, some of the water-soluble compositions are not very effective. To ensure high-quality isolation of water inflow, plugging compounds must have the following properties: the reagent must be well filtered and retain this property during its injection; the setting time of the composition should be easily regulated; the composition must be resistant to dilution by formation waters and maintain stability at the temperature and pressure of the well for the entire period of water shut-off works (VIR).

Results and Discussion.

In order to determine the technical condition and identify the place of water inflow into the wellbore, the branch of the UGE "Yamalpromgeofizika" carried out field geophysical surveys (PLT) in a working well. As a result of the research, it was revealed that by the nature of the behavior of the temperature logging curves, there is a behind-the-casing crossflow from the bottom with an exit into the interval of opening the formation. The results of pilot tests of the integrated technology of water shut-off works at gas condensate wells in Western Siberia fields have shown its effectiveness.

Conclusion.

Based on the results of the performed geological and technical measures to eliminate the behind-the-casing flows from the underlying aquifer, an increase in the productivity factor can be explained. Thus, an increase in the flow rate during the current studies showed the following: the total flow rate according to the results of production logging before VIR was 47 thousand m³ / day (on a ø12 mm washer). Based on the results of these studies, the total flow rate of well № 156, operating the gas condensate reservoir of the BT₁₀ formation of the Beregovoye field, was 106 thousand m³ / day.

Key words:

water isolation works, gas condensate reservoir of BT10-11 formation, formation water, Beregovoe field, behind-the-casing water flows, production casing, tubing.

Введение

Разработка газовых и газоконденсатных месторождения Крайнего Севера сопровождается обводнением призабойной зоны конденсационными и подошвенными водами, снижением пластового давления, что является основной причиной снижения коэффициента продуктивности скважин. Наличие жидкости в добываемом газе подвергает коррозионному износу внутрискважинное оборудование и является доминирующим фактором их выхода из действующего фонда. Поэтому вопрос ограничение водопритоков и снижение обводненнос-

ти особенно остро стоит при разработке залежей пласта БТ₁₀₋₁₁ Берегового месторождения. Возникает ряд осложнений, которые ухудшают условия эксплуатации скважин и снижают ее продуктивность. Одним из таких осложнений является обводнение скважин за счет притока подошвенных вод и накопление жидкости, которая из-за недостаточных скоростей восходящего потока газа не выносится на поверхность. Другой причиной обводнения скважин является многообразие образования каналов в затрубном пространстве обусловленных большим числом технических и технологических факторов, влияющих на качество и свойства сформированного цементного кольца. При разработке месторождения основные причины, способствующие каналообразованию, закладываются при проводке и креплении ствола и могут проявляться до и после освоения скважины [3, 4].

В каждом конкретном случае причина межпластовых перетоков флюидов будет определяться одним или несколькими из указанных факторов. В комплекс мероприятий по увеличению производительности скважин и повышению газо- и конденсатоотдачи входят работы по ограничению притока пластовых вод. На стадии разработки газоконденсатных залежей Берегового месторождения происходит обводнение скважин в процессе эксплуатации по причине некачественного цементажа по заколонному пространству. Данное явление приводит к осложнению в виде снижения дебита газа и конденсата, созданию песчаных пробок, образованию газовых гидратов, что негативно влияет на коэффициент продуктивности скважин. Увеличение бездействующего фонда по причине обводнения газоконденсатной залежи пластов БТ₁₀ и БТ₁₁ свидетельствует о недостаточной эффективности существующих водоизоляционных технологий.

Материалы и методы исследований

Проблема ограничения прорыва пластовой воды в газовых и газоконденсатных скважинах требует острого внимания со стороны применяемых изоляционных водорастворимых композиций и материалов. Это связано с тем, что наряду с большим количеством обводнённых скважин некоторые составы мало эффективны. Так, например, изоляция обводнённых пропластков, борьба с заколонной циркуляцией воды, отключение обводнённых пластов при переводе на другой эксплуатационный объект практически не решают проблему снижения коэффициента продуктивности. Промысловые и геофизические методы исследования скважин показали, что число случаев обводнения разрабатываемых объектов свидетельствует о недостаточной эффективности существующих технологий проведения водо-изоляционных работ и низком качестве водоизолирующих материалов. Не вы-

сокая эффективность геолого-технических мероприятий по изоляции пластовых вод в скважинах, требует разработки новых перспективных технологий и водоизолирующих материалов [5, 6].

Результаты исследований и их обсуждение

Необходимость проведения ВИР в скважин сопряжена со снижением общего объема добываемого природного газа. В связи с этим возникает необходимость технологических решений, направленных на разработку новых перспективных водоизолирующих составов и технологии проведения водо-изоляционных работ. Предлагаемая комплексная технология изоляции притока пластовых вод с использованием высокоэффективных тампонажных растворов с многокомпонентными добавками для ликвидации заколонных перетоков на основе биополимеров обеспечивает повышение качества работ и сохранение естественной проницаемости продуктивного пласта.

Результаты исследований рассмотрим на примере скважины № 156 Берегового месторождения, эксплуатирующей газоконденсатную залежь пласта БТ₁₁ северного склона. Испытание в скважине проводилось силами ОАО «Уренгойнефтегазгеология» («УНГГ») после вскрытия пласта в интервале 3071,5–3075,5 метров на технической воде. Освоение скважины осуществлялось методом снижения уровня, при котором был получен приток газоконденсатной смеси с пластовой водой. При ее исследовании на штуцере 10,0 мм и при трубном давлении $P_{тр} = 12,0$ МПа, а также давлении в затрубном пространстве $P_{зтр} = 43,0$ МПа, дебит газоконденсатной смеси составил 50 тыс. м³/сут., дебит пластовой воды составил 20 м³/сут.

С целью определения технического состояния и выявления места поступления воды в ствол, филиалом УГЭ «Ямалпромгеофизика» проводились промыслово-геофизические исследования (ПГИ) в работающей скважине. Выполненный комплекс ПГИ включал следующее: термометрия, СТД, резистивиметрия, влагометрия в интервале глубин 3010–3128 метров. Геофизические исследования проводились в работающей и остановленной скважине. В результаты выполненной обработки и интерпретации данных после ПГИ не выявлены заколонные перетоки и негерметичность эксплуатационной колонны. Хотя наличие положительной термоаномалии в ниже находящемся интервале 3072 – 3095 метров свидетельствует о признаках поступления пластовой воды из нижележащих водонасыщенных горизонтов по заколонному пространству. Результаты ГИС в открытом стволе показали, что залежь в интервале 3072–3077 метров газоконденсатонасыщенная, а в интервале от 3077 метра и ниже водонасыщенная. Для ликвидации притока пластовой воды из нижележащих водоносных горизон-

тов по заколонному пространству через перфорационные отверстия в ствол скважины № 156, специалистами ОАО «Уренгойнефтегазгеология» были выполнены водо-изоляционные работы. Затем планировалось при получении промышленного притока проведение исследований на газоконденсатность, с отбором проб пластовых флюидов (газа сепарации и насыщенного конденсата).

В процессе проведения геолого-технических мероприятий данную скважину заглушили пластовой водой, допустили насосно-компрессорные трубы (НКТ) диаметром 73 мм до глубины 3100 метров, промыли неоднократно скважину технической водой в объеме трех циклов. Затем прокачали до глубины 3100 метров цементный раствор плотностью 1,76 г/см³. После подъема НКТ до интервала 3050 метров произвели промывку технической водой в объеме 1,5 цикла. После ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ) цементный мост разбурили до искусственного забоя 3128 метров, провели перфорацию в интервале 3072–3074 метра, зарядами ПРК 43 по 10 отверстий на метр, всего 20 отверстий. Освоение скважины № 156 осуществляли методом снижения уровня. На основании результатов проведенных геолого-технических мероприятий (ГТМ) по ликвидации водопритоков в заколонном пространстве, ожидаемый приток газоконденсатной смеси из скважины не получен. Вероятной причиной отрицательного результата после выполненных ГТМ стала кольматация призабойной зоны пласта БТ₁₁. Данных ПГИ после ГТМ не имеется, в связи с этим оценить объективно успешность работ по ликвидации заколонного перетока невозможно.

В связи с ликвидацией притока из пласта БТ₁₁ газоконденсатной смеси скважину № 156 перевели на вышележащий объект разработки газоконденсатной залежи пласта БТ₁₀. Перфорационные мероприятия выполнялись силами АО «Ямалпромгеофизика» в интервале от 3017 до 3022 метров зарядами Dynawell 13g DP TTG link St RDX. Всего общее число составило 100 отверстий на погонный метр. Нижние отверстия перфорации прострелены выше на 8 метров газоводяного контакта (ГВК). По результатам геофизических исследований ГВК находится на абсолютной отметке 3085 метров, по стволу на отметке 3030 метров. Освоение скважины производилось методом снижения уровня азотной установкой, после перевода ее с технической воды на газовый конденсат. В течение суток после начала освоения скважина вышла на стабильный режим работы на штуцере диаметром 12,0 мм и диафрагме 16,0 мм при давлении $P_{тр} = 8,60$ МПа и затрубном давлении $P_{зтр} = 11,0$ МПа. В связи с отсутствием технологической системы сбора скважина находилась в консервации с периодической обработкой через сепаратор на ГФУ.

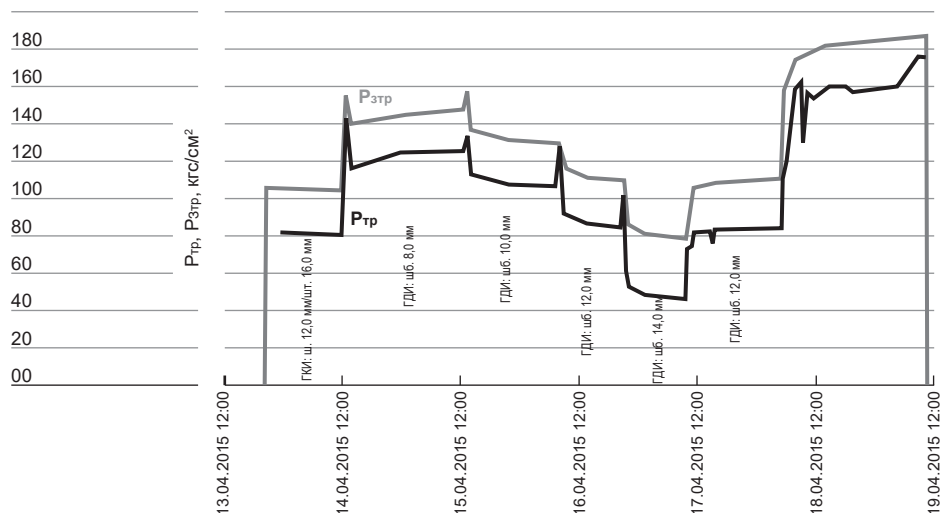


Рис 1. Динамика изменения устьевых (трубного и затрубного) давлений в процессе исследования скважины.

Fig. 1. Dynamics of changes in wellhead (pipe and annular) pressures during well survey.

В настоящее время компанией АО «Тюменьгеология» на скважине проведены газодинамические и газоконденсатные исследования. По результатам проведенных исследований на штуцере диаметром 12,0 мм и диафрагме диаметром 16,0 мм определены следующие параметры (с учетом лабораторных данных):

- дебит газа сепарации составил 153 тыс. м³/сут.;
- дебит стабильного конденсата составил 56 т/сут.;
- дебит пластовой воды составил 9,27 т/сут.;
- конденсато-газовый фактор (КГФ) определен 369 г/см³;
- пластовое давление составило 28,92 МПа (начальное пластовое давление – 30,5 МПа);
- пластовая температура составила 75 °С.

На рисунке 2 представлена динамика изменения забойных давлений и температур в процессе исследования скважины АЦМ6 №2762 и АЦМ №2765.

При вводе в промышленную эксплуатацию скважины № 156 на пласт БТ₁₀ геофизической партией АО «Ямалпромгеофизика» определялся профиль и состав притока пластового флюида. Был выполнен следующий комплекс исследований: ГК, ЛМ, термометрия, манометрия, влагометрия, резистивиметрия, шумометрия, расходометрия. Записи проведены в работающей и остановленной скважине, в масштабе 1 : 200, в интервале 2950–3028,4 метров по стволу и в точке 3017

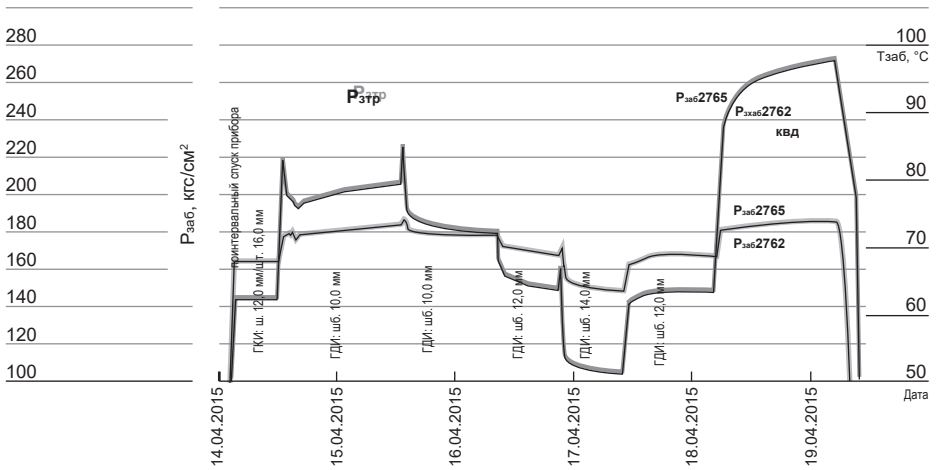


Рис. 2. Динамика изменения забойных давлений и температур в процессе исследования скважины АЦМ6 №2762.

Fig. 2. The dynamics of changes in bottomhole pressures and temperatures in the process of testing wells ATSM6 №2765.

Таблица 1. ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКТОРОВ И ИНТЕРВАЛОВ ПЛАСТА БТ₁₀
Table 1. Characteristics of reservoirs and intervals of BT₁₀ formation

Пласт	Интервал перфорации э/к	Интервалы, м	Характеристика коллекторов по ГИС	Характеристика интервалов
БТ ₁₀	3017-3022	3017,1–3018,0	Коллектор представлен песчаником, Кп = 15,4%; Кпр = 8,5 мД	работает газом
		3018,0–3019,0		работают газоконденсатом
		3019,0–3019,4		
		3019,4–3019,8	Коллектор представлен песчаником, Кп = 15,8%; Кпр = 9,2 мД	работает г/к+вода
		3019,8–3020,6		работает г/к+вода
		3020,6–3022,0		интенсивно работает водой по заколонному пространству

метров. По данным исследований пласт БТ₁₀ перфорирован в интервале 3017–3022 метров, приток газа отмечается в интервале 3017,1–3018,0 метров, интервал 3018,0–3019,4 метров работает газоконденсатом, в интервале 3019,4–3020,6 метров отмечается приток смеси газоконденсат с пластовой водой, интервал от 3020,6 до 3022,0 метров интенсивно работает подошвенной водой.

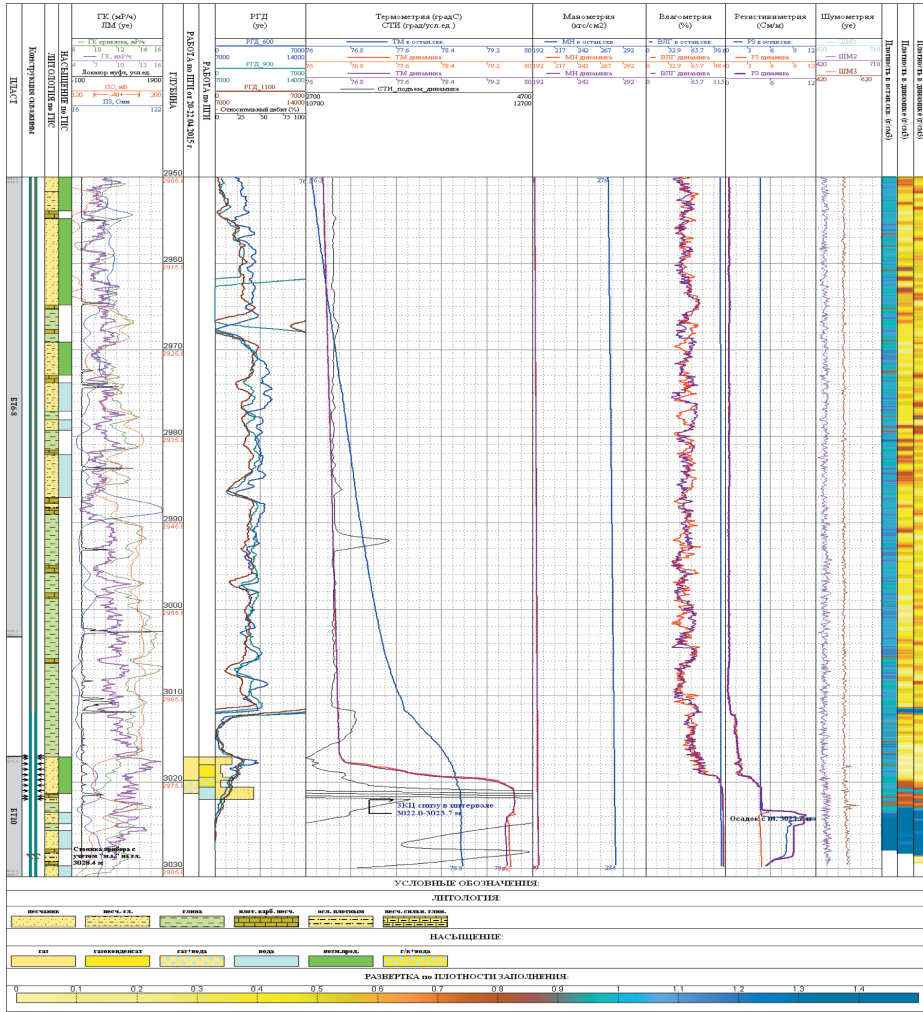


Рис. 3. Планшет ПГИ в масштабе 1 : 200.
Fig. 3. PGI tablet to scale 1 : 200.

В результате исследований выявлено, что по характеру поведения кривых термометрии отмечается заколонный переток снизу в интервале 3022,0–3023,7 метров с выходом в интервал вскрытия пласта. Определение наиболее точной нижней границы заколонной циркуляции невозможно, ввиду искаженности кривых ниже глубины 3023,7 метров из-за влияния вязкого осадка и загрязнения зумпфа.

Также выявлено значительное снижение продуктивности скважины во время промысловых газодинамических исследований. Дебит скважины снизился в три раза, от 153 тыс. м³/сут. до 47 тыс. м³/сут. при одинаковых штуцерах и шайбах. Пластовое давление при этом за теку-

Таблица 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ
Table 3. The results of the waterproofing works

Наименование показателей	До проведения ВИР	После проведения ВИР
Пластовое давление в интервале (кровля пласта БТ10), МПа	28,63	28,63
Гидропроводность пласта, Д см/сПз	17,19	70,8
Проницаемость уд. зоны пласта, мД	0,82	3,54
Пьезопроводность пласта, см ² /с	71,8	310,8
Приведённый радиус скважины, м	0,361	209,8
Радиус зоны исследования, м	2,4	4,3

щий год снизилось всего на 0,30 МПа. На основании заключения ПГИ АО «Ямалпромгеофизика» о выявленном водопритоке «снизу», с подошвы пласта БТ₁₀, принято решение о проведении на скважине водоизоляционных работ с целью ликвидации заколонного перетока.

Водоизоляционные работы на скважине №156 выполнялись подрядной организацией ООО «Уренгойремстройдобыча». При проведении работ в скважине на штуцере 14 мм закачали через теплообменник в затрубное пространство жидкость глушения в объеме 25,5 м³. Затем в трубное пространство последовательно закачивался на поглощение блок-состав в объеме 3 м³, с продавкой жидкостью глушения в объеме до 9 м³. Обратной промывкой производилось глушение скважины в режиме циркуляции с противодавлением в объеме промывки до 122 м³. Аналогично было проведено 5 циклов до полного глушения. Ликвидация заколонных перетоков проводилась композицией на основе биополимерной жидкости (ксантанового типа – ПБС – М) в объеме 2 м³, цементного раствора в объеме 1,6 м³. Данные конструкции скважины №156 при проведении ВИР представлены в таблице 2.

Сравнение результатов полученных на основании обработки КВД до и после проведения водоизоляционных работ показывает улучшение гидродинамических характеристик пласта БТ₁₀.

Увеличение общего дебита можно объяснить результатами при текущих исследованиях скважины [7].

Таблица 2. КОНСТРУКЦИЯ СКВАЖИНЫ №156 ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВИР
Table 2. Well design № 156 during VIR

Колонна	Диаметр	Толщина стенки	Интервал спуска колонны	Давление опрессовки, МПа	Подъем цемента за колонной
Кондуктор	299	9,5	0–400	–	До устья
Техническая колонна	219	8,9	0–1400	16,7 (герм)	До устья
Эксплуатационная колонна	139,7	9,17	0–3150	25,0 (герм)	До устья

Выводы

Таким образом, для обеспечения качественной изоляции водопритока тампонирующие составы должны обладать следующими свойствами: реагент должен обладать хорошей текучестью и сохранять это свойство в процессе его закачки; сроки схватывания состава должны легко регулироваться; композиция должна быть устойчива к разбавлению пластовыми водами и сохранять стабильность при температуре и давлении скважины на время проведения ВИР. Необходимость проведения ВИР в настоящей работе сопряжена со снижением коэффициента продуктивности и общего объема добываемого пластового газа. На основании выполненных геолого-технических мероприятий по ликвидации заколонных перетоков из нижележащего водоносного горизонта можно объяснить увеличение дебита при текущих исследованиях: общий дебит на штуцере диаметром 12 мм до проведения ВИР составлял 47 тыс. м³/сут. По результатам настоящих исследований после выполнения ВИР общий дебит скважины №156, эксплуатирующей газоконденсатную залежь пласта БТ₁₀ Берегового месторождения составил 106 тыс. м³/сут.

Библиографический список

1. Ваганов Е.В., Савастын М.Ю., и др. Анализ мероприятий по ограничению водопритоков на скважинах, эксплуатирующих газоконденсатные залежи // Академический журнал Западной Сибири. 2019. №6 (83). С. 45-46.
2. Иноземцева А.А., Инякин В.В., Краснов И.И. и др. Мероприятия по увеличению производительности скважин и ограничению притока пластовых вод. Материалы всероссийской конференции. 2015. С. 90–94.

3. Маляренко А.В., Каюмов Р.Ш., Краснов И.И. Способ изоляции газового пласта. Патент на изобретение RUS 2059064.
4. Краснов И.И., Ваганов Е.В., Инякина Е.И. и др. Диагностика источников водопритока и перспективы технологий ограничения прорыва воды в скважины // Нефть и газ: опыт и инновации. – 2019. №1. С. 20-34.
5. Клещенко И.И., Ягафаров А.К., Краснов И.И. и др. Способ интенсификации притоков нефти и газа. Патент на изобретение RUS 2249100 06.05.2002.
6. Иванова М.С., Инякина Е.И., Краснов И.И., Инякин В.В. Влияние горно-геологических условий на отработку запасов углеводородов. // Горный журнал. 2019. №2. С. 10–12.
7. Томская Л.А., Краснов И.И., Д.А. Маракон и др. Изоляционные технологии ограничения газопритоков в нефтяных скважинах месторождений Западной Сибири // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2016. №4 (60). С. 53-63.

References

1. Vaganov EV, Savastin M.Yu., et al. Analysis of measures to limit water inflows at wells operating gas condensate deposits // Academic journal of Western Siberia. 2019. No. 6 (83). S. 45-46.
2. Inozemtseva A.A., Inyakin V.V., Krasnov I.I. and others. Measures to increase the productivity of wells and limit the inflow of formation water. Materials of the All-Russian Conference. 2015.S. 90-94.
3. Malyarenko A.V., Kayumov R.Sh., Krasnov I.I. Method for isolating a gas reservoir. Patent for invention RUS 2059064.
4. Krasnov I.I., Vaganov E.V., Inyakina E.I. and others. Diagnostics of water influx sources and perspectives of technologies for limiting water breakthrough into wells // Oil and gas: experience and innovations. 2019. No. 1. S. 20-34.
5. Kleshchenko I.I., Yagafarov A.K., Krasnov I.I. and other Method of intensification of oil and gas inflows. Patent for invention RUS 2249100 05/06/2002.
6. Ivanova M.S., Inyakina E.I., Krasnov I.I., Inyakin V.V. Influence of mining and geological conditions on the development of hydrocarbon reserves // Mining journal. 2019. No. 2. S. 10–12.
7. Tomskaya L.A., Krasnov I.I., D.A. Marakov et al. Isolation technologies for limiting gas flows in oil wells of Western Siberia fields // Bulletin of the North-Eastern Federal University M.K. Ammosov. 2016. No.4 (60). P. 53-63.

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

- Ваганов** Евгений Викторович, начальник отдела Геологии и разработки месторождений, АО «НОВАТЭК-Пур».
Тел. 89088566633.
E-mail: e.v.vaganov@icloud.com
- Левитина** Екатерина Евгеньевна, к.т.н. доцент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Тюменского индустриального университета.
Тел. 89044934964.
E-mail: levitinaee@tyuiu.ru.
- Краснов** Иван Игнатьевич, к.т.н., доцент базовой кафедры «Нефтегазовое дело», МПТИ (ф) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова».
Тел. 89123968607,
E-mail: iikrasnov17@gmail.com.
- Томская** Ванесса Федоровна, ассистент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Тюменского индустриального университета.
Тел. 89248739885.
E-mail: vanessatomskaya@gmail.com

About the authors

- Vaganov** Evgeniy Viktorovich, head of Geology and Field Development Department, tel. 89088566633, E-mail: e.v.vaganov@icloud.com
- Levitina** Ekaterina, Ph. D., associate Professor of the Department "Development and operation of oil and gas fields" of Tyumen industrial University.
Tel. 89044934964.
E-mail: levitinaee@tyuiu.ru
- Krasnov** Ivan Ignatievich, Ph. D., associate professor of the Base Department of Oil and Gas, Mirny Polytechnic Institute (branch) of North-Eastern Federal University,
Tel. 89123968607.
E-mail: iikrasnov17@gmail.com
- Tomskaya** Vanessa Fedorovna, assistant of the Department "Development and operation of oil and gas fields" of Tyumen industrial University, tel. 89248739885, E-mail: vanessatomskaya@gmail.com

25.00.17
УДК 622.279.51

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Инякина Е.И.,
Катанова Р.К.,
Инякин В.В.,
Альшейхли М.Д.**

Тюменский индустриальный университет
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова;
Тюменский индустриальный университет
“University of Kirkuk”, IRAQ

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСТАТОЧНОЙ НЕФТИ НА ПЛАСТОВЫЕ ПОТЕРИ КОНДЕНСАТА НА СРЕДНЕБОТУОБИНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.3

Введение.

В результате эксплуатации Среднеботуобинского месторождения при опережающем снижении давления в газоконденсатной области пласта по сравнению с нижележащей нефтяной оторочкой происходит нерегулируемое поступление нефти в газоконденсатную залежь. При этом одним из важных показателем разработки месторождения, является коэффициент извлечения конденсата (КИК), представляющий отношение потерь углеводородов в залежи к их геологическим запасам. Данное явление оказывает негативное влияние на конденсатоотдачу залежей в том числе, на процесс выпадения тяжелых фракций углеводородов.

Материалы и методы исследований.

Влияния остаточной нефти на пластовые потери углеводородов в условиях разработки газоконденсатных залежей северного купола Среднеботуобинского месторождения определялось на основании результатов экспериментальных исследований. Определение влияния паров нефти на конденсатоотдачу осуществлялось экспериментально на PVT-установке методом дифференциальной конденсации или на основании аналитических методов при условии нефтесодержания в газоконденсатной системе. Экспериментальное изучение систем «нефть – газ», выполнялось на комбинированных пластовых пробах, при наличии остаточной нефти. По результатам термодинамических исследований строились прогнозные кривые пластовых потерь конденсата на текущий период разработки залежи.

Результаты исследований и их обсуждение.

Наличие остаточной нефти оказывает определенное влияние на пластовые потери углеводородов и термодинамические свойства на всех этапах разработки месторождения. Вследствие этого парогазовая система содержит то или иное количество фракций нефти. Их концентрация (нефтесодержание) в пластовом газе зависит от пластового давления, а также компонентного состава пластовой нефти. Следовательно, оказывает негативное влияние на величину коэффициента извлечения конденсата и компонентоотдачу углеводородов. Особую актуальность этот вопрос приобретает для пластовых систем Среднеботуобинского нефтегазоконденсатного месторождения. С целью определения нефтесодержания пластовых систем активно применяются эмпирические формулы. Методы прогноза наличия остаточной нефти в многокомпонентной смеси основываются на применении уравнений состояния.

Выводы.

В процессе эксплуатации нефтегазоконденсатной залежи Среднеботуобинского месторождения компонентный состав (смесь паров газового конденсата и нефти) добываемой газоконденсатной системы изменяется, что оказывает влияние на изменение состава пластового флюида в течение разработки месторождения. Прогнозирование влияния остаточной нефти и ее перетоков нижележащей нефтяной оторочки на величину извлечения конденсата осуществлялось при различных термодинамических условиях. Из графической зависимости видно, что при наличии в газоконденсатной системе тяжелых фракций нефти процесс конденсации усиливается. При этом увеличиваются пластовые потери конденсата в залежи.

Ключевые слова:

давление начала конденсации, коэффициент извлечения конденсата, разработка залежи, насыщенный конденсат, потери конденсата, газ сепарации, пластовая нефть, контактная конденсация, экспериментальные PVT-исследования.

Inyakina E.I., Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia;
Katanova R.K., North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosova, Yakutsk, Russia;
Inyakin V.V., Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia; Alsheikhly M.J.Z. "University of Kirkuk", IRAQ
Alsheikhli M.D. "University of Kirkuk", IRAQ

Study of the Influence of Residual Oil on Condensate Losses at Srednebotuobinskiy Oil and Gas Condensate Field

Introduction. As a result of the operation of the Srednebotuobinskoye field, with an advanced decrease in pressure in the gas condensate area of the formation as compared to the underlying oil rim, an uncontrolled flow of oil into the gas condensate reservoir occurs. At the same time, one of the important indicators of field development is the condensate recovery factor (CIR), which represents the ratio of losses of hydrocarbons in the reservoir to their geological reserves. This phenomenon has a negative impact on the condensate recovery of deposits, including the process of precipitation of heavy hydrocarbon fractions.

Materials and methods of research. The influence of residual oil on reservoir losses of hydrocarbons in the development of gas condensate deposits in the northern dome of the Srednebotuobinskoye field was determined based on the results of experimental studies. The determination of the effect of oil vapors on condensate recovery was carried out experimentally on a PVT unit by the method of differential condensation or on the basis of analytical methods under the condition of oil content in the gas condensate system. Experimental study of oil-gas systems was carried out on combined reservoir samples in the presence of residual oil. Based on the results of thermodynamic studies, predictive curves of reservoir condensate losses were constructed for the current period of reservoir development.

Results and Discussion. The presence of residual oil has a certain impact on reservoir losses of hydrocarbons and thermodynamic properties at all stages of field development. As a result, the steam-gas system contains a certain amount of oil fractions. Their concentration (oil content) in the reservoir gas depends on the reservoir pressure, as well as the composition of the reservoir oil. Therefore, it has a negative impact on the value of the condensate recovery factor and component recovery of hydrocarbons. This issue is of particular relevance for the reservoir systems of the Srednebotuobinskoye oil and gas condensate field. In order to determine the oil content of reservoir systems, empirical formulas are actively used. Methods for predicting the presence of residual oil in a multicomponent mixture are based on the use of equations of state.

Conclusion. During the operation of the oil and gas condensate reservoir of the Srednebotuobinskoye field, the component composition (mixture of gas condensate vapors and oil) of the produced gas condensate system changes, which affects the change in the composition of the formation fluid during the development of the field. Prediction of the effect of residual oil and its crossflows of the underlying oil rim on the amount of condensate recovery was carried out under various thermodynamic conditions. The graphical dependence shows that in the presence of heavy oil fractions in the gas-condensate system, the condensation process intensifies. At the same time, formation condensate losses in the reservoir increase.

Key words: Condensation onset pressure, condensate recovery factor, reservoir development, saturated condensate, condensate losses, separation gas, reservoir oil, contact condensation, experimental PVT studies.

Введение

Нефтегазоконденсатные месторождения являются многопластовыми, вследствие этого требуют специального комплексного подхода при их разработке. В таких месторождениях усиливается процесс ретроградной изотермической конденсации при снижении пластового давления, определяющего потери насыщенного конденсата в залежи. Для эффективной выработки запасов конденсата необходимо прогнозирование пластовых потерь и динамики компонентного состава пластового газа в ходе разработки эксплуатационного объекта. Определялись потери конденсата на основании экспериментальных исследований пластовой углеводородной системы при наличии остаточной нефти или на основании аналитических методов. Исследования влияния остаточной нефти на КИК были проведены на PVT-установке Vinci Technologies производство Франция методом дифференциальной конденсации. Изучение проводилось на рекомбинированных пробах, отобранных при исследовании скважин северного купола Среднеботубинского месторождения [1, 2].

Материалы и методы исследований

Для изучения термодинамических свойств газового конденсата было отобрано 64 пробы из скважин, вскрывших ботубинский горизонт. Отбор проб газа сепарации и насыщенного конденсата из улаханского и талахского горизонтов проводился согласно инструкции «ГазпромВНИИГаз». Условия отбора проб следующие: при режимных исследованиях, при снятии КВД, при газоконденсатных исследованиях до сепарации и после сепарации, при пробной эксплуатации и т.д. Свойства пластовых газов и конденсата изучались по исследуемым залежам продуктивного комплекса в пластовых и поверхностных условиях. Исследуемый пластовый газ ботубинского продуктивного горизонта по содержанию метана колеблется в пределах от 71% до 87%. Содержание азота относительно высокое – до 15,84% при низком содержании углекислого газа – до 0,50% и водорода – до 0,08%. Отношение содержания суммы углеводородов к азоту в газе изменяется от 9 до 22. В среднем содержание углеводородов в пластовом газе в 12 раз больше содержания азота.

Таким образом, средний состав свободного газа в газоконденсатных залежах в объемных процентах составляет: метан до 82,8%, этан до 5,19%, пропан до 1,68%, изобутан до 0,28%, бутан до 0,44%, пентан + высшие до 0,648%, гелий до 0,39%, углекислый газ до 0,50%, азот до 7,86%.

Результаты исследований и их обсуждение

В условиях разработки многопластовых месторождений представляют интерес данные об изменении величины пластовых потерь конденсата при разном содержании остаточной нефти в пластовой газоконденсатной системе. Решение данного вопроса осуществляется экспериментально методом дифференциальной конденсации пластовой системы «конденсат – нефть» с различным процентным содержанием нефти в системе. Полученные нетривиальные закономерности показывают, что присутствие рассеянной нефти негативно влияет на процесс добычи газоконденсата [3, 4].

Определение влияния паров нефти на конденсатоотдачу осуществляется экспериментально на PVT-установке или на основании аналитических методов. Для расчета нефтесодержания в газоконденсатных системах применяются эмпирические формулы, учитывающие наличие остаточной нефти в смеси и основанные на применении уравнений состояния. Одним из наиболее современных методов прогнозирования многофазного равновесия в системе «многокомпонентная углеводородная система – пластовая нефть» является уравнение состояния и правила смешивания Хьюрона-Видаля. Этот метод основан на совместном использовании уравнений состояния и коэффициентов активности. Пример диаграммы нефтегазоконденсатной системы при наличии рассеянной нефти представлен на рисунке 1.

В широком диапазоне термобарических условий для описания взаимодействия между тяжелыми фракциями нефти и другими компонентами пластовой системы широкое применение нашли методы, основанные на применении уравнений состояния (Сорейда-Витсона, Хьюрона-Видаля, Кабади-Даннера).

Нефтегазоносность в пределах Северного блока Среднеботуобинского месторождения выявлена в четырех горизонтах – ботуобинском, улаханском-I, улаханском-II, талахском. Ботуобинский продуктивный горизонт распространен на всей площади Северного I, II и Восточного III блоков месторождения и представляет собой базальные отложения нижнебюкской свиты иктехской серии, залегающие на различных уровнях курсовской свиты. В пределах Среднеботуобинского месторождения при анализе толщин нижележащих отложений и характера взаимоотношения горизонта с ними на близлежащих с месторождением площадях (Хотого-Мурбайская, Тас-Юряхская, Юрегинская и др.) перерыв в осадконакоплении в предботуобинское время проявляется достаточно четко. Песчаники ботуобинского горизонта вытянуты полосой северо-восточного простирания. Развитием наибольших толщин характеризуется юго-восточная часть месторождения центрального блока, в северо-западном направлении толщина сокращается (до

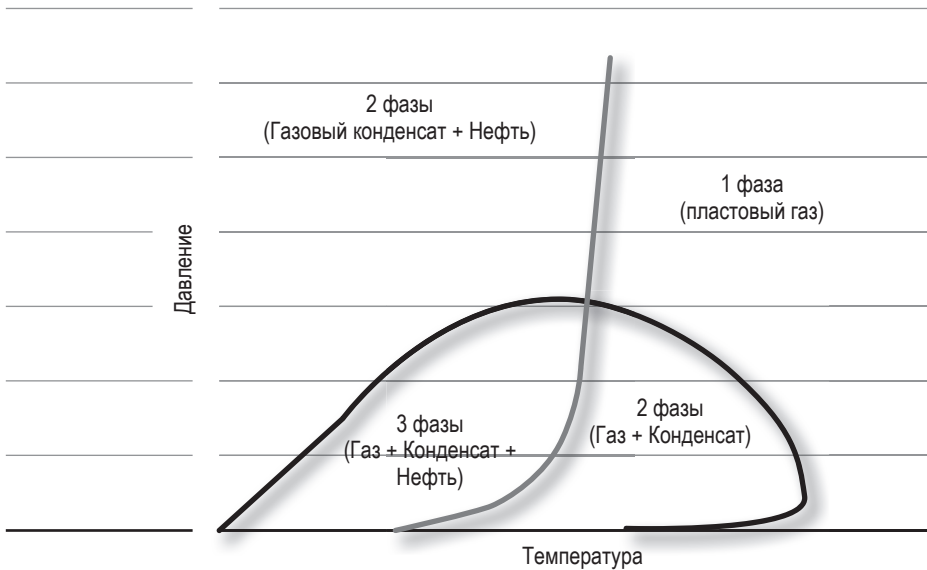


Рис. 1.

Диаграмма пластовой газоконденсатной системы при содержании в ней рассеянной нефти.

Fig. 1. Diagram of reservoir gas condensate system when it contains scattered oil.

1,4 м в скважине № 74), но исчезновение из разреза ботубинского горизонта происходит за пределами месторождения [5].

Ботубинская газоконденсатная залежь Северного блока по типу является пластовой сводовой, тектонически экранированной. Она осложнена двумя разломами, являющимися границей блока, разделяющим залежь на два блока – Северный I и Северный II, имеет длину 36 км и высота составляет 44,4 метра. Продуктивные отложения залегают на абсолютных глубинах от –1599,6 до –1554 метров. Газоконденсатная залежь Восточного блока III, вскрыта следующими скважинами: №СБт-8, №88, №96 и №90. В контур газоносности попадают только скважины № СБт-8 и №88. Залежь отделена от Северного и Восточного IV блоков разломами. На Северном блоке в общей сложности притоки газа дали 10 скважин в объеме от 21,3 тыс. м³/сут (№СБт-160) до 632 тыс.м³/сут (№ СБт-41). На Восточном блоке III промышленный приток газа дали скважины №СБт-8 и №88. Дебиты газа составили от 106,6 м³/сут (№ СБт-88) и 589 м³/сут (№ СБт-8). В пределах Северного блока I газовой контактной принята на абсолютной отметке –1584 м по

кровле пласта в скважине №СБт-24, где при испытании получен приток фильтрата 2,2 м³/сут с притоком нефти с дебитом 1,2 м³/сут. На Северном блоке II газовой контактной принята на абсолютной отметке – 1599,6 м по данным ГИС в скважине №СБт-156. На Восточном блоке III газовой контактной принята на абсолютной отметке – 1591,3 метров по данным ГИС в скважине №88, газонасыщенные толщины изменяются от 3,2 м (№СБт-8) до 11,2 м (№СБт-88).

Улаханский продуктивный горизонт, представленный песчаниками, имеет ограниченное распространение и прослеживается только в Северном блоке II и северной части Северного блока I. Улаханский горизонт вскрыт скважинами №СБт44, №48, №74, №87, №99, №100, №156, №163. Наибольшая общая толщина вскрыта скважиной №СБт74 составила 16,2 м, наименьшая в скважине №СБт-48 составила 4,5 м. Газоконденсатная залежь по типу является пластовой, сводовой, тектонически экранированной. Она осложнена двумя разломами, являющимися границей Северного блока II. Залежь имеет длину до 9 км и высота залежи составляет 37,2 метров. Продуктивные отложения залегают на абсолютных глубинах от 1626,8 до 1589,4 м. Залежь вскрыта следующими скважинами (№СБт-48, №74, №99, №156, №163). Одна скважина (№СБт-87) попала в зону замещения коллектора. Притоки газа дали 5 скважин в объеме от 64,66 тыс.м³/сут (№СБт-99) до 117 тыс.м³/сут (№СБт-163). Газонасыщенная толщина изменяется до 11,0 метров район скважины (№СБт-156), наибольшие газонасыщенные толщины находятся в северной части, между скважинами №СБт-154 и №СБт-74. Газовой контактной вскрыта скважиной №СБт-74 на отметке в интервале 1626,8 м.

Талахский продуктивный горизонт приурочен к нижней части курсовской свиты венда, залегающей несогласно на породах кристаллического фундамента, и распространен на Северном блоке I. Он представлен переслаивающимися терригенными породами, сложного литологического состава. Наряду с песчаниками широкое распространение имеют алевролиты, гравелиты, аргиллиты с высокой естественной радиактивностью. Кроме того, встречается обломочный материал, представленный, главным образом, кварцитами, глинистыми агрегатами каолинит-гидрослюдистого состава, пирита, магнетита и др. Коллекторы горизонта приурочены, в основном, к сводовой части структуры Северного блока. Эффективные газонасыщенные толщины изменяются от 17,2 м в районе скважины №СБт-41 до 1,1 м в районе скважины №СБт-54. Наблюдается закономерное уменьшение общих и эффективных толщин талахского горизонта в северо-западном направлении. Коэффициент пористости и проницаемость определена по лабораторным исследованиям керна в район скважины №СБт-41. В Северном бло-

Таблица 1. ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЛЕЖЕЙ
Table 1. Main geological and technological characteristics of deposits

Наименование	Ботубинский		Улаханский	Талахский
	северный I	северный II	северный II	северный I
Глубина залегания, м	1885	1915	1930	1915
Размеры (длина/ширина), км	29/7	7,5/6	9,5/7	28/7
Площадь газонастности, км ²	206,05	32,750	58,500	184,8
эффективная, м	3,4	5,2	6,4	9,3
газонасыщенная, м	2,8	2,8	3,9	5,6
Средняя газонасыщенность, доли. ед.	0,840	0,840	0,71	0,800
Пористость, доли. ед.	0,15	0,15	0,12	0,13
Проницаемость, мД	226	226	47	274,9
Начальное пластовое давление, МПа	14	14	14,1	13,78
Пластовая температура, °С	10,2	10,2	11	11
Относительная плотность газа при стандартных условиях	0,634	0,634	0,634**	0,634**
Вязкость газа в пластовых условиях, мПа*с	0,024	0,024	0,024*	0,024*
Вязкость воды в пластовых условиях, мПа*с	4,25	4,25	4,25	4,25

* Принятое давление начала конденсации по ботубинскому горизонту.

ке I при испытаниях талахского горизонта получены притоки из скважин №СБТ-160, № 159 и №41. Дебиты газа при испытании меняются от 40,1 до 123,6 тыс. м³/сут.

Результатах изучения свойств ботубинского горизонта базируются на интерпретации материалов геофизических исследований скважин. При вскрытии залежи на экспериментальных промысловых жидкостях и ВИЭР коллектор выделялся по данным гидродинамического каротажа.

Таблица 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ПОРИСТОСТИ, ПРОНИЦАЕМОСТИ И ОСТАТОЧНОЙ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ ПО КЕРНОВЫМ ДАННЫМ
Table 2. Distribution of values of porosity, permeability and residual oil saturation according to core data

Показатели	Пористость (%)	Проницаемость (мД)	Остаточная нефтенасыщенность, (%)
Количество определений	1181	993	682
Среднее значение	15,8	562,4	14,0
Минимальное значение	3,8	2,4	1,5
Максимальное значение	21,8	5008	49,2
Мода	16,0	378,0	11,85
Медиана	14,0	40,0	10,1
Дисперсия	8,6	391762,8	56,7
Стандартное отклонение	2,92	625,91	7,53

Результаты физико-химических исследований проб конденсата проводились из скважин №СБТ-27 и №44. Конденсат легкий (плотность 0,6833 – 0,7985 г/см³) и низкокипящий. При разгонке до 200 °С выкипает в среднем 90% конденсата. Практически эти конденсаты состоят только из бензиновой фракции. Содержание смол и асфальтенов незначительное, серы 0,29%, парафинов – 0,1%. По углеводородному составу конденсат метанового типа: содержание метановых фракций 81,42% весовых, нефтяных 9,76%, ароматических 8,82%. Содержание стабильного конденсата в пластовой системе 16,1 г/м³, относительная молекулярная масса от 80,0 до 94,0, потенциальное содержание конденсат в пластовом газе 30,9 г/м³. Плотность газоконденсатной смеси в стандартных условиях составляет 0,763, относительная плотность смеси по воздуху в стандартных условиях до 0,634. Приведённое давление к начальному пластовому составляет 3,08, приведённая температура 1,44. Исходя из приведенного выше состава и физико-химических свойств пластового газа и конденсата получена кривая пластовых потерь.

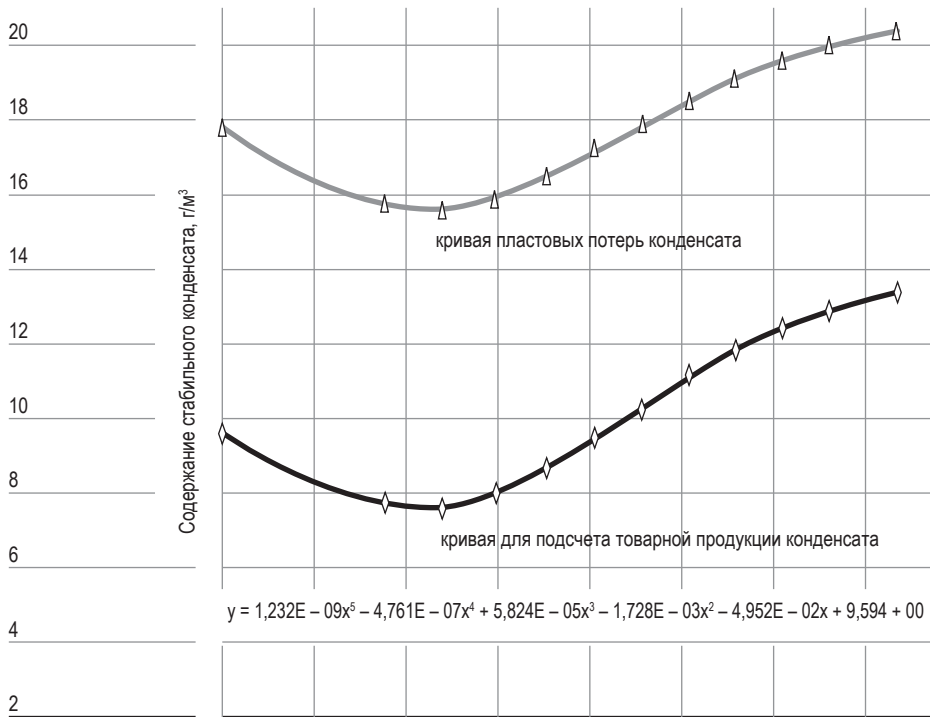


Рис. 2. Кривые пластовых потерь стабильного конденсата.

Fig. 2. Curves of formation losses of stable condensate.

При расчете добычи стабильного конденсата учтено остаточное содержание конденсата в газе сепарации при давлении на входе в УКПГ не ниже 8,0 МПа и давлении в магистральном газопроводе 5,6 МПа. Коэффициент сверхсжимаемости газа, рассчитанный по уравнению Редлиха–Квонга в пластовых условиях составляет 0,76.

Притоки газа из ботуобинского горизонта получены в скважинах № СБт-41, № 48, № 54, № 87. Улаханский горизонт вскрыт в скважинах № СБт-48, № 54, № 74, № 87, № 99, № 100. При испытании улаханского горизонта в скважинах № СБт-48, № 74, № 99 получены промышленные притоки газа. Действующий проект разработки был составлен на утверждённые запасы газа по ботуобинскому горизонту 14,9 млрд м³, по улаханскому 3,7 млрд м³. Разработку намечено было осуществлять 21 эксплуатационной скважиной, в том числе 8 скважин из разведочного фонда (№ СБт-8, № 27, № 41, № 44, № 49, № 54) на ботуобинский горизонт скважинами № СБт-48, № 49 и на улаханский горизонт и тринадцать проектных скважин, в том числе 11 скважин (№ СБт-101, № 102, № 103, № 104, № 105, № 159, № 160, № 161, № 162, № 163, № 165) –

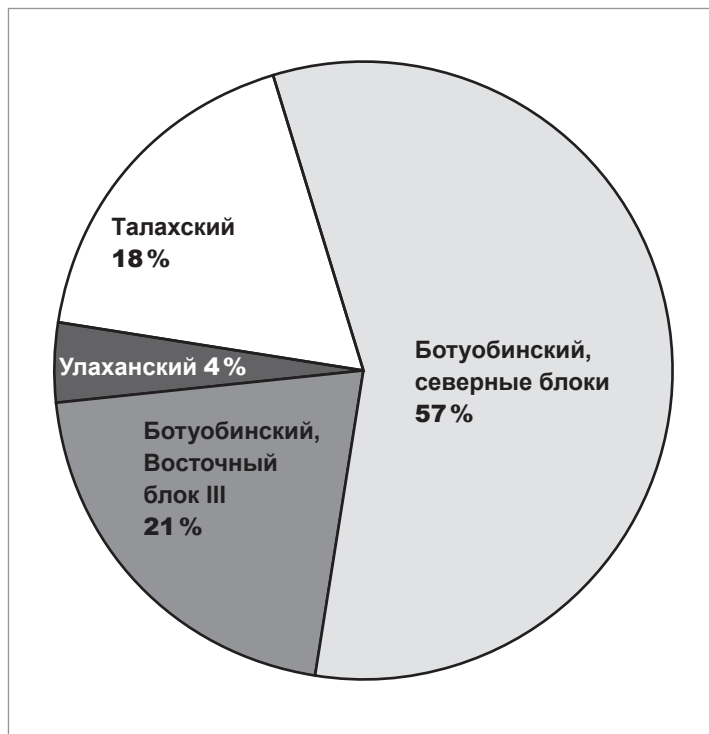


Рис. 3. Распределение накопленной добычи по горизонтам.
Fig. 3. Distribution of accumulated production by horizons.

на ботубинский горизонт и 2 скважины (№СБт-156, №157) – на улаханский.

В районе скважины №СБт-101 толщина газонасыщенной части ботубинского горизонта по результатам интерпретации ГИС составляет 6,3 м, однако в процессе испытания притока пластовой смеси не получено. Отсутствие притоков газа при испытании возможно из-за того, что в процессе вскрытия продуктивного пласта, который происходил на солевых растворах высокой плотности, происходило поглощение бурового раствора и закупорка призабойной зоны пласта. В скважине №СБт-156 при испытании улаханского горизонта дебит газа на штуцере 6 мм составил 83 тыс. м³/сут., при депрессии 2,65 МПа. В настоящее время расхождение между проектными и фактическими уровнями отбора газа на лицензионном участке ОАО «АЛРОСА-Газ» обусловлены наличием остаточной нефти в продукции скважин.

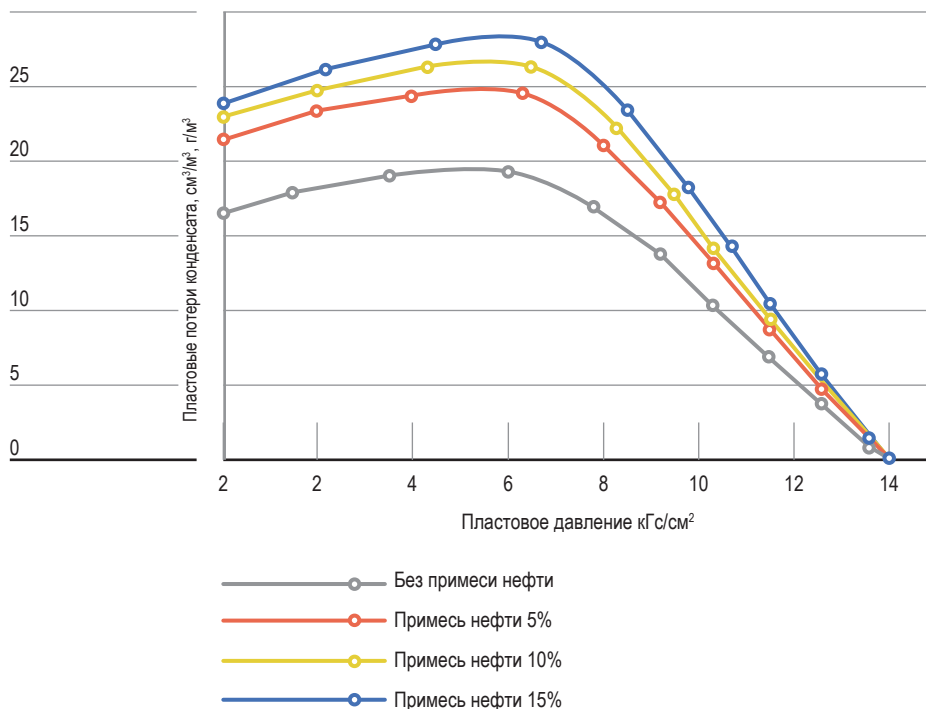


Рис. 4. Зависимость потерь конденсата в залежи от присутствия паров нефти в пластовой газоконденсатной системе.

Fig. 4. Dependence of condensate losses in the reservoir on the presence oil vapor in the reservoir gas condensate system.

С целью выявления закономерностей, влияющих на изменение термодинамического состояния углеводородов в процессе реализации принятой системы разработки Среднеботуобинского месторождения была поставлена серия PVT-экспериментов. Исследования проводились на установке Vinci Technologies производство Франция по конденсации пластовой системы для определения влияния на величину извлечения конденсата паров нефти. Прогноз разработки залежи с примесью рассеянной нефти проводился методом дифференциальной конденсации. Результаты исследования проб пластовой смеси Среднеботуобинского НГКМ показаны на рисунке 4.

Комплекс исследований заключался в последовательном увеличении концентрации нефти многокомпонентной системы в PVT-ячейке от 5%, 10% до 15% масс от объема конденсата, содержащегося в пластовом газе. Опыты проводились на рекомбинированных пробах насы-

Таблица 4. ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ КИК ОТ ПРИМЕСИ НЕФТИ
В КОНДЕНСАТЕ
Table 4. Change in CFC value from oil impurity in condensate

Наименование месторождение	Изменение величины КИК от доли примеси нефти в пластовом газе			
	Без содержания нефти в газоконденсатной смеси	содержания нефти в газоконденсатной смеси 5%	содержания нефти в газоконденсатной смеси 10%	содержания нефти в газоконденсатной смеси 15%
Средне-ботубинское месторождение	0,72	0,65	0,63	0,62

щенного конденсата и газа сепарации в соответствии с конденсатогазовым фактором (КГФ), замеренным при проведении промысловых испытаний. Результаты исследований представлены в таблице 4.

На основании полученных результатов PVT-исследований видно, что присутствие остаточной нефти в газоконденсатной системе снижает коэффициент извлечения конденсата (КИК). В связи с этим происходит интенсивный процесс распада, оказывающий существенное влияние на пластовые потери конденсата.

Выводы

Таким образом, эксперименты проводились на пробах газоконденсатной системы, отобранных из скважин эксплуатирующих Среднеботубинское НГКМ методом контактной и дифференциальной конденсации. Из полученной графической зависимости видно, что при наличии рассеянной нефти характер кривой «пластовых потерь» изменился. По данным эксперимента установлено, что увеличение содержания примеси нефти в газоконденсатной системе сопровождается понижением конденсатоотдачи.

Библиографический список

1. Грачев С.И., Краснова Е.И., Инякин В.В. и др. Прогнозирование добычи конденсата в рамках контроля за разработкой газоконденсатных залежей // Академический журнал Западной Сибири. 2014. Т. 10. № 6 (55). С. 9–12.
2. Краснова Е.И., Островская Т.Д. Оценка увеличения продуктивности газоконденсатных скважин на поздней стадии разработки месторождений Академический журнал Западной Сибири. 2013. Т. 9. № 6 (49). С. 31.
3. Краснова Е.И. Влияние конденсационной воды на фазовые превращения углеводородов на всех этапах разработки. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 6. С. 44–47.
4. Краснов И.И., Михеева В.А., Матвеева М.В. Экспериментальные исследования фазового поведения многокомпонентных газоконденсатных систем. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2006. № 2. С. 21–22.
5. Р.К. Катанова, Е.И. Инякина, Е.Е. Левитина, И.И.Краснов. Оценка потерь углеводородов в залежи пласта Т1-А при разработке Среднетюнгского месторождения. Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета. Наука. Инновации. Технологии. 2020. № 4. С. 29–40.

References

1. Grachev S.I., Krasnova E.I., Inyakin V.V. etc. Forecasting of condensate production in the framework of monitoring the development of gas condensate deposits. // Academic journal of Western Siberia. 2014. T. 10.No. 6 (55). S. 9–12.
2. Krasnova E.I., Ostrovskaya ETC. Evaluation of Increased Productivity of Gas Condensate Wells at the Late Stage of Field Development Academic journal of Western Siberia. 2013. T. 9. No. 6 (49). P. 31.
3. Krasnova E.I. The effect of condensation water on the phase transformations of hydrocarbons at all stages of development. Proceedings of higher educational institutions. Oil and gas. 2012. No. 6. S. 44–47.
4. Krasnov I.I., Mikheeva V.A., Matveeva M.V. Experimental studies of the phase behavior of multicomponent gas condensate systems. Proceedings of higher educational institutions. Oil and Gas. 2006. No. 2. S. 21–22.
5. R.K. Katanova, E.I. Inyakina, E.E. Levitina, I.I. Krasnov. Assessment of hydrocarbon losses in the T1-A formation during the development of the Srednetyungskoye field. Scientific journal of the North Caucasus Federal University. The science. Innovation. Technologies. 2020. No. 4. P. 29–40.

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

- Инякина** Екатерина Ивановна, к.т.н. доцент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Тюменского индустриального университета, тел. 89220428466, E-mail: Injakinaei@tyuiu.ru
- Катанова** Розалия Кирилловна, зав. лабораторией, ассистент базовой кафедры «Нефтегазовое дело», МПТИ (ф) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», тел. 89141123507, E-mail: rose941101@mail.ru
- Инякин** Владислав Витальевич, ассистент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Тюменского индустриального университета, тел. 89129451250, E-mail: injakinvv@tyuiu.ru;
- Альшейхли** Мохаммед Джавад Зейналабидин: к.т.н., заведующий кафедрой «Нефтегазовое дело», Факультет инжиниринга, Киркукский университет, ИРАК, тел. 9647700993344, mohammed.jawad@uokirkuk.edu.iq

About the authors

- Inyakina** Ekaterina Ivanovna, Ph. D., associate Professor of the Department "Development and operation of oil and gas fields" of Tyumen industrial University, tel. 89220428466, E-mail: Injakinaei@tyuiu.ru
- Katanova** Rozalia Kirillovna, head of laboratory, assistant of the Base Department of Oil and Gas, Mirny Polytechnic Institute (branch) of North-Eastern Federal University, tel. 89141123507. E-mail: rose941101@mail.ru
- Inyakin** Vladislav Vitalevich, assistant of the Department "Development and operation of oil and gas fields" of Tyumen industrial University, tel. . 89129451250 injakinvv@tyuiu.ru;
- Alsheikhly** Mohammed Jawad Zeinalabideen, Ph. D., head of Petroleum Engineering Department, Petroleum Engineering Department, College of Engineering, University of Kirkuk, IRAQ, tel. 9647700993344, mohammed.jawad@uokirkuk.edu.iq

25.00.23
УДК 595.771

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ
И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Сигида С.И.

Северо-Кавказский Федеральный университет
г. Ставрополь, Россия, omophon@yandex.ru,

КРОВСОСУЩИЕ КОМАРЫ (DIPTERA, CULICIDAE) ЛАНДШАФТНЫХ ПРОВИНЦИЙ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ – ПЕРЕНОСЧИКИ МАЛЯРИИ

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.4

Введение.

Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) являются важным компонентом экосистем. Они способствуют передаче опасных возбудителей болезней, таких как, лихорадка Западного Нила (ЛЗН), малярия, туляремия и др. Поэтому проведение мониторинга за кровососущими комарами, изучение географического распространения, их биологии, экологии, биоценологии, физиологии и безвредности значения – является задачей теоретического и эпидемиологического вектора. Ставропольский край относится к регионам с высоким риском завоза малярии и формированием местных очагов. По потенциальному риску передачи малярии край можно разделить на три зоны. Первая – зона устойчивого риска передачи малярии; вторая – зона умеренного риска; третья – зона низкого риска.

Материал и методы исследования. Материалом для данной работы послужили результаты полевых исследований, сборы комаров в природных биотопах различных ландшафтов с мая по сентябрь в разные сезоны 2015–2019 годов посредством кошени сачком, методом отлова «на себя» [6], в помещении «пробиркой», сбора яиц и личинок 1- 4 возрастов из водоемов. Всего было отловлено и определено более 5 тыс. имаго и личинок комаров. Для определения видовой принадлежности использовали руководство Гуцевича с соавторами (1970) и Горностаевой, Данилова (1999) [1, 3, 10]. За анализируемый период обследовано 16 территорий края в водоемах которых осуществлялся мониторинг за преимагинальными стадиями комаров, нами отобрано более 2500 проб воды. Наибольшее обилие личинок на м² (более 50 экз.) отмечено в Кировском, Шпаковском районах.

Результаты и их обсуждения. В качестве результатов исследования приводится список кровососущих комаров, составленный на основе собственных исследований и литературных данных по нахождению отдельных видов Culicidae на территории Ставропольского края [4, 5, 7, 8]. Названия таксономических категорий приводятся в соответствии с недавними публикациями отечественных и зарубежных авторов [1, 9, 11]. Видовой состав кровососущих комаров на исследуемой территории представлен восемью родами: Anopheles Meigen, 1818; Uranotaenia Lynch Arribalzaga, 1891; Culiseta Felt, 1904; Aedes Meigen, 1818; Dahlia Rei nert, Harbach & Knelling, 2006; Ochlerotatus Lynch Arribalzaga; Culex Linnaeus, 1758; Coquillettidia Dyar, 1905.

Выводы.

Во всех ландшафтах Ставропольского края наибольшее количество видов принадлежит роду Ochlerotatus (10), что характерно не только для фауны кровососущих комаров Ставропольского края, но и для фауны Culicidae России в целом [2, 9]. Фоновыми видами можно считать не более 12 видов кровососущих комаров, а потенциальную опасность, как переносчики возбудителей заболеваний человека и домашних животных, могут представлять следующие виды комаров - Anopheles hyrcanus, Anopheles maculipennis, Culex modestus, Cx. pipiens pipiens, Coquillettidia richardii а также комары рода Aedes. Кровососущие комары имеют большое медицинское значение, являясь переносчиками распространенных инфекций, в том числе малярии. Основными местами вылота малярийных комаров являются водохранилища, пруды, озера, ручьи, заболоченные участки в поймах рек, староречья, родниковые мочаки, развитая оросительная сеть. В связи с этим необходимо проводить своевременную паспортизацию водоемов.

Ключевые слова:

кровососущие комары, ландшафтные зоны, доминанты, полупустыня, степь, лесостепь, предгорья.

Sigida S.I. North Caucasus Federal University Stavropol, Russia

Blood-sucking mosquitoes (diptera, culicidae) of the landscape provinces of the Stavropolsky krai-carriers of malaria

Introduction. Blood-sucking mosquitoes (Diptera, Culicidae) are an important component of ecosystems. They contribute to the transmission of dangerous pathogens such as West Nile fever (WNF), malaria, tularemia, etc. therefore, monitoring of blood-sucking mosquitoes, studying the geographical distribution, their biology, ecology, biocenology, physiology and pathogenic significance is a task of the theoretical and epidemiological vector. Stavropol Territory is one of the regions with a high risk of malaria importation and the formation of local foci. According to the potential risk of malaria transmission, the region can be divided into three zones. The first is a zone of sustained risk of malaria transmission; the second is a zone of moderate risk; the third is a zone of low risk.

Material and methods of research. The material for this work was the results of field studies, collecting mosquitoes in natural biotopes of various landscapes from May to September in different seasons of 2015–2017 by mowing with a net, by catching “on yourself” [6], in the room with a “test tube”, collecting eggs and larvae of 1–4 ages from reservoirs. In total, more than 5 thousand imago and larvae of mosquitoes were caught and identified. To determine the species identity, the guidelines of Gutsevich and co-authors (1970) and Gornostaeva and Danilov (1999) were used [1, 3, 10]. During the analyzed period, 16 territories of the region were surveyed in the reservoirs of which the preimaginal stages of mosquitoes were monitored, we selected more than 2500 water samples. The greatest abundance of larvae per m² (more than 50 specimens) was observed in the Kirovsky and Shpakovsky districts.

Results and their discussion. As the results of the study, a list of blood-sucking mosquitoes is presented, compiled on the basis of our own research and literature data on the location of certain Culicidae species in the Stavropol Territory [4,5,7,8]. The names of taxonomic categories are given in accordance with recent publications of domestic and foreign authors [1, 9, 11]. The species composition of blood-sucking mosquitoes in the study area is represented by eight genera: Anopheles Meigen, 1818; Uranotaenia Lynch Arribalzaga, 1891; Culiseta Felt, 1904; Aedes Meigen, 1818; Dahliana Reinert, Harbach & Knelling, 2006; Ochlerotatus Lynch Arribalzaga; Culex Linnaeus, 1758; Coquillettidia Dyar, 1905

Conclusions. In all landscapes of the Stavropol Territory, the largest number of species belongs to the genus Ochlerotatus (10), which is typical not only for the blood – sucking mosquito fauna of the Stavropol Territory, but also for the Culicidae fauna of Russia as a whole [2, 9]. No more than 12 species of blood-sucking mosquitoes can be considered background species, and the following species of mosquitoes-Anopheles hyrcanus, Anopheles maculipennis, Culex modestus, Cx.pipiens pipiens, Coquillettidia richardii and Aedes mosquitoes. Blood-sucking mosquitoes are of great medical importance, being carriers of common infections, including malaria. The main breeding sites for malaria mosquitoes are reservoirs, ponds, lakes, streams, wetlands in floodplains, old rivers, spring mochaks, and a developed irrigation network. In this regard, it is necessary to carry out timely certification of reservoirs.

Key words: blood-sucking mosquitoes, landscape zones, dominants, semi-desert, steppe, forest-steppe, foothills.

Кровососущие комары (Culicidae) являются одним из компонентов насекомых комплекса «гнус». Этим термином принято всю совокупность крылатых насекомых Diptera с обширным крылом (Беклемишев, 1949). Наряду с другими кровососущими двукрылыми они причиняют большой вред человеку и снижают репродуктивность домашних животных.

Вредоносность кровососущих комаров не ограничивается только ролью как кровососов – представители семейства Culicidae переносчики целого рода возбудителей протозойных, бактериальных и вирусных заболеваний человека (малярия, туляремия, ЛЗН и др.) и животных.

Исследования биотопической приуроченности и численности преимагинальных стадий развития кровососущих комаров в условиях разных климатических и географических зон представляет значительный теоретический и практический интерес для медицинской и ветеринарной практики.

В регионах развитого животноводства, к которым относится и Ставропольский край, основным прокормителем кровососущих комаров является крупный рогатый скот. При этом, вред причиняемых комарами определяется токсичностью их слюны, болезненностью укусов, потерями животными крови и возбудителями разного рода болезней. В местах укусов образуются воспалительные процессы, часто повышается температура тела, учащается пульс и дыхание, понижается гемоглобин и количество эритроцитов в крови, увеличивается процент лимфоцитов, ухудшается общее состояние организма, и, как следствие, снижается работоспособность, продуктивность и общая резистентность организма (Хлызова, 2009).

Проведение мониторинга кровососущих комаров, изучение среды их обитания и других параметров очень важно при разработке эффективных мер с ними. Однако, современных работ по фауне и экологии кровососущих комаров в пределах Ставропольского края нет.

Целью настоящей работы явилось изучение видового состава численности и биотопической приуроченности кровососущих комаров, а также их эпидемиологического значения в Ставропольском крае.

Материалом для данной статьи послужили сборы комаров в разные сезоны 2015–2019 годов посредством кошения сачком в различных биотопах, методом отлова «на себя» в помещении «пробиркой», сбора яиц и личинок 1–4 возрастов из водоемов. Всего было отловлено и определено более 5 тыс. имаго и личинок (комаров).

Сведения по фауне и экологии кровососущих комаров Ставропольского края имеются в работах Штакельберга (Штакельберг, 1927; 1937), Месса (Месса, 1929).

Особенно активно изучались кровососущие комары на территории Дагестана (Ениколопов, 1938; Волик, 1966; Алиев, 1971; Исмаилов, 1992, 1996; Гаджиева, 2007, 2008) а так же в Адыгее и Краснодарском крае (Сергеев, 1967; Эрлих, 1990), Волгоградской области (Багиров, 1953).

К настоящему времени по нашим данным на территории Ставропольского края обитает 33 вида и да кровососущих комаров, относящихся к 7 родам (табл.): *Anopheles*, *Aedes*, *Culex*, *Culiseta*, *Urarit*, *Coquillettidia*, *Mansonia*, *Uranotaenia*. Среди них доминируют представители рода *Aedes*, которые представлены 15 видами. — Анализ ареалов выявленных видов позволяет отнести их к 4 ландшафтными провинциям (выделе) пределах Ставропольского края; пустынной, степной, лесостепной и предгорной (Шальнев, 2007).

Выявленные виды представленных выше родов распределились в пределах четырех ландшафтных провинциях Ставропольского края: полупустынной, степной, лесостепной и предгорной.

В провинции полупустынных ландшафтов выплод комаров 8 родов: *Anopheles*, *Ochlerotatus*, *Uranotaenia*, *Culex*, *Aedes*, *Culiseta*, *Coquillettidia*, происходит в крупных, длительно существующих водохранилищах, прудах, копанях, оросителях. Доминантными видами кровососущих комаров являются *An. messeae* Falleroni, 1926, *An. hyrcanus* Pallas, 1771, *Culex pipiens pipiens* L.1758, *Cx. p. molestus* L.1758, *Cx. (Bar) modestus* Ficalbi, 1890; *Ochlerotatus (Oc) caspius* Pallas, 1771; *Aedes vexans vexans* Meig. 1830; Остальные – *Culiseta longiareolata* Macquart, 1838; *Coquillettidia richiardii* Ficalbi, 1889; *Uranotaenia unguiculata* Edw, 1913 – немногочисленны. Всего в этой провинции выявлено 14 видов кровососущих комаров.

В провинции степных ландшафтов, занимающих значительную территорию края, пруды, староречья, пойменные водоемы, балки, оросители являются благоприятной средой обитания преимагинальных стадий комаров 7 родов: *Anopheles*, *Culiseta*, *Culex*, *Ochlerotatus*, *Aedes*, *Uranotaenia*, *Coquillettidia*. Массовыми видами этой провинции в разные сезоны года являются *Anopheles sacharovi* Favre, 1903; *An. messeae* Falleroni, 1926; *An. hyrcanus* Pallas, 1771; *Culex (in sp.) pipiens* L.1758; *Cx. p. molestus* L.1758; *Ochlerotatus caspius* Pallas, 1771; *Oc. dorsalis* Meigen, 1830; *Oc. cataphylla* Dyar, 1916; *Oc. flavescens* Muller, 1764; *Aedes vexans vexans* Meig. 1830; *Ae. cinereus* Meigen 1818; *Coquillettidia richiardii* Ficalbi, 1889. Редко встречаются: *Uranotaenia unguiculata* Edw, 1913; *Cs. longiareolata* Macquart, 1838.

В лесостепном ландшафте распространены комары 23 видов 7 родов: *Anopheles*, *Culex*, *Dahlia*, *Ochlerotatus*, *Aedes*, *Culiseta*, *Coquillettidia*, которые заселяют пруды, карьеры, балки, пойменные водо-

Таблица. ВИДОВОЙ СОСТАВ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ
Table-Species composition of blood-sucking mosquitoes
of the Stavropol territory

Кол-во	Род	Кол-во	Вид	Лст.	Ст.	П/пуст.	Пр.
1	Aedes	1.	cantans Mg.	X		X	
		2.	caspius Pall.	X	X	X	
		3.	caspius caspius Pall.		X	X	
		4.	caspius dorsalis Meig.	X	X		
		5.	cataphylla Dyar.	X	X		X
		6.	cinereus Mg.	X	D		
		7.	cuprius Ludl.		X		
		8.	diantaeus H.D.K.	X			
		9.	dorsalis Mg.	X	X	X	
		10.	excrucians Walk.	X		X	
		11.	flavescens Mull.	X	D	X	
		12.	pulcritarsis Rondeni	X			
		13.	rossicus D.G.M.	X			
		14.	sticticus Mg.		X		
		15.	vexans Mg.	D	X	X	
2	Anopheles	16.	claviger Mg.	D	X	X	
		17.	algeriensis Theob				
		18.	cinereus Meigen		X		
		19.	hyrcanus Pall.	X	X	D	
		20.	maculipennis Mg.	X	D	D	X
		21.	messeae Mg.		X		
3.	Coguillettida	22.	richiardii Ficalbi		X	X	
4.	Culex	23.	apicalis Adams	X			
		24.	exilis Dyar.	X			
		25.	modestes Fic.	D	D	D	
		26.	pipiens L.	D	X	X	X
		27.	pipiens molestus Forsk.	D	D	X	D
		28.	pipiens pipiens L.	D	D	X	D
		29.	theileri Theob.				
5.	Culiseta	30.	fumipennis Steph.	D			
		31.	longiareolata Macg.				
6.	Mansonia	32.	richiardii Fic.		D	D	
7.	Uranotaenia	33.	unguiculata Edw.			D	
				22	23	18	5

Лст.-Лесостепь, Ст.-Степь, П/пст.-Полупустыня, Пр.-Предгорье

емы, оросители заселяются комарами. Многочисленными и чаще всего встречающимися видами являются *Anopheles maculipennis* Meig, 1818; *An. messeae* Falleroni, 1926; *An. claviger* Meigen, 1804; *Culex modestus* Ficalbi, 1890, *Cx. (in sp.) pipiens* L. 1758; *Cx. p. molestus* L. 1758; *Dahlia geniculata* Olivier, 1791; *Ochlerotatus dorsalis* Meigen, 1830; *Oc. cantans* Meigen, 1818; *Oc. caspius* Pallas, 1771; *Aedes vexans vexans* Meig. 1830; *Culiseta alaskaensis* Ludlow, 1906, *Coquillettidia richiardii* Ficalbi, 1889.

Комары ландшафтов предгорий представлены 17 видами относящихся к 7 родами: *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, *Ochlerotatus*, *Dahlia*, *Culiseta*, *Coquillettidia*. Ниже представлены многочисленные виды: *Anopheles maculipennis* Meig, 1818; *An. claviger* Meigen, 1804; *Culex (in sp.) pipiens* L. 1758; *Cx. modestus* Ficalbi, 1890; *Aedes vexans vexans* Meig. 1830; *Ochlerotatus dorsalis* Meigen, 1830; *Oc. punctator* Kirby, 1837; *Oc. cantans* Meigen, 1818; *Dahlia geniculata* Olivier, 1791; *Cs. alaskaensis* Ludlow, 1906, *Coquillettidia richiardii* Ficalbi, 1889. Всего же здесь обитает 17 видов кровососущих комаров, выплод которых происходит в прудах, канавах, пойменных водоемах, родниках.

В провинции полупустынных ландшафтов доминантными видами кровососущих комаров являются *Anopheles maculipennis*, *An. hyrcanus*, *Culex pipiens pipiens*, *C. p. molestus*, *C. modestus*, *Aedes caspius*, *Aedes vexans*. Остальные – *Aedes punctator*, *Culiseta longiareolata*, *Coquillettidia richiardii*, *Uranotaenia unguiculata* немногочисленны. Всего в этой провинции выявлено 14 видов кровососущих комаров.

В провинции степных ландшафтов, занимающих значительную территорию края, с достаточно развитой речной сетью обитает наибольшее число видов кровососущих комаров – 26. Массовыми видами этой провинции являются *An. maculipennis*, *An. messeae*, *C. pipiens pipiens*, *C. p. molestus*, *A. caspius*, *A. dorsalis*, *A. cataphylla*, *A. vexans*. *A. cinereus*, *Coquillettidia richiardii*. Редко встречаются: *Uranotaenia unguiculata*, *Culiseta longiareolata*.

В лесостепном, лесном ландшафте распространены комары 23 видов. Многочисленными и чаще всего встречающимися видами являются *maculipennis*. *An. messeae*, *An. claviger*, *C. p. pipiens*. *C. p. molestus*, *A. dorsalis*, *A. vexans*. *A. cantans*, *A. caspius*, *Culiseta alaskensis*.

Комары ландшафтов среднегорий представлены видами: *An. maculipennis*, *An. messeae*, *An. claviger*, *An. hyrcanus*, *C. p. pipiens*. *C. modestus*, *A. vexans*. *A. dorsalis*, *A. cantans*, *A. diantaeus*, *Culiseta alaskensis*. Всего же здесь обитает 17 видов кровососущих комаров.

Фоновыми видами во всех ландшафтах Ставропольского края можно считать не более 12 видов кровососущих комаров, а потенциальную опасность как переносчики возбудителей заболеваний человека и домашних животных могут представлять 9 видов.

Наибольшую же эпидемическую опасность в условиях антропогенных ландшафтов Ставропольского края они представляют как потенциальные переносчики малярии. Малярия – это группа острых инвазионных облигатно-трансмиссивных заболеваний, возбудителями которых являются простейшие рода *Plasmodium* (III группа патогенности) [Горностаева, 1999]. Выделяют следующие формы малярии: трехдневная – возбудитель *P. vivax*, четырехдневная – *P. malariae*, тропическая – *P. Falciparum* и малярия, возбудителем которой является *P. ovale*. Основными переносчиками малярийных плазмодиев являются *An. maculipennis*, *An. messae*. Эти виды, обладая широким экологическим диапазоном, встречаются во всех ландшафтных районах и городах края. Второстепенными переносчиками малярии могут быть *An. claviger*, *An. hyrcanus*. Роль каждого вида кровососущего комара в передаче малярии зависит от конкретных климатических факторов, ландшафтных и социальных условий. По данным ВОЗ, основными переносчиками малярии являются следующие виды комаров: виды комплекса «maculipennis» (*An. maculipennis*, *An. Beklemishevi*, *An. Artemievi* и др.), *An. claviger*, *An. hyrcanus* и *An. superpictus*. Ставропольский край является крупным промышленным и сельскохозяйственным центром РФ, имеющим 2 международных аэропорта – г. Ставрополь и г. Минеральные Воды, откуда совершаются рейсы кроме стран СНГ, в Индию, ОАЭ, Пакистан, Сирию, Турцию и др. На территории края население является восприимчивым к заражению возбудителям малярии. Миграционные процессы способствуют рассеиванию инфекции на территории края. На Ставрополье основными факторами, способствующими заражению малярией и ее распространению являются:

1. Хозяйственная деятельность населения края – орошаемое земледелие имеется в 18 районах края и составляет 366,5 тыс. га, общие экономические трудности дали толчок увеличения садоводства и огородничества.
2. Природно-климатические условия, отражающиеся на численности переносчика малярии, длительности эпидемического сезона.
3. Миграция населения.
4. Трудности с укомплектованностью кадрами энтомологов и их помощников

По потенциальному риску передачи малярии. Ставропольский край можно представить следующими маляриогенными зо-

нами: 1. Зона низкого риска передачи, куда входят 5 засушливых восточных района, где не регистрируется и завозная малярия, за исключением Курского района, где было 2 завозных случая. 2. Зона умеренного риска передачи малярии, число дней со среднесуточной температурой воздуха $+16^{\circ}\text{C}$ и выше 90–110 дней, куда входят предгорные районы – вся Кавмингруппа – 5 территорий; 3. Зона устойчивого риска передачи малярии, куда входят лесостепные и степные районы – 22 территории края, число дней с эффективными для спорогонии среднесуточными температурами воздуха 110–145 дней. Основными местами выплода переносчиков являются водохранилища, озера, пруды, ручьи, мелкие речки, заболоченности в поймах рек, староречья, родниковые мочаки, развитая орошаемая сеть, посевы риса.

Массовые виды комаров *A. caspius*, *A. vexans* участвуют в циркуляции и передаче человеку и животным возбудителя туляремии (Апехтин, 1945).

Такие виды комаров, как *A. cantos*, *A. vexans*, *A. dianiaeus*, *C. p. pipiens*, *An. messae*, *An. hircanus*, *Coquillettidia richiardii* являются факультативными орнитофилами, что предполагает их участие в циркуляции вируса лихорадки Западного Нила. При изучении и оценки эколого-эпизоотологических особенностей лихорадки Западного Нила в Ставропольском крае выявлено 3 вида комаров, потенциальных переносчиков этого вируса.

Выводы

Во всех ландшафтах Ставропольского края наибольшее количество видов принадлежит роду *Ochlerotatus* (10), что характерно не только для фауны кровососущих комаров Ставропольского края, но и для фауны *Culicidae* России в целом [2, 9], Фоновыми видами можно считать не более 12 видов кровососущих комаров, а потенциальную опасность, как переносчики возбудителей заболеваний человека и домашних животных, могут представлять следующие виды комаров – *Anopheles hircanus*, *Anopheles maculipennis*, *Culex modestus*, *Cx. pipiens pipiens*, *Coquillettidia richardii* а также комары рода *Aedes*.

Кровососущие комары имеют большое медицинское значение, являясь переносчиками распространенных инфекций, в том числе малярии.

Основными местами выплода малярийных комаров являются водохранилища, пруды, озера, ручьи, заболоченные участки в поймах рек, староречья, родниковые мочаки, развитая оросительная сеть. В связи с этим необходимо проводить своевременную паспортизацию водоемов.

Conclusions

In all landscapes of the Stavropol Territory, the largest number of species belongs to the genus *Ochlerotatus* (10), which is typical not only for the blood – sucking mosquito fauna of the Stavropol Territory, but also for the Culicidae fauna of Russia as a whole [2, 9]. No more than 12 species of blood-sucking mosquitoes can be considered background species, and the following species of mosquitoes – *Anopheles hyrcanus*, *Anopheles maculipennis*, *Culex modestus*, *Cx. pipiens pipiens*, *Coquillettidia richardii* and *Aedes* mosquitoes.

Blood-sucking mosquitoes are of great medical importance, being carriers of common infections, including malaria.

The main breeding sites for malaria mosquitoes are reservoirs, ponds, lakes, streams, wetlands in floodplains, old rivers, spring mochaks, and a developed irrigation network. In this regard, it is necessary to carry out timely certification of reservoirs.

Библиографический список

1. Алиев Ф.Ф. Кровососущие двукрылые насекомые, нападающие на копытных в районах Кавказа / Ф.Ф. «Алиев // В кн.: Проблемы паразитологии. Киев. 1969. С. 304–306. 11. Алиев Г. А. Азербайджан / Г.А. Алиев. Москва. 1971. С. 28-61.
2. Апехтин В.Н. Некоторые вопросы эпидемиологии и паразитологии трансмиссивных вспышек туляремии / В.Н. Апехтин // Мед. паразитол. и паразитар. Болезни. 1945. Т. XIV. Вып. 5. С. 93-98.
3. Багиров Г.А. Эколого-фаунистическое исследование кровососущих двукрылых приморской части дельты реки Волги: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1953. 18 с.
4. Беклемишев В.Н. Учебник медицинской энтомологии / В.Н. Беклемишев. М., 1949. 490 с.
5. Волик Г.Н. Изучение гнуса и меры борьбы с ними на Кизлярских пастбищах Дагестана: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1966. 24 с.
6. Гаджиева С.С. Ландшафтное и высотное распределение малярийных комаров рода *Anopheles* в Дагестане / С.С. Гаджиева // Вестник Дагестанского научного центра. № 27. Махачкала. 2007. С. 43–47.
7. Гаджиева С.С. Биотопическое распределение и условия развития кровососущих комаров подсемейства Culicinae в Дагестане / С.С. Гаджиева // Зоологический журнал. №2. Москва. 2008. С. 248 –252.
8. Гуцевич А.В. с соавт. Фауна СССР, Насекомые двукрылые. Ленинград : Наука, 1970. Т. III.
9. Горностаева Р.М. // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2009. №1. С. 60-63.
10. Горностаева Р.М., Данилов А.В. Комары (сем. Culicidae) Москвы и Московской области. М., 1999.

11. Ениколопов С.К. Эпидемиологические очаги малярии в высокогорном Дагестане // *Медиц. паразитол. и паразитарн. болезни*. 1938. Т. 7, №2. С. 117–125.
12. Исмаилов Ш.И. Итоги изучения кровососущих двукрылых восточной части Большого Кавказа / Ш.И. Исмаилов // *Успехи энтомологии в СССР. Двукрылые: систематика, экология, медицинское и ветеринарное значение*. СПб., 1992. С. 136–137.
13. Исмаилов Ш.И. Состав и закономерности распределения фауны кровососущих двукрылых насекомых восточной части Большого Кавказа: дис. д-ра. биол. наук. С-Пб., 1996. С. 5–268.
14. Месс А.А. К фауне кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) района Кавказских Минеральных вод / А.Л. Месс // *Ежегодник Зоол. музея АН СССР*. 1929. Т. 30, вып. 4. С. 525–530.
15. Сергеев А.Ф. Кровососущие комары Адыгеи // *Сб. статей по зоологии*. Научн. тр. Краснодар. гос. пед. ин-та /А.Ф. Сергеев. Вып. 6. Краснодар, 1967. С. 55–66.
16. Солчатова Т.В., Воробьева Е.П., Мелешко Т.В. О совместной деятельности центра Госэпиднадзора и отделения профилактической дезинсекции по борьбе с переносчиками инфекционных заболеваний в Кисловодске // *Материалы научно-практической конференции, посвященной 75-летию Санэпид службы России «Здоровье населения и среда обитания», Ставрополь*, 1997. С. 137–142.
17. Халин А.В., Горностаева Р.М. // *Паразитология*. 2008. Т. 42. Вып. 5. С. 360–381.
17. Хлызова Т.А. Кровососущие комары юга Тюменской области (биоэкологические основы защиты крупного рогатого скота): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень, 2009. 24 с.
18. Шальнев В.А. Эволюция ландшафтов Северного Кавказа. Изд-во СГУ. 2007. 310 с.
19. Штакельберг А.А. Кровососущие комары (сем. Culicidae) Союза ССР и сопредельных стран / А.А. Штакельберг // *Определители по фауне СССР*. Вып. 1. М.; Л: Изд. АН СССР, 1927. 170 с.
20. Штакельберг А.А. Кровососущие комары. Фауна СССР, т. III, вып. 4, 1937.
22. Штакельберг А.А. Семейство Culicidae / А.Л. Штакельберг // *Фауна СССР. Насекомые двукрылые*. 1937. Т. 3, вып. 4. М.; Л.: Изд. АН СССР. 257 с.
23. Эрлих В.Л. Фауна, распространение и условия развития кровососущих комаров на территории Краснодарского края / В.Л. Эрлих // *Фауна и экология некоторых видов беспозвоночных и позвоночных животных Предкавказья*. Краснодар, 1990. С. 27–33.
24. Reinert J.F., Harbach R.E. & Kitching I.J. // *Zoological Journal of the Linnean Society*. 2009. Vol. 157. P. 700–794.

References

1. Aliyev F.F. Blood-sucking dipterous insects attacking ungulates in the Caucasus regions / F.F. "Aliyev // In the book: Problems of para-

- sitology. Kiev. 1969. p. 304-306; Aliyev G.A. Azerbaijan / G.A. Aliyev. Moscow. 1971. p. 28-61.
2. Apekhtin V.N. Some questions of epidemiology and parasitology of transmissible outbreaks of tularemia / V.N. Apekhtin // Honey. parasitol. and parasites. Diseases. 1945. Vol. XIV. Issue 5. pp. 93–98.
 3. Bagirov G. A. Ecological and faunal study of blood-sucking diptera of the Primorsky part of the Volga River delta: Author's abstract. Diss. Cand. biol. nauk. L., 1953. 18 p.
 4. Beklemishev V. N. Textbook of medical entomology / V.N. Beklemishev. M., 1949. 490 p.
 5. Volik G. N. Study of midges and measures to combat them in the Kizlyar pastures of Dagestan: author's abstract.. cand. biol. nauk. M., 1966. 24 s.
 6. Gadzhieva S. S. Landscape and altitude distribution of malarial mosquitoes of the genus Anopheles in Dagestan 1S. S. Gadzhieva // Bulletin of the Dagestan Scientific Center. № 27. Makhachkala. 2007. p. 43-47.
 7. Gadzhieva S. S. Biotopic distribution and conditions of development of blood-sucking mosquitoes of the subfamily Culicinae in Dagestan / S.S. Gadzhieva // Zoological Journal No.2. Moscow. 2008. p. 248–252.
 8. Gutsevich A.V. et al. Fauna of the USSR, Diptera insects. Leningrad: Nauka, 1970. – Vol. III.
 9. Gornostaeva R. M.//Medical parasitology and parasitic diseases. 2009. No. 1. Pp. 60-63.
 10. Gornostaeva R. M., Danilov A.V. Mosquitoes (family Culicidae) Moscow and the Moscow Region. Moscow, 1999.
 11. Enikolopov S. K. Epidemiological foci of malaria in high-mountain Dagestan // Medits. parasitol. and parasitic. diseases. 1938. –Vol. 7, No. 2. pp. 117–125.
 12. Ismailov Sh. I. Results of the study of blood-sucking diptera of the eastern part of the Greater Caucasus / Sh. I. Ismailov // Successes of entomology in the USSR. Diptera: taxonomy, ecology, medical and veterinary significance. St. Petersburg, 1992. pp. 136–137.
 13. Ismailov Sh. I. Composition and regularities of distribution of the fauna of blood-sucking diptera insects of the eastern part of the Greater Caucasus:, dis. Biol. Sciences. S-Pb., 1996. p. 5–268.
 14. Mess A. A. On the fauna of blood-sucking mosquitoes (Diptera, Culicidae) of the Caucasian Mineral Waters region / AL. Mass // Yearbook of the Zoological Museum of the USSR Academy of Sciences. 1929. Vol. 30, issue 4. pp. 525-530.
 15. Sergeev A. F. Blood-sucking mosquitoes of Adygea. // Collection of articles on zoology. Scientific tr. Krasnod. gosudarstvennogo ped. in-ta / A.F. Sergeev. Issue 6. Krasnodara, 1967. p. 55-66.
 16. Solchatova T. V., Vorobyova E. P., Meleshko T. V. About joint activity of the center of State Epidemiological Department and department of preventive disinsection on fight against vectors of infectious diseases in Kislovodsk // Materials of the scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Sanitary and

- Epidemiological Service of Russia "Population health and habitat", Stavropol, 1997. Pp. 137–142.
17. Khalin A.V., Gornostaeva R. M. // Parasitology. 2008. Vol. 42. Issue 5. pp. 360-381.
 17. Khlyzova T. A. Blood-sucking mosquitoes of the south of the Tyumen region (bioecological bases of protection of cattle): Author's abstract. dis. ... cand. Biol. Sciences. Tyumen, 2009. 24 p.
 18. Shalnev V. A. Evolution of landscapes of the North Caucasus. SSU Publishing House. 2007. 310 s.
 19. Stackelberg A. A. Blood-sucking mosquitoes (family Culicidae) Of the Soviet Union and neighboring countries / A.A. Stackelberg // Determinants of the fauna of the USSR. Issue 1. М; Л: ANSSSR Publishing House, 1927. 170 s.
 20. Stackelberg A.A. Blood-sucking mosquitoes. Fauna of the USSR, vol. III, issue 4, 1937
 22. Stackelberg A.A. Family Culicidae / AL. Stackelberg // Fauna of the USSR. 1937. T. Z, issue 4. М.; Л.: Ed. ANSSSR. 257 s.
 23. Ehrlich V. L. Fauna, distribution and conditions of development of blood-sucking mosquitoes on the territory of the Krasnodar Territory / V.L. Ehrlich // Fauna and ecology of some species of invertebrates and vertebrates of the Ciscaucasia. Krasnodar, 1990. P. 27-33.
 24. Reinert J.F., Harbach R.E. & Kitching I.J. // Zoological Journal of the Linnean Society. 2009. Vol. 157. P. 700–794.

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

Сигида Сергей Иванович – доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии и биоразнообразия ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;
Phone: (8652) 33-08-55.
E-mail: omophron@yandex.ru

About the authors

Sigida Sergey Ivanovich – Doctor of biological Sciences, professor of the Department of General biology and biodiversity, North-Caucasus Federal University.
Phone: (8652) 33-08-55
E-mail: omophron@yandex.ru

25.00.24
УДК 911,3:338.001.36

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

**Катровский А.П.,
Нижникова А.К.**

alexkatrovsky@mail.ru,
stasynizhnikova@gmail.com
Смоленский государственный университет, г. Смоленск, Россия

РОССИЙСКО-БЕЛОРУССКОЕ ПРИГРАНИЧЬЕ КАК МЕЖСТОЛИЧНЫЙ РЕГИОН

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.5

Введение и постановка проблемы. Отмечается, что межстоличное положение как разновидность межцентрального географического положения порождает особый вид пространственного неравенства между столицами (столичными регионами) и их хинтерландами. Ни один из регионов Союзного государства не испытывает столь сильного воздействия на своё развитие со стороны столиц и столичных регионов как российско-белорусское приграничье. Различия, носящие качественный функциональный характер (неравенство развития), переходят в различия количественные (неравенство экономического роста). Важнейшей чертой экономической динамики в межстоличном пространстве стала территориальная социально-экономическая поляризация.

Материалы и методы. На основе статистического и пространственного анализа статистических материалов выявлены территориальные неравенства. Помимо пространственного анализа в исследовании применены сравнительно-географический и картографический методы. В исследовании использованы положения центр-периферийной теории, учения об осях развития и производственно-территориальных системах.

**Результаты исследования
и их обсуждение.**

Исследование выявило значительные социально-экономические неравенства между столичными регионами и регионами российско-белорусского приграничья. В постсоветский период выросли структурные неравенства, которые в итоге привели к значительным количественным неравенствам. Разрыв между успешными столичными регионами и межстоличной периферией увеличивается. Уникальность ситуации состоит в том, что развитие, как позитивный процесс изменения структуры экономики в столичных регионах сочетается с экономической деградацией межстоличных территорий, в которых уменьшается доля высокотехнологичных производств. Исключительная централизация населения в Москве и Минске, культурного и научного потенциала, высшей школы оказывает «токсичный эффект» на развитие периферийных частей межстоличного пространства, способствует «лакунизации» отдельных территорий российско-белорусского приграничья.

Выводы.

Важнейшей чертой трансформации экономического ландшафта регионов российско-белорусского приграничья стала усиливающаяся периферизация, одним из факторов которой стало увеличение доли столиц и столичных регионов в развитии наиболее креативных и высокотехнологичных видов деятельности. В условиях незначительного государственного регулирования в сфере региональной политики Минск и Москва являются «тотальными» столицами, «выкачивающими» интеллектуальный потенциал из регионов приграничья. Структурную деградацию регионов российско-белорусского приграничья может остановить только качественно новая региональная политика, направленная на развитие в них высшей школы, интеллектуальных сфер деятельности, высокотехнологичных производств.

Ключевые слова:

российско-белорусское приграничье, столицы, столичные регионы, межстоличное положение.

Katrovskiy A.P.,
Nizhnikova A.K.

Smolensk State University, Smolensk, Russia
alexkatrovsky@mail.ru, stasynizhnikova@gmail.com

Russian-Belarusian Border Region as an Intercapital Region

Introduction and problem
statement.

It is noted that the intercapital location as a type of inter-central geographical position generates a special type of spatial inequality between capitals (metropolitan regions) and their hinterlands. None of the regions of the Union State is experiencing such a strong impact on its development from the capitals and capital regions as the Russian-Belarusian borderland. Qualitative and functional differences (development inequality) turn into quantitative differences (economic growth inequality). Territorial socioeconomic polarization has become the most important feature of economic dynamics in the inter-capital space.

Materials and methods.

Territorial inequalities have been revealed by applying statistical and spatial analysis to the statistical data. In addition to spatial analysis, the study uses comparative geographical and cartographic methods. The provisions of the center-periphery theory as well as those of growth poles and development and production-territorial systems have been the theoretical basis of the research.

Research findings
and discussion.

The study revealed significant socio-economic inequalities between the capital regions and the ones of the Russian-Belarusian border areas. Structural inequalities have increased for the post-Soviet period what eventually has led to significant quantitative inequalities. The gap between successful metropolitan areas and inter-capital periphery is widening. The uniqueness of the situation lies in the fact that development the metropolitan regions being a positive process of changes in the economic structure is at the same time accompanied by the economic degradation of inter-capital areas where the share of high-tech industries is decreasing. The concentration of population, cultural and scientific potential and higher education in Moscow and Minsk has a "toxic effect" on the development of periphery of the inter-capital space, creates "lacunae" on certain territories of the Russian-Belarusian borderland.

Conclusions.

The most important feature of the economic transformation of the Russian-Belarusian border areas is the increasing trend for these regions to become the periphery. It is especially obvious when it comes to the increasing share of the capitals and metropolitan regions in the development of the most creative and high-tech industries. With little state regulation in the field of regional policy Minsk and Moscow are developing as "total" capitals "pumping" intellectual capital out of the border regions. Their structural degradation can be stopped only by way of adopting a different regional policy, aimed at the development of higher education, creative and high-tech industries.

Key words:

Russian-Belarusian border areas, capitals, metropolitan areas, inter-capital location

Введение и постановка проблемы

В словаре по социально-экономической географии под ред. А.П. Горкина дается такое определение столицы «Столица – населенный пункт (город) в котором расположены резиденция главы государства, законодательной, исполнительной и судебной власти... де-факто, столица – главный административный и политический центр страны, т.е. центр управления государством. В некоторых федеративных государствах столицами называют административно-политичес-

кие центры территориальных единиц, образующих федерацию» [18, с. 243]. Данное определение касается политических столиц, однако в практике страноведческих исследований не ограничивают столичные города только административной функцией, выделяют также «индустриальные столицы», «кинематографические столицы», «туристские столицы», «курортные столицы» и др.

Феномен столичности не может быть сведен к выполнению тем или иным городом лишь функций политического центра... столица не обязательно политико-административный центр; не случайно широкое хождение получили термины «экономическая столица», «культурная столица», «научная столица», «неформальная столица» и многие другие из этого же ряда [Стрелецкий, 2016, с. 110].

Столица – это главный центр в том или ином виде деятельности. При сосредоточении разных столичных функций в одном городе возникает тотальная столица.

Пожалуй, ни один из типов городов не ассоциируется с центром в такой степени как столицы. Известный исследователь столичных городов В.И. Россман соединяя явление столичности и центральности, отметив при этом особую мистерию столичности. Столица – это конкретная локация в пространстве (или несколько локаций), выполняющая важнейшие функции в политической сфере государства. При этом выделение столицы, неизбежно приводит к формированию центра и периферии [Россман, 2013].

В процессе исторического развития возможна смена столиц. Перенос столиц в значительной степени «перекраивает» всю систему пространственных отношений в стране. Как отметил Н.Н. Баранский, как только город стал столицей на «его пользу идет все то, что идет на пользу его государства, в том числе и выгоды в положении не только самого города, но и всего государства» [2, с. 147]. Поскольку столицы могут быть в различных видах деятельности, то возможно появление новой столицы.

По мнению С.А. Тархова «Большинство столичных городов, на сегодняшний день, формируют вокруг себя городские столичные агломерации. Связи между самой столицей и агломерацией, как правило, настолько сильны, что они образуют единый экономический и культурный центр государства» [20]. Однако столичность в современных условиях не столько роль и миссия столичных городов, и даже столичных агломераций, сколько миссия столичных регионов. Межстоличность в нашем исследовании российско-белорусского приграничья это положение между столичными регионами двух стран: Московским и Минским, которое является важнейшим фактором развития самого приграничья. При этом не отрицается влияние в прошлом и настоящем

на российско-белорусское приграничье и других столичных городов (Санкт-Петербурга, Киева, региональных столиц).

Являясь главными, столичные города и регионы оказывают влияние на территории своих стран и регионов. Наиболее сильное влияние столичные города (регионы) оказывают на соседние, граничащие с ними регионы, создавая некий «столичный эффект». Этот эффект особенно значителен, когда столицы, становятся «тотальными», лидируя в передовых, с позиции постиндустриального периода, видах деятельности. Москва – тотальная столица. Являясь главным политическим центром России, она также доминирует в других видах деятельности: экономике, культуре, науке, высшей школе и др. Тотальной столицей является и Минск.

«Столичный эффект» может быть как позитивным, так и негативным [Яськова, 2010]. Регионы и отдельные города могут оказаться в «тени» столицы. Еще в 1984 году британский географ Нил Смит, работавший в Колумбийском университете, отметил, что развитие городов может осуществляться в ущерб другим регионам и городам. Это явление он назвал «эффектом качели». Когда одни города поднимаются, другие опускаются [32].

Между отдельными столичными центрами образуется межстоличное пространство. Так-как экономическое пространство представляет собой совокупность центров (ядер) различного иерархического уровня, то фактически любые территории обладают межстоличным положением. Однако одни из них в силу географической близости испытывают большее влияние, а другие меньшее. Эффект межстоличного положения зависит и от потенциала столичных городов (регионов), связности регионов с ними. Даже в пристоличных субъектах Центральной России имеются территории с высокой степени транспортной изолированности, которые несмотря на относительную географическую близость почти не испытывают «дыхания» Москвы. Развитие транспорта или прекращение транспортного сообщения могут существенно изменить межстоличное положение. Внедрение скоростного железнодорожного транспорта между Москвой и центрами соседних регионов привели к пространственному расширению границ Подмосковья [Ромашина, 2020]. Сегодня не только Тверь, Рязань, Калуга, но и Смоленск, Ярославль стали частью Подмосковья. Прекращение железнодорожного сообщения между Смоленском и Витебском, Смоленском и Могилёвом, Смоленском и Минском существенно снизили влияние белорусской столицы и главных городов восточной Белоруссии на Смоленскую область. Закрытие границ в связи пандемией COVID-19 фактически разорвало российско-белорусское приграничье как единый межстоличный регион на два: белорусское приграничье и российское приграничье.

Поскольку в процессе развития происходят изменения административно-территориального устройства, меняется роль отдельных городов, одни теряют столичные функции, другие обретают, то происходит и трансформация межстоличного пространства. Межстоличное положение региона – это система пространственных отношений между регионом и столицами (столичными регионами). Являясь одной из разновидностей географического положения, межстоличное положение подвержено изменениям.

Современное состояние изученности.

Материалы и методы.

Межстоличью, как особому виду географического положения и межстоличным регионам посвящены немногочисленные публикации. Большая часть их посвящена территории между Москвой и Санкт-Петербургом (Ленинградом). Среди работ имеющих методологическое значение необходимо отметить статью Н.Т. Агафонова и Б.Р. Павчинкого, опубликованную в 1972 году, в которой авторы, опираясь на идеи Франсуа Перру о полюсах роста и Пьера Потье об осях развития высказали мысль о необходимости рассмотрения экономического пространств между Москвой и Ленинградом как единой производственно-территориальную системы [1]. Географическое положение между столицами уникально и предполагает тщательного учета при дальнейшем развитии межстоличного региона. Данные положения на примере Калининской области получили развитие в исследовании А.С. Щукиной [25].

В постсоветский период вышла в свет монография московских петербургских и тверских географов, в которой особое внимание уделялось методологическим проблемам развития биполярных систем [Приваловская Г.А., Чистобаев А.И. и др. 1994], статьи С.И. Яковлевой, которая ввела понятия «примагистральная зона» и «примагистральные территории», особо отметила рекреационную ценность межстоличных регионов [26, 27].

В 2015 году по результатам экспедиции РГО в свет вышли два тома интересной коллективной монографии сотрудников ИГРАНа «Путешествие из Петербурга в Москву: 222 года спустя» [12]. Самостоятельную ценность для нашего исследования представляла статья Т.Г. Нефедовой и А.И. Трейвиша: «Россия между двумя столицами: специфика территориальных сдвигов», написанная по итогам, указанной экспедиции, но до выхода двухтомного издания. В статье есть раздел «Межстоличье: форма и демографическая ситуация», в которой авторы отмечают, что территория между Москвой и Петербургом не есть просто транспортный коридор, это территория, через которую проходит мно-

жество дорог и коридоров и захватывает части восьми областей, включая Смоленскую [9]. Применительно к нашему исследованию, московско-минское межстоличье включает в себя не только производственно-территориальную зону вдоль полимагистрали Москва-Брест, но и территории всех шести приграничных российско-белорусских регионов и двух столичных областей. Важнейшими «скрепами» межстоличья выступают полимагистрали и магистрали: Москва – Брянск – Гомель – Минск; Москва – Рославль – Бобруйск – Минск; Москва – Великие Луки – Витебск – Минск. Внутренней связности способствуют дороги в меридиональном направлении Е95, связывающая Санкт-Петербург восточную Белоруссию и А120 проходящая по Смоленской и Брянской областям через Рудню – Смоленск – Рославль – Брянск на Орёл.

В 2016 г в сборнике материалов XXXII сессии ЭГС МАРС «Проблемы развития приграничных районов» есть раздел «Столицы и границы: географические отношения и мобильность», написанный А.И. Трейвишем, который с одной стороны подчеркивает особую роль столиц в организации территории, а с другой отмечает, что отношения столиц является частью проблемы отношений между городами [21]. В этой связи, проблемы взаимоотношения между городами, городами и регионами можно отнести к вопросам развития межстоличного пространства. Поэтому для данного исследования в связи с почти полным отсутствием специальных публикаций по проблемам развития территории между Москвой и Минском важен опыт исследований Н.Н. Баранского, Г.М. Лаппо, И.М. Майергойза, Н.А. Слуки и многих других географов. Что касается пространства между Москвой и Минском, то первые шаги в его изучении этой территории, как единого целого были сделаны в последнее время [Щербакова, 2020; Катровский, 2020].

Гораздо больше работ о роли и влиянии столиц на окружающие территории. Еще в 1971 г. в Вестнике МГУ вышла статья, полностью посвященная экономико-географическому подходу в изучении столиц [Раимов Т., 1971]. В дальнейшем столицы, включая Москву и Минск, не обходили вниманием. Из фундаментальных трудов в первую очередь, необходимо отметить классическую работу Ю.Г. Саушкина и В.Г. Глушковой, в которой поднимались вопросы взаимодействия Москвы и ее окружения [17].

Из работ, вышедших в последнее время, в первую очередь необходимо отметить монографию И.Ю.Окунева. Её достоинством является не просто переосмысление роли столиц в современном обществе, оценка их системообразующей роли, но и введение в научный оборот положения о символическом капитале столиц. Монография дает представление о современных зарубежных исследованиях столично-

ти [10]. Из зарубежных исследований можно отметить, ставшую благодаря типологии столичных городов, классической, статью британского географа Питера Хола из архитектурной школы Барлетт при Университетском колледже Лондона [29]. К классическим следует отнести и работу известного французского урбаниста Жана Готтмана, в 2013 переведенную на русский язык [4].

Что касается российско-белорусского приграничья, то это один из наиболее изученных трансграничных регионов России. В многочисленных статьях, монографиях рассматривается широкий круг проблем: от позиционирования [15, 30], особенностей миграционной ситуации [6] до вопросов модернизации [8] и роли отдельных факторов развития [23, 31]. Однако, во всех этих работах основное внимание уделялось роли границ в формировании и развитии трансграничного российско-белорусского региона. При этом отмечалось, что несмотря на высокую «прозрачность» и низкую экономическую барьерность границы, она так и не способствовала опережающему развитию приграничных регионов двух стран. Именно пограничные с Россией регионы Белоруссии и приграничные с Республикой Беларусь регионы России должны были извлечь первыми выгоду от межправительственных соглашений, направленных на интеграцию экономик двух стран. Но не извлекли. Показатели экономического роста в приграничных с Россией регионах Белоруссии ниже не только средних по Белоруссии, но и западных регионов этой страны [Запрудский, 2017]. Аналогичная ситуация с экономическим ростом имела место в Брянской, Смоленской и Псковской области Российской Федерации.

Вместе с тем, практически все исследования видели причину возрастающей экономической периферийности в приграничном положении, и в основном, были направлены на выявление барьерной или контактной функции границ. Снятие барьеров, замедлило, но не остановило деградацию регионов приграничья. Данное исследование принципиально иное, в нем российско-белорусское приграничье рассматривается как часть производственно-территориальной системы Москва–Минск. Данная система формировалась на протяжении более двух столетий, исключительную роль в её создании играл и играет транспорт, который выступает в качестве скрепа и обеспечивает единство региона. Неоиндустриальная эпоха меняет экономическую и социальную миссию крупных агломераций, столичных городов, малых городов, сельской местности. Роль Москвы и Минска в своих странах исключительно высокая. Отношения между Москвой и Минском и ближайшими регионами, это отношения доминирования столиц. Но Минск и Москва не только политические столицы, это центры, ставшие глобальными городами. По рейтингу глобальных городов

Таблица 1. ДОЛЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
Г. МИНСКА И Г. МОСКВЫ
Table 1. The socio-economic indicators of Minsk and Moscow

Показатель	Город		Город	
	Минск		Москва	
	2010	2019	2010	2019
Доля населения от общей численности населения страны, %	19,4	21,5	8,1	8,7
Доля в ВРП от общего показателя страны, %	23,6	26,9	22,2	21,01
Доля численности студентов от общей численности студентов страны, %	53,3	54,8	17,5	17,8

Примечание: Составлено по Регионы России, 2020; Регионы Республики Беларусь, 2020.

географического факультета университета в Лафборо, известного как рейтинг GaWC, в 2016 года Москва была на 16 месте и входила в число Альфа городов, Минск был на 174 месте и входил в группу Гамма городов. Два года спустя Москва переместилась на 13, а Минск на 207 место. Но уникальность московско-минского межстоличья состоит не в международных рейтингах. Минск, занимая в силу разных причин место в третьей сотни мировых городов, оказывает исключительное воздействие на все регионы Республики Беларусь. Минск, как и Москва, так называемые «тотальные столицы», которые являются абсолютными лидерами по многим видам деятельности. Причем доля Минска по макроэкономическим показателям растет (табл. 1).

Некоторое сокращение доли Москвы в ВРП Российской Федерации объясняется переходом отдельных организаций («Газпромнефть», ВТБ и др.) в Санкт-Петербург и... снижением цен на нефть. Значительную часть ВВП Москвы обеспечивают нефтяные и газовые компании, зарегистрированные в столице. В 2019 году объем продукции добывающих предприятий Москвы составил 1,76 трлн. руб., из которых 92,9% пришлось на добычу нефти и природного газа¹.

Несмотря на сокращение численности населения двух стран, население их столиц, доля в численности населения стран увеличивается. Увеличивается вклад Москвы и Минска в подготовку кадров с высшим образованием. Более того, именно в Москве и Минске сосредоточена значительная часть университетов мирового уровня своих стран.

Поскольку географическое положение рассматривается как система пространственных отношений, то межстоличное положение должно рассматриваться как система пространственных отношений применительно к столичным центрам и регионам.

Методологической основой исследования являются теоретические положения учений «полюсов роста», «осей развития», «пространственной диффузии инноваций», «центр-периферийных отношений», которые применительно к рыночной экономике не только объясняли возникновение пространственных экономических неравенств, но содержали идеи по их уменьшению. В известной степени современные проблемы экономического развития российско-белорусского приграничья обусловлены тем, что основы пространственной организации его хозяйства были заложены в эпоху плановой экономики. Переход к рыночной экономике, которая функционирует по иным принципам, предполагает переосмысление вопросов пространственного развития. Известный американский географ-марксист Нил Смит в своей книге, вскрывая причины усиления пространственного неравенства, отмечает, что в основе пространственной дифференциации, деления регионов на бедные и богатые лежит географическое разделение труда [32]. Неравенства в развитии столиц и столичных регионов с одной стороны, регионов российско-белорусского приграничья с другой, связаны с разными функциями территорий. Столицы выполняют иную работу, имеют иные доходы, их население имеет иные зарплаты. Но усиление неравенства будет сопровождаться оттоком населения, прежде всего, молодежи из регионов приграничья в столичные, что обострит не только ситуацию на рынке труда в приграничных регионах, но и будет объективно способствовать ухудшению демографической ситуации, так как среди выезжающих преобладают лица в репродуктивном возрасте.

Результаты исследования и их обсуждение

Н.Н. Баранский, анализируя влияние географического положения на экономическое развитие Запада Российской империи, в состав которого входила нынешняя территория российско-белорусского приграничья, отметил: «отрасли промышленности, ориентирующиеся на внешнее сырье, на внешний рынок, «скатывались» к Петербургу, Риге, Варшаве, а отрасли, ориентирующиеся на внутреннее сырье, на внутренний рынок, «скатывались» к Москве. В пределах Запада в результате конкуренции соседей получилось пустое от промышленности место» [2, с.134]. В советское время на регионы российско-белорусского приграничья усилилось влияние Минска, который обрел столичные функции Белоруссии. Помимо регионов Белоруссии Минск имел достаточно тесные экономические, культурные и научные связи со Смоленской областью. К середине 1960-х годов сформировалась транспортно-производственная система Москва-Минск. Большинство предприятий машиностроения Смоленской области имели тесные производственные связи с заводами Москвы и Минска. Например, три автоагрегатных завода Смоленской области обеспечивали узлами и деталями автозаводы Белоруссии и Москвы. На Брянскую и Гомельскую область существенное воздействие помимо Москвы, Минска оказывала столица Украины Киев. Псковская и Витебская области находилась в межстоличном пространстве Москвы, Ленинграда, Минска и Риги. Таким образом, в советское время межстоличное положение регионов российско-белорусского приграничья оказывало скорее позитивное, чем негативное влияние на экономическое развитие. В структуре промышленности всех регионов важную роль играло наукоемкое машиностроение (электронная промышленность, приборостроение и др.). В определенной степени межстоличное положение способствовало выбору Рославльского района в качестве места для строительства Смоленской атомной электростанции. В 1966 году Совет Министров СССР принимая решение о строительстве Смоленской АЭС, исходил в том числе и из положения будущей строительной площадки с одной стороны в центре треугольника Москва-Минск-Киев, а с другой почти на равном расстоянии её от региональных столиц и крупнейших индустриальных центров своих областей: Смоленска, Брянска, Калуги и Могилева.

Вернувшись после распада СССР в эпоху конкуренции и рыночной экономики регионы российско-белорусского приграничья стали испытывать трудности в «борьбе» за инвестиции в высокотехнологичные отрасли экономики со столичными регионами своих стран. Практически все высокотехнологичные производства, имеющиеся сейчас

в российско-белорусском приграничье, были созданы в советский период, в условиях плановой экономики. В постсоветский период в регионах российско-белорусского приграничья произошло «упрощение отраслевой структуры», заметно снизилась доля наукоемких отраслей машиностроения с высокой добавленной стоимостью. Одновременно произошел рост доли электроэнергетики, химической, деревообрабатывающей промышленности и ряд других базисных отраслей промышленности. Согласно Стратегии пространственного развития Российской Федерации именно эти отрасли плюс сложившиеся традиционные отрасли машиностроения рассматриваются как перспективные. Перед регионом ставится задача обеспечить рост сельскохозяйственного производства, прежде всего продукции животноводства. Однако приоритетное развитие данных отраслей может усилить экономическую периферийность российских, приграничных с Белоруссией регионов.

К 2019 г. возникли значительные региональные неравенства между столичными регионами и регионами российско-белорусского приграничья, как по уровню экономического развития, так и по душевым показателям среднемесячной начисленной заработной платы. Эти неравенства связаны с одной стороны с большими возможностями бюджетов столичных городов и регионов, с другой с разными функциями, разной отраслевой структурой хозяйства, которые также способствуют неравенствам возможностей бюджетных расходов. С третьей стороны, неравенству способствует сама налоговая система страны, при которой значительная часть налогов поступает по месту регистрации, а не фактической деятельности предприятий.

Российско-белорусское приграничье типичный трансграничный регион в состав которого входит три области Российской Федерации (Брянская, Смоленская, Псковская) и три области Республики Беларусь (Витебская, Могилевская, Гомельская). Площадь региона 247,4 тыс. км², в том числе 137,9 тыс. км² российская часть приграничья и 109,5 тыс. км² белорусская часть приграничья. В 2020 году в регионе проживало 6296,5 тыс. чел.² Ядром российско-белорусского приграничья является Днепро-Двинский регион, состоящий из наиболее активно взаимодействующих Смоленской, Витебской и Мо-

2

Численность населения по областям и Минску на 1 января 2020 года. URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/ssrd-mvf_2/natsionalnaya-stranitsa-svodnyh-dannyh/naselenie_6/chislennost-naseleniya1_yan_poobl/ (дата обращения 19.01.2021). Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020 г. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 19.01.2021).

гилевской областей. Более активное взаимодействие частично объясняется наиболее близким расположением и хорошей связностью центров данных регионов. Все субъекты Днепро-Двинского региона являются одновременно приграничными и пристольными. С 1954 года после реформы административного деления Белорусской ССР и упразднения Пинской, Полесской, Барановичской, Бобруйской и Полоцкой областей, все субъекты Белоруссии являются пристольными. Брянская, Псковская области не имеют общей границы с Московской областью. Гомель как региональная столица наиболее отдален от Минска и в меньшей степени испытывает эффект территориальной близости (рис. 1).

Линейно-сетевой и узловой характер транспортной системы приграничья выступает в качестве скрепа трансграничной территории. Однако для развития региона как единого целого необходимы не только дороги, но и функционирующий транспорт. В процессе исторического развития произошло формирование опорного каркаса территории российско-белорусского приграничья. Особую роль играют полимагистралы, вдоль которых происходило формирование основных транспортных коридоров и производственных территориальных систем.

По мнению Нила Смита, сама природа капитализма и рыночной экономики способствует неравномерному развитию, и он делает очень важный вывод о том, что процветание и подъем одних регионов и городов сопровождается спадом и деградацией других. Данное явление он назвал принципом качель. Данное положение обретает особую важность при выявлении причин неравенства экономического развития и экономического роста столиц (столичных регионов) и регионов российско-белорусского приграничья. Ричард Флорида, оценивая современный урбанизм, отметил, что в условиях «урбанистического когнитивного капитализма» его особенностью, когда речь идет об инвестициях «победитель получает все». Но в качестве победителя, как правило, выступают крупные города, в первую очередь столицы, которые стали «центральной опорной точкой для современной инновационной экономики». «Такой урбанизм создает новый тип неравенства, при котором растет экономический разрыв между победителями и остальными городами, теряющими экономический фундамент в результате глобализации, деиндустриализации и других факторов» [22, с. 6].

Но неравенства в функциях, структурные различия способствуют экономическому неравенству между регионами. Москва и Московская область значительно опережая российские, приграничные с Республикой Беларусь регионы по душевым показателям ВРП значи-

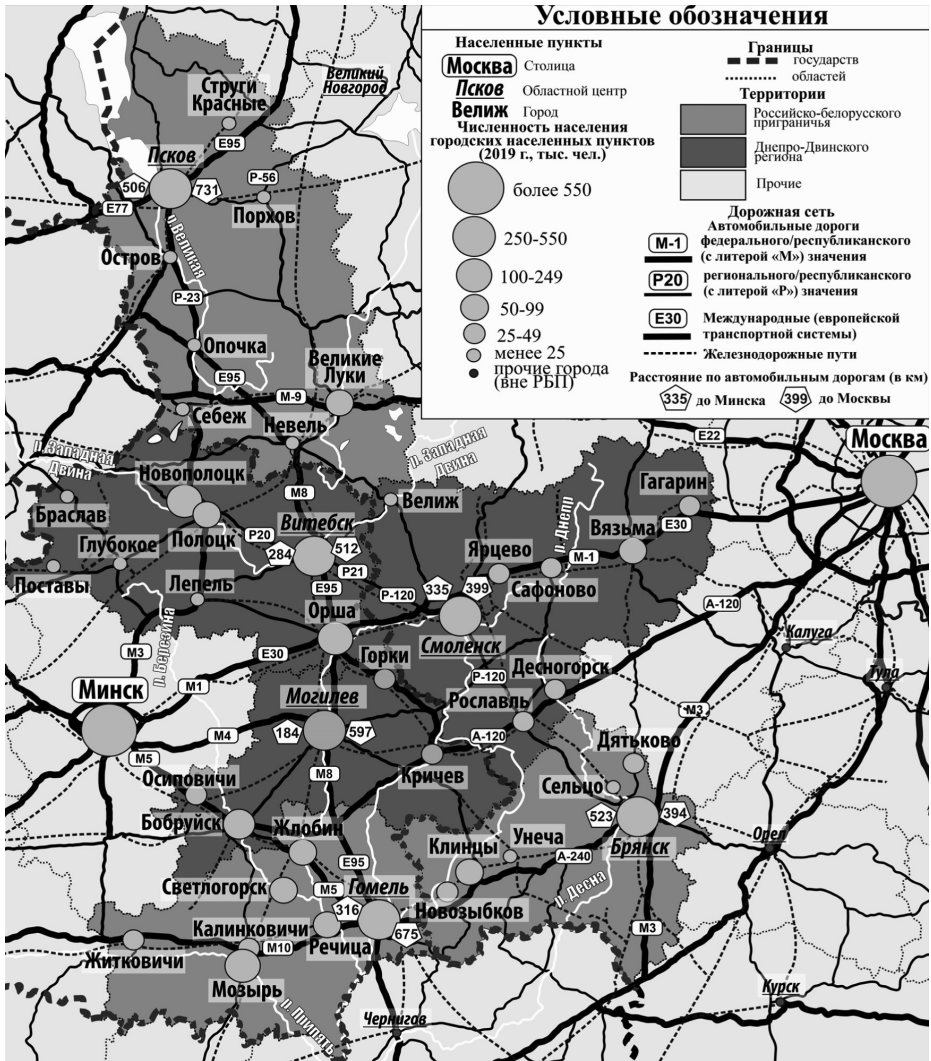


Рис. 1. Российско-белорусское приграничье и Днепро-Двинский регион как часть межстолического пространства.
Fig. 1. The Russian-Belarusian border area and the Dnieper-Dvina region as part of the intercapital space.

тельно превосходят приграничные районы и по среднемесячной заработной плате (табл. 2).

Превосходство столичных городов и регионов в заработной плате и качестве жизни способствует массовой миграции населения, и, в первую очередь, наиболее квалифицированных кадров из приграничья в столичные регионы. Если десять лет назад миграция носила «сервис-

ТАБЛИЦА 2. ВРП НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ (2018) И НОМИНАЛЬНАЯ СРЕДНЕМЕСЯЧНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА В СТОЛИЦАХ, СТОЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ И РЕГИОНАХ РОССИЙСКО-БЕЛОРУССКОГО ПРИГРАНИЧЬЯ (2019) (РОССИЙСКИХ РУБЛЕЙ).

Table 2. Gross regional product per capita (2018) and nominal monthly wage in capitals, capital regions and regions of the russian-belarusian border (2019)

Показатель Субъект	ВРП на душу населения	Номинальная среднемесячная заработная плата
Брянская область	272742,5	29853,0
Смоленская область	330766,0	31269,0
Псковская область	259404,1	29441,0
Московская область	556413,9	55555,0
Ленинградская область	603239,7	46387,0
г. Москва	1423588,6	94294,0
г. Санкт-Петербург	781214,3	65 872,0
Витебская область	251272,4	26519,3
Гомельская область	283594,4	27786,0
Могилевская область	260881,7	26115,5
Минская область	411869,8	31156,3
г. Минск	540259,2	43295,8

Примечание: Составлено по Регионы России, 2020; Регионы Республики Беларусь, 2020.

ный» характер и в неё были вовлечены продавцы, парикмахеры, охранники, строители, водители, то в последнее время её характер изменился, и она в большей степени охватывает врачей, учителей, программистов, менеджеров, преподавателей вузов.

Неравенство в зарплатах способствует миграции рабочей силы из Белоруссии в российские столичные регионы. Даже Минск, явля-

ясь лидером по средней заработной плате в стране, почти в два раза уступал Москве и в полтора раза Санкт-Петербургу. При этом российские приграничные с Белоруссией регионы, не имеют превосходства по зарплатам перед белорусскими приграничными с Россией регионами.

Близость столичного региона может оказывать токсичное воздействие на региональное развитие, сдерживать развитие в регионах приграничья высокотехнологичных видов деятельности. Столицы России и Белоруссии, как процветающие города, превосходили все остальные за счет современных технологий, более квалифицированных кадров, наличие которых обеспечили университеты мирового класса. Рассматривая образовательное межстоличное пространство важно отметить, что в 2020 году в шести областях российско-белорусского приграничья, судя по международным рейтингам, отсутствовали «университеты мирового класса». В Белоруссии оба университета подобного уровня были расположены в Минске, в России более 45,9% потенциала университетов мирового класса приходится на Московский столичный регион, еще 15,4% на Санкт-Петербургский.

Столичные регионы имели несравненно лучшие предпосылки для развития экономики, основанной на знаниях и инновациях, нежели регионы российско-белорусского приграничья.

Для сравнения в Польше в 2020 году университеты мирового уровня помимо Варшавы и Кракова располагались в Познани, Лодзи, Гданьске, Вроцлаве, Катовице и Торуня. Такой полицентризм в пространственной организации высшей школы и отсутствие значительных неравенств в качестве жизни на уровне крупнейших городов и регионов создает предпосылки для развития высокотехнологичных производств во многих регионах страны. Постиндустриальные трансформации, связанные с переходом на новые технологические уклады, в значительной степени, ориентированные на знания, еще в большей степени способствуют концентрации высокотехнологичных производств в столичных регионах. Образовательная структура населения столиц и столичных регионов отличается от аналогичных структур регионов российско-белорусского приграничья (табл. 3).

Прежде всего, эти различия касаются доли лиц с высшим образованием среди занятого населения. Сравнивая образовательную структуру занятого населения регионов российско-белорусского приграничья с образовательной структурой столичных регионов, напрашивается вывод, что возможности развития отраслей хозяйства, ориентированных на знания в этих регионах, существенно отличаются. Некоторое исключение составляет Ленинградская область, доля занятого населения, имеющего высшее образование в которой на уровне Смоленской

Таблица 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СТРУКТУРА ЗАНЯТОГО НАСЕЛЕНИЯ
НА 2010 И 2019 Г. (В ПРОЦЕНТАХ К ИТОГУ)
Table 3. Educational structure of employed population for 2010 and 2019

Имеют образование:	Высшее		Среднее профес- сиональное		Среднее общее		Основное общее		Не имеют основного общего	
	2010	2019	2010	2019	2010	2019	2010	2019	2010	2019
Брянская область	23,1	29,7	43,7	47,5	29,8	20,9	3,3	1,8	0,2	0,0
Смоленская область	26,7	31,7	51,4	49,4	16,8	13,7	4,9	5,0	0,3	0,3
Псковская область	20,8	27,1	53,5	51,8	19,8	15,9	5,4	4,8	0,6	0,4
Московская область	36,5	42,7	40,5	39,0	20,7	16,2	2,2	2,1	0,1	0,0
Ленинградская область	26,7	31,8	53,8	47,0	15,7	18,3	3,4	2,9	0,3	0,1
г. Москва	48,5	50,4	44,1	43,1	6,5	5,2	0,9	1,1	0,0	0,1
г. Санкт-Петербург	43,8	41,7	39,1	44,4	16,1	13,5	0,9	0,4	0,0	0,0
Витебская область	21,7	29,4	47,8	48,2	26,7	19,5	3,8	2,9	0,0	0,0
Гомельская область	22,2	30,4	45,3	45,3	29,6	22,1	2,9	2,2	0,0	0,0
Могилевская область	21,8	29,5	49,1	49,2	25,9	19,1	3,2	2,2	0,0	0,0
Минская область	20,0	28,2	44,6	45,2	31,9	24,4	3,5	2,2	0,0	0,0
г. Минск	38,3	49,5	33,9	31,5	26,1	18,0	1,7	1,0	0,0	0,0

Примечание: Составлено по Регионы России. 2020; Регионы Республики Беларусь. 2020; Образование в Республике Беларусь, 2020.

области. Значительно отстает от Минска по доле занятого населения, имеющего высшее образование, и Минская область. Неравенство в образовании есть результат социально-экономического развития, но это и фактор экономического развития. Показатели приграничных регионов России близки показателям приграничных регионов Белоруссии и

лишь Минск, как столичный город значительно превосходит по доле лиц с высшим образованием среди занятого населения не только регионы Белоруссии, но и Санкт-Петербург и Московскую область. Минск с 2010 по 2019 год показал максимальный прирост среди занятого населения доли лиц с высшим образованием. По данному показателю белорусская столица немного уступает российской столице, но существенно превосходит все остальные регионы. Образовательная структура российского приграничья имеет больше черт сходства, нежели отличия с белорусской частью приграничья.

Выводы

В 2019 году исполнилось двадцать лет Союзному государству, образование которого хотя и решило многие вопросы социально-экономической интеграции двух стран, но не создало единое экономическое пространство. Интеграционный эффект оказался незначительным для приграничных регионов, которые, казалось, должны были первыми извлечь максимальный эффект от снятия многих барьеров трансграничного взаимодействия. Регионы приграничья, включая наиболее интегрированные Днепро-Двинского региона, несмотря на многочисленные договоры, способствующие трансграничному сотрудничеству, показали меньший экономический рост и в их развитии приоритет отдавался базисным отраслям промышленности и сельскому хозяйству.

Виды деятельности, связанные с новыми технологическими укладами, которые являются «драйверами» экономического развития в эпоху постиндустриального развития не получили в них приоритетное развитие. Наиболее инновационными в России и Белоруссии оставались столичные города и регионы. Данное положение соответствует теоретическим представлениям о законах пространственной диффузии инноваций, поскольку именно столичные регионы и, в первую очередь, сами столицы, располагают интеллектуальным потенциалом, способствующим развитию в них высокотехнологичных видов деятельности с высокой добавленной стоимостью. Однако подобная «сепарация» будет способствовать отставанию и дальнейшей периферизации приграничных районов.

Постепенное превращение столичных регионов в регионы «белых воротничков», а соседних с ними и иных периферийных и полупериферийных в регионы «синих воротничков» могут породить новую проблему отношений со столичными регионами. Новая регио-

нальная политика, направленная на снижение неравенств в развитии центра и периферии, должна предполагать и новую региональную политику в отношении высшей школы, которая может выполнить роль инновационного драйвера приграничных регионов. Российско-белорусское приграничье нуждается не столько в увеличении приема в вузы, сколько в развитии направлений обучения и научных исследований, связанных с новыми технологическими укладами.

Приоритетное развитие в российско-белорусском приграничье высшей школы и даже создание в регионе университетов мирового класса не может рассматриваться как самоцель. При развитии высшей школы необходимо учитывать современную и перспективную отраслевую и территориальную структуру экономики. Модернизация системы высшего образования, должна сопровождаться появлением приграничье новых современных высокотехнологичных производств, в которых выпускники будут востребованы. В противном случае, выпускники будут обречены на миграцию в другие регионы, в которых рынки труда более ориентированы на специалистов высокой квалификации.

В постсоветский период в российской и белорусской частях приграничья произошло сокращение доли и роли высокотехнологичных производств в хозяйственном комплексе. Влияние Москвы и Минска на приграничные регионы носит разновекторный характер. С одной стороны, столицы двух стран носители перемен, с другой, все регионы приграничья находится в «тени» своих столиц. Регионы приграничья должны не конкурировать со своими столицами, а развивать высокотехнологичные виды деятельности, связанные с ними, а также виды деятельности, в которых приграничные регионы имеют бесспорные преимущества.

Экономическое развитие российско-белорусского приграничья не должно сводиться к «классической» схеме, построенной на «традиционной» реиндустриализации за счет базисных производств и приоритетном развитии аграрного сектора экономики. В современных условиях больше внимания необходимо уделять и развитию «креативных» отраслей экономики. Без модернизации экономики нельзя остановить процесс депопуляции и ухудшения демографической ситуации. Никакие меры стимулирования рождаемости при повышении периферийности не остановят процесс депопуляции. В 2020 году одна Смоленская область потеряла «рекордные» 1,42% населения. Потери Брянской и Псковской областей несколько меньшие (соответственно 0,78 и 0,81%), но и они более чем вдвое превышают показатели депопуляции по Российской Федерации (0,35%).

В последние два-три года заметно выросла миграционная убыль населения. Без государственного вмешательства в экономическое развитие приграничных с Белоруссией российских областей невозможно преодолеть демографическую деградацию. Государство пытается стимулировать рождаемость, а необходимо стимулировать экономическое развитие.

«Единственный путь к выживанию и безопасности состоит в том, чтобы идти на риск, вкладывая капиталы в новые, более технические передовые средства производства» [Бреннер, 2014]. Только используя передовые технологии, внедряя новые достижения науки и техники, модернизируя отраслевую структуру хозяйства можно преодолеть периферийность в экономике и социальной ситуации.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-55-00002 «Межстоличье как фактор социально-экономического развития российско-белорусского приграничья»).

Acknowledgments

The study was carried out within the framework of a grant from Russia Skogo Foundation for Basic Research (project No. 20-55-00002 «Intercapital as a factor of social economic development of the Russian-Belarusian borderlands «).

Библиографический список

1. Агафонов Н.Т., Павчинский Б.Р. Москва; Ленинград: производственно-территориальная система? // Вест. Моск. ун-та. 1972, №4. С. 55–60.
2. Баранский Н.Н. Экономико-географическое положение // Становление советской экономической географии. М.: Мысль. 1980, С. 128–159.
3. Бреннер Р. Экономика глобальной турбулентности: развитые капиталистические экономики от долгого бума до долгого спада, 1945–2005. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014., 522 с.
4. Готтман Ж. Столичные города // Логос, 2013, №4. С. 15-38.
5. Запрудский И.И. Территориально-отраслевые сдвиги в про-

- мышленности Республики Беларусь в постсоветский период // Региональные исследования. 2018. № 2. (60). С. 101–110.
6. Катровский А.П. Российско-белорусское приграничье: современное состояние и перспективы развития // Миграция и пограничный режим: Беларусь, Молдова, Россия и Украина / под общей редакцией С.И. Пирожкова. Киев, 2002. С. 45-56.
 7. Катровский А.П. Межстоличье как фактор развития российско-белорусского приграничья: географические аспекты изучения // Природа и общество: в поисках гармонии. 2020. № 6. С. 78–87.
 8. Модернизация и структурные трансформации российско-белорусского приграничья. Смоленск: Универсум. 2018. 376 с.
 9. Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И. Россия между двумя столицами: специфика территориальных сдвигов // Региональные исследования. 2013. №4 (42). С. 31-43.
 10. Окунев И.Ю. Столицы в зеркале критической геополитики. М., Аспект-пресс, 2017. 208 с.
 11. Приваловская Г.А., Чистобаев А.И. и др. Биполярная территориальная система Москва-Санкт-Петербург: методологические подходы к изучению. Москва, 1994.
 12. Путешествие из Петербурга в Москву: 222 года спустя. Т. 1. Два столетия российской истории между Москвой и Санкт-Петербургом. М.: 2015. 230 с.
 13. Раимов Т. Столицы как объект экономико-географического исследования // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 1971. №5. С. 32–37.
 14. Ромашина А.А. Влияние скоростного железнодорожного сообщения с Москвой на мобильность населения // Региональные исследования. 2020. №1 (67). С. 27-38
 15. Российско-белорусское приграничье: двадцать лет перемен.- Смоленск, 2012. 288 с.
 16. Россман В. Столицы: их многообразие, закономерности развития и перемещения. М.: Изд-во Института Гайдара, 2013. 336 с.
 17. Саушкин Ю.Г., Глушкова В.Г. Москва среди городов мира. М.: Мысль, 1983. 283 с.
 18. Социально-экономическая география: понятия и термины. Словарь-справочник / отв. ред. А.П. Горкин. Смоленск: Ойкумена, 2013. 328 с.
 19. Стрелецкий В.Н. Феномен столичности в исторической географии полицентрических стран зарубежной Европы (на примере Германии) // Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика. Смоленск, 2016. С. 109–116.
 20. Тархов С. А. Географические типы столиц // Меняющаяся география зарубежного мира. Т. 17. Москва; Смоленск. Ойкумена, 2007. С. 123–145.
 21. Трейвиш А.И. Столицы и границы: географические отношения и мобильность // Социально-экономические, геополитические и социокультурные проблемы развития приграничных районов России. 2016. С. 10-31.

22. Флорида Р. Новый кризис городов: Джентрификация, дорогая недвижимость, растущее неравенство и что нам с этим делать М.: 2018. 358 с.
23. Человеческий капитал и социально-экономическое развитие регионов российско-белорусского приграничья. 2-е изд. Смоленск: Универсум, 2017. 364 с.
24. Щербаклова С.А. Влияние эффекта межстоличья на территориальную организацию туристско-рекреационной деятельности в российско-белорусском приграничье // Наука. Инновации. Технологии. 2020. № 2. С. 73-90.
25. Щукина А.С. Проблемы развития городских поселений, расположенных на железнодорожной магистрали Москва–Ленинград (на примере Калининской области): дис. ... канд. геогр. наук. МГУ 1981. 200 с.
26. Яковлева С.И. Оценка туристского потенциала столичных и межстоличных регионов России // Псковский регионалогический журнал. 2017. №1. С. 48-60
27. Яковлева С.И. Примагистральные зоны: понятие, состав, функции // Региональные исследования. 2007. №1(11). С. 1–24
28. Яськова Т.И. Пристоличный регион как реципиент кризисных явлений: взгляд на проблему сквозь призму географической теории // Региональные исследования. 2010. № 1 (27). С. 29-38.
29. Hall P. The Changing Role of Capital Cities. McGill-Queen's University Press, 1993. P. 69-84.
30. Katrovsky A.P., Korneevets V.S. Current state and problems of the border regions of Russia with Belarus//International Journal of Economics and Financial Issues. 2015. T. 5. № 5. С. 49-54.
31. Katrovskiy A, Pototskaya T, Sergutina S. The Universities and Economic Modernisation in the Bordering Regions of Russia and Belarus. Baltic Region—The Region of Cooperation. January 2020 pp. 45-51 DOI: 10.1007/978-3-030-14519-4_6.
32. Smith N. Uneven Development: Nature, Capital and the Production of Space. University of Georgia Press, with a new foreword by the author and a foreword by David Harvey. 3rd ed, 2008. 307 p.
33. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020 г. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 19.01.2021).
34. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011. Состав занятого населения по уровню образования в 2010 г. URL: https://gks.ru/bgd/regl/B11_14p/IssWWW.exe/Stg/d01/04-09.htm (дата обращения: 19.01.2021).
35. Образование в Республике Беларусь, 2020. URL: https://belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_13888/ (дата обращения: 19.01.2021);.
36. Регионы Республики Беларусь, 2020 (том 1). URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_18078/ (дата обращения: 19.01.2021).

References

1. Agafonov N.T., Pavchinsky B.R. Moscow-Leningrad: production-territorial system? // *Vestnik Moscow University*, 1972. No. 4. Pp. 55-60.
2. Baransky N.N. Economic and geographical situation // *Formation of Soviet economic geography*. M.: Mysl, 1980. Pp. 128–159.
3. Brenner R. *The Economics of Global Turbulence: Developed Capitalist Economies from a Long Boom to a Long Recession, 1945–2005*. Moscow. Publishing House of the Higher School of Economics, 2014. 522 p.
4. Gottman J. Capital cities. *Logos*, 2013, No. 4. Pp. 15-38.
5. Zaprudsky I.I. Territorial and sectoral shifts in the industry of the Republic of Belarus in the post-Soviet period // *Regional studies*. 2018. No. 2. (60). Pp. 101–110.
6. Katrovsky A.P. Russian-Belarusian borderlands: current state and development prospects // *Migration and border regime: Belarus, Moldova, Russia and Ukraine*. Editorship of S.I. Pirozhkov. Kiev, 2002. Pp. 45-56.
7. Katrovsky A.P. Intercapital as a factor in the development of the Russian-Belarusian borderlands: geographic aspects of study // *Nature and society: in search of harmony*, 2020, No. 6. Pp.78-87
8. *Modernization and structural transformations of the Russian-Belarusian borderland – Smolensk: Universum*. 2018. 376 p.
9. Nefedova T.G., Treivish A.I. Russia between two capitals: specificity of territorial shifts // *Regional studies*. 2013. No. 4 (42). Pp. 31-43
10. Okunev I.Yu. *Capitals in the mirror of critical geopolitics*. M., "Aspect-press" 2017. 208 p.
11. Privalovskaya G.A., Chistobaev A.I. et al. *Bipolar territorial system Moscow; St. Petersburg: methodological approaches to the study*. Moscow, 1994.
12. *Travel from St. Petersburg to Moscow: 222 years later. Vol. 1. Two centuries of Russian history between Moscow and St. Petersburg; Moscow*, 2015. 230 p.
13. Raimov T. Capitals as an object of economic and geographical research // *West. Moscow University. Issue 5. Geogr.* 1971. No. 5. Pp. 32–37.
14. Romashina A.A. Influence of high-speed railway communication with Moscow on the mobility of the population // *Regional studies*. 2020. No. 1 (67). Pp. 27-38.
15. *Russian-Belarusian borderlands: twenty years of changes*. Smolensk, 2012. 288 p.
16. Rossman V. *Capitals: their diversity, patterns of development and movement*. M.: Publishing house of the Gaidar Institute, 2013. 336 p.
17. Saushkin Yu.G., Glushkova V.G. *Moscow among the cities of the world*. M.: Mysl, 1983. 283 p.
18. *Socio-economic geography: concepts and terms. Reference dictionary*. Resp. ed. A.P. Gorkin. Smolensk: Oikumena, 2013. 328 p.
19. Streletsky V.N. *The phenomenon of capitalism in the historical ge-*

- ography of polycentric countries of foreign Europe (on the example of Germany) // *Socio-economic geography: history, theory, methods, practice*. Smolensk, 2016. Pp. 109–116.
20. Tarkhov S.A. Geographic types of capitals // *Changing geography of the foreign world*. Т. 17. Moscow; Smolensk. Oykumena, 2007. Pp. 123–145.
 21. Treivish A.I. Capitals and Borders: Geographic Relations and Mobility // *Socio-economic, geopolitical and socio-cultural problems of the development of border regions of Russia*, 2016. Pp. 10-31.
 22. Florida R. *New Crisis of Cities: Gentrification, Expensive Real Estate, Growing Inequality and What We Do About It*. М.: 2018. 358 p.
 23. Human capital and socio-economic development of the regions of the Russian-Belarusian border area. Smolensk: Universum, (2nd ed.), 2017. 364 p.
 24. Shcherbakova S.A. Influence of the intercapital effect on the territorial organization of tourist and recreational activities in the Russian-Belarusian border area // *Science. Innovation. Technologies*. 2020. No. 2. Pp. 73-90.
 25. Shchukina A.S. Development problems of urban settlements located on the Moscow-Leningrad railway (on the example of the Kalinin region): dis. ... cand. geogr. Sciences, Moscow State University, 1981. 200 p.
 26. Yakovleva S.I. Assessment of the tourist potential of the capital and intercapital regions of Russia // *Pskov regionological journal*. 2017. No. 1, Pp. 48-60
 27. Yakovleva S.I. Highway zones: concept, composition, functions // *Regional studies*. 2007. No. 1 (11). Pp. 1–24
 28. Yaskova T.I. The near-capital region as a recipient of crisis phenomena: a look at the problem through the prism of geographical theory // *Regional Studies*. 2010. No. 1 (27). Pp. 29-38.
 29. Hall P. *The Changing Role of Capital Cities*. McGill-Queen's University Press, 1993. Pp. 69-84.
 30. Katrovsky A.P., Korneevets V.S. Current state and problems of the border regions of Russia with Belarus // *International Journal of Economics and Financial Issues*. 2015. Т. 5. No. 5. Pp. 49-54.
 31. Katrovskiy A, Pototskaya T, Sergutina S. The Universities and Economic Modernization in the Bordering Regions of Russia and Belarus. *Baltic Region — The Region of Cooperation*. January. 2020. Pp. 45-51 DOI: 10.1007 / 978-3-030-14519-4_6.
 32. Smith N. *Uneven Development: Nature, Capital and the Production of Space*. University of Georgia Press, with a new foreword by the author and a foreword by David Harvey. – 3rd ed, 2008. 307 p.
 33. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2020 URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (date of access: 19.01.2021).
 34. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2011. Composition of the employed population by level of education in 2010 URL: https://gks.ru/bgd/regl/B11_14p/IssWWW.exe/Stg/d01/04-09.htm (date accessed: 19.01.2021).

35. Education in the Republic of Belarus, 2020. URL: https://belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_13888/ (date accessed: 19.01.2021).
36. Regions of the Republic of Belarus, 2020 (volume 1). URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_18078/ (date accessed: 19.01.2021).

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

Катровский Александр Петрович, доктор географических наук, профессор кафедры географии Смоленского государственного университета.
Телефон: 8(960)583-15-14.
E-mail: alexkatrovsky@mail.ru

Нижникова Анастасия Константиновна, магистрант кафедры географии Смоленского государственного университета.
Телефон: 8(930)3023752.
E-mail: stasynizhnikova@gmail.com

About the authors

Katrovskiy Aleksandr Petrovich, Doctor of Geographical Sciences, Professor Smolensk State University.
Phone: (960)583-15-14.
E-mail: alexkatrovsky@mail.ru

Nizhnikova Anastasiya Konstantinovna. Master's student Smolensk State University.
Phone: 8(930)3023752.
E-mail: stasynizhnikova@gmail.com

25.00.24.
УДК 314.72

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ,
ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

Тикунов В.С.,

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Москва; Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия. E-mail: vstikunov@yandex.ru;

Белоусов С.К.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия. E-mail: vstikunov@yandex.ru

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ РЕГИОНОВ РОССИИ

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.6

Введение.

В статье приведена методика интегральной оценки антропогенного воздействия на природную среду как составной части комплексной экологической оценки территории России. Методика основана на агрегировании показателей воздействия человека на важнейшие компоненты природной среды.

Материалы и методы

исследования. Рассчитанные относительные показатели антропогенного воздействия на природную среду для оценки были скомпонованы в два набора данных: за 2018 г. и за 2010–2018 гг. Первый набор данных использовался для анализа пространственного распределения экологических оценочных характеристик, а второй – для ретроспективного анализа соответствующих оценок. Исходя из полученного набора показателей для исследования, был выбран двухступенчатый алгоритм оценки, разработанный одним из авторов [Тикунов, 1997]. Применённый графический приём цветового разделения данных, относящихся к различным компонентам природной среды, улучшает наглядность результатов проведённой оценки, а также находит своё отражение при картографировании интегрального индекса антропогенного воздействия на природную среду с использованием метода цветового треугольника.

Результаты исследований и их обсуждение.

В результате проведённых расчётов для набора данных за 2018 г. сформировано четыре вектора, содержащих значения частных индексов антропогенного воздействия на атмосферный воздух, поверхностные воды, почвенный покров и интегрального индекса антропогенного воздействия на природную среду соответственно для всех, обеспеченных статистикой регионов России. Все индексы сформированы по принципу увеличения антропогенного воздействия при увеличении значения соответствующего индекса. Для набора данных, включающего значения показателей с 2010 по 2018 г. также рассчитан аналогичный набор индексов, и сформированы 4 матрицы размерности 81 x 9 для регионов России за каждый год. Эти матрицы позволяют не только выявлять пространственные закономерности распределения уровня антропогенного воздействия, но и изучать динамику данного явления применительно к регионам России.

Выводы.

Используя данную методику оценки антропогенного воздействия на природную среду можно достаточно эффективно выявлять регионы России, в которых требуются активные действия органов государственной власти, направленные на уменьшение загрязнения природной среды. Это достигается за счёт одновременной оценки каждого региона с точки зрения величины антропогенного воздействия, компонентов природной среды, подверженных наибольшему воздействию, а также динамики данного воздействия.

Ключевые слова:

антропогенное воздействие, экологическая обстановка, регионы России, интегральные индексы.

Tikunov V. S.
Belousov S. K.

Lomonosov Moscow state University,
Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1,
119991, Moscow, Russia,
e-mail: vstikunov@yandex.ru

Integrated Assessment and Mapping of Anthropogenic Impact on the Natural Environment of Russian Regions

- Introduction.** The article presents the method of integral assessment of anthropogenic impact on the natural environment as an integral part of a comprehensive environmental assessment of the territory of Russia. The methodology is based on the aggregation of indicators of human impact on the most important components of the natural environment.
- Materials and methods of the research.** The calculated relative indicators of anthropogenic impact on the natural environment for the assessment were compiled into two data sets: for 2018 and for 2010–2018. The first set of data was used to analyze the spatial distribution of environmental assessment characteristics, and the second set was used to retrospectively analyze the corresponding estimates. Based on the obtained set of indicators for the study, a two-stage evaluation algorithm developed by one of the authors was chosen [Tikunov, 1997]. The applied graphical technique of color separation of data related to various components of the natural environment improves the visibility of the results of the assessment, and is also reflected in the mapping of the integral index of anthropogenic impact on the natural environment using the color triangle method.
- Results of the study and their discussion.** As a result of the calculations carried out for the data set for 2018, four vectors were formed containing the values of the partial indices of anthropogenic impact on atmospheric air, surface water, soil cover and the integral index of anthropogenic impact on the natural environment, respectively, for all the regions of Russia provided with statistics. All indices are formed according to the principle of increasing the anthropogenic impact when the value of the corresponding index increases. For a data set that includes the values of indicators from 2010 to 2018, a similar set of indices is also calculated, and 4 matrices of dimension 81 x 9 for the regions of Russia for each year are formed. These matrices allow not only to identify spatial patterns of distribution of the level of anthropogenic impact, but also to study the dynamics of this phenomenon in relation to the regions of Russia.
- Conclusions.** Using this method of assessing the anthropogenic impact on the natural environment, it is possible to effectively identify the regions of Russia in which active actions of state authorities are required to reduce environmental pollution. This is achieved by simultaneously assessing each region in terms of the magnitude of the anthropogenic impact, the components of the natural environment that are most affected, as well as the dynamics of this impact.
- Key words:** anthropogenic impact, environmental situation, Russian regions, integral indices.

Введение

В статье приведена методика интегральной оценки антропогенного воздействия на природную среду как составной части комплексной экологической оценки территории России. Методика основана на агрегировании показателей воздействия человека на важнейшие компоненты природной среды. В работе использованы данные государственной статистики за 2010–2018 гг., что обеспечивает возможность выявления территориальных различий в уровне антропогенного воздействия и оценки его динамики за последние годы. Применённый графический приём цветового разделения данных, относящихся к различным компонентам природной среды, улучшает наглядность результатов проведённой оценки, а также находит своё отражение при картографировании интегрального индекса антропогенного воздействия на природную среду с использованием метода цветового треугольника.

Проблема негативного антропогенного воздействия на природную среду имеет важное значение для обеспечения устойчивого развития Российской Федерации. Вместе с тем оценка уровня данного воздействия представляется нетривиальной задачей в силу многогранности взаимодействия человека и природы. Интегральные характеристики с использованием показателей, учитываемых государственной статистикой, в таком случае решают задачу многомерной оценки влияния человека на природную среду. Безусловно, использование статистических показателей означает определённую степень их сглаженности относительно явлений в силу величины территориальных единиц, в отношении которых ведётся сбор и систематизация данных. Однако подобные оценки очень важны для понимания экологической ситуации в регионах России и разработки адекватных мер противодействия загрязнению природной среды органами государственной власти.

Целью данного исследования является разработка методики комплексной оценки антропогенного воздействия на природную среду с использованием данных, регулярно учитываемых государственной статистикой Российской Федерации, и методов математико-картографического моделирования, позволяющих проводить сравнительный анализ временных рядов. В рамках достижения цели необходимо провести анализ доступной статистической информации; произвести отбор репрезентативных показателей, учитываемых регулярно на протяжении нескольких лет без перерывов и пробелов по территориальным единицам; разработать алгоритм расчёта интегральных характеристик антропогенного воздействия в рамках единого массива за ряд лет и определить оптимальные методы картографического отображения результатов. Такой подход позволяет получить новый результат в сравнении с ранее делавшимися расчётами отдельно на каждый исследуемый год [Тикунов, Черешня, 2017].

Материалы и методы исследования

В отечественной и зарубежной географической научной среде вопросы интегральной оценки экологического состояния регулярно возникали с конца 80-х гг. XX в. Под оценкой экологического состояния подразумевают определение степени пригодности природной среды для проживания и осуществления хозяйственной деятельности человека. По сути такая оценка сводится к определению качества природной среды и её изменения под влиянием человека [Кочуров, 2009]. При проведении комплексной экологической оценки территории можно выделить ряд задач:

- природно-ландшафтная дифференциация;
- определения состояния компонент природной среды;
- установление величины антропогенного воздействия на природную среду;
- выяснение степени уязвимости природной среды к антропогенному воздействию;
- выявление острых экологических ситуаций;
- разработка системы действий для улучшения экологической обстановки.

Первое полномасштабное исследование, отражающее актуальное экологическое состояние регионов России, провели учёные географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в 2014 г. [Регионы и города..., 2014]. В работе выделены три основных подлежащих оценке аспекта экологического состояния территорий: эколого-экономическая оценка антропогенного воздействия, медико-экологическая оценка территории и эколого-геохимическая оценка урбанизированных территорий. Значительная часть исследования проведена с использованием массива экологической статистической информации.

Данные экологической статистики в России регулярно собираются и систематизируются Росгидрометом и Министерством природных ресурсов и экологии. Общие данные обо всех компонентах природной среды представлены в «Обзоре состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации» Росгидромета [Обзор состояния..., 2020], в ежегодных Государственных докладах «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации» [Государственный доклад..., 2019], а также региональными органами исполнительной власти в сфере экологии и природопользования в ежегодных отчётах о состоянии окружающей среды по субъектам РФ.

Подведомственные организации Росгидромета готовят статистические ежегодники по экологическому состоянию компонент природной среды. НПО «Тайфун» представляет данные о загрязнении

почв токсикантами промышленного происхождения [Ежегодник. Загрязнение почв..., 2020], главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова – данные о состоянии атмосферного воздуха в городах России [Ежегодник. Состояние загрязнения атмосферы..., 2019], Гидрохимический институт – данные о качестве поверхностных вод [Ежегодник. Качество поверхностных..., 2020].

В настоящем исследовании мы сконцентрировались на первичном источнике экологических проблем – антропогенном воздействии на природную среду. Основным источником данных о воздействии являются доклады о состоянии и об охране окружающей среды Минприроды и региональных ведомств. Региональные доклады зачастую обладают большей информативностью по сравнению с общероссийским, но при их составлении отсутствует единая форма, что неизбежно приводит к большому количеству пробелов в данных при их использовании, значительно усложняющих методическую часть исследования. Поэтому в качестве основного источника данных взят Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2018 г.», в котором информация в достаточной степени систематизирована для комплексной оценки. По значительному числу показателей данные в отчёте доступны за период с 2010 по 2018 г.

Многогранность аспектов антропогенного воздействия на природную среду определяет необходимость оценки влияния человека на различные её компоненты. Наиболее системообразующими и репрезентативными компонентами с экологической точки зрения являются атмосферный воздух, поверхностные воды и почвенный покров. Для оценки антропогенного воздействия на атмосферный воздух выбран показатель суммарных выбросов в атмосферу от стационарных источников и автомобильного транспорта. Учёт суммарного показателя важен потому, что с каждым годом роль автомобильного транспорта в качестве агента загрязнения атмосферы продолжает увеличиваться, но стационарные источники продолжают оставаться наибольшим эмитентом загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Воздействие на поверхностные воды предложено оценивать с использованием суммарного показателя сброса неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод в водные объекты. Необходимость выбора суммарного показателя обусловлена сугубо качественной характеристикой очистки вод. Несотвественность санитарным нормам – всё, что можно достоверно сказать про данные категории сточных вод. Наконец, воздействие на почвенный покров, предложено учитывать с использованием показателя величины отходов производства и потребления, не подвергшихся утилизации или обезвреживанию. Данные отходы представляют собой основной источник загрязнения как непосредственно почв, так и грунтовых вод.

Выбранные показатели доступны для практически всех субъектов Российской Федерации и представляют собой абсолютные характеристики антропогенного воздействия на природную среду. Для исследования выбран временной ряд с 2010 по 2018 г. В силу крайней неоднородности субъектов РФ абсолютные показатели для сравнительных оценок неприменимы. Авторами решено проанализировать данные показатели по отношению к основным социально-экономическим характеристикам регионов, а именно: к площади субъекта, к его населению и к уровню экономического развития через показатель Валового регионального продукта (ВРП). ВРП для каждого года скорректирован на уровень инфляции до уровня 2018 г. Отнесение к площади субъекта является стандартным в географических исследованиях и достаточно хорошо подходит для характеристики загрязнений поверхностных вод и атмосферного воздуха, которые распространяются на значительные расстояния от места их эмиссии в природную среду и в большей или меньшей степени рассеиваются по всей площади страны. В то же время для показателя отходов более целесообразно выбирать площадь территории активного антропогенного воздействия, что, однако не учитывается государственной статистикой. Отнесение характеристик к величине населения и размеру ВРП позволяет оценить соотношение в экономике и хозяйстве региона отраслей, сильно влияющих на экологическую обстановку и не оказывающих на неё значительного влияния, а также оценить экологичность существующих производств.

Выбор нормирующих показателей обусловлен их наличием в государственных статистических формах и широким и успешным использованием в географических исследованиях. Однако представляется актуальной задачей при дальнейших исследованиях уточнение набора показателей путём исключения из них категорий, минимально оказывающих влияние на природную среду, например, территорий преимущественно традиционного землепользования из общей площади или экономически неактивных людей из общего населения.

Рассчитанные относительные показатели антропогенного воздействия на природную среду для оценки были скомпонованы в два набора данных: за 2018 г. и за 2010–2018 гг. Первый набор данных использовался для анализа пространственного распределения экологических оценочных характеристик, а второй – для ретроспективного анализа соответствующих оценок. Исходя из полученного набора показателей для исследования, был выбран двухступенчатый алгоритм оценки, разработанный одним из авторов [Тикунов, 1997].

Он включает нормировку системы исходных показателей по формуле:

$$\hat{X}_{ij} = \frac{|X_{ij} - \overset{\circ}{X}_j|}{|\max/\min X_j - \overset{\circ}{X}_j|} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, n; \\ j = 1, 2, 3, \dots, m; \end{array} \quad (1)$$

- где $\overset{\circ}{X}$ – наихудшие значение (по каждому показателю) из всех встречающихся с точки зрения их влияния на экологическую ситуацию в регионах России;
- $\max/\min X$ – наиболее отличающиеся от $\overset{\circ}{X}$ значения показателей;
- n – количество исследуемых территориальных единиц;
- m – число показателей использованных для расчетов ($m=3$).

Целью данной нормировки является перевод показателя в отклонение от заданного наилучшего или наихудшего значения. Полученные в результате нормировки ограничены отрезком [0, 1].

Обычно при построении классических рейтингов на основе агрегированных показателей используются либо простая сумма нормированных x , либо простое среднее (в некоторых случаях применяют взвешенную сумму или взвешенное среднее). Осредняя таким образом исходные показатели и превращая их в агрегированный индекс, мы неизбежно сводим все многообразие информации к некоторому узкому средневзвешенному уровню. Это особенно важно учитывать при оценке экологической ситуации. Для экологической обстановки, которую можно назвать «экологическая катастрофа», вполне достаточно, чтобы всего лишь один из всего множества анализируемых индикаторов превысил критический уровень загрязнения. Если все остальные показатели при этом находятся на нормальном уровне, то построенный с использованием простой аддитивности комплексный индекс, может оценить экологическую ситуацию как вполне стабильную.

Поэтому при синтезе интегрального показателя авторами используется метод расстояния до наихудшей единицы. Путём сравнения показателей всех территориальных единиц с условной, характеризуемой значениями $\overset{\circ}{x}$, произведено их ранжирование. Оно осуществлялось с использованием евклидовых расстояний (d°), как меры близости всех территориальных единиц к условной, имеющей наихудшие значения ($\overset{\circ}{x}$) по всему комплексу показателей. Это позволяет подчеркнуть влияние отдельных координат, имеющих аномально большие расстояния, поскольку они возводятся в квадрат. Применение данной меры потребовало обработки информационного массива по методу главных компонент с целью ортогонализации и «свертки» системы показателей.

Полученные значения вектора-столбца d° интегральных оценочных характеристик для удобства дальнейшего анализа дополнительно нормируются по формуле (2):

$$\hat{d}_i^o = \frac{d_i^o - \min d^o}{\max d^o - \min d^o} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2)$$

Величина d^o варьирует в пределах от нуля до единицы. Ноль – соответствует наихудшей комплексной оценке, а единица – наилучшей.

Результаты исследования

В результате проведённых расчётов для набора данных за 2018 г. сформировано четыре вектора, содержащих значения частных индексов антропогенного воздействия на атмосферный воздух, поверхностные воды, почвенный покров и интегрального индекса антропогенного воздействия на природную среду соответственно для всех, обеспеченных статистикой регионов России. Все индексы сформированы по принципу увеличения антропогенного воздействия при увеличении значения соответствующего индекса.

Для картографирования использованы векторы значений индексов за 2018 г., линейно нормированные в диапазоне значений $[0,1]$. Индексы антропогенного воздействия на отдельные компоненты природной среды изображены с помощью непрерывных однотонных шкал в следующих цветовых тонах: зелёная – для атмосферного воздуха (рис. 1), синяя – для поверхностных вод (рис. 2) и красная – для почвенного покрова (рис. 3). Непрерывные шкалы обладают повышенной метричностью и позволяют точнее определять небольшие различия между регионами в значениях индекса. Однотонность шкал обусловлена тем фактом, что данные индексы являются частными и подлежат дальнейшему соединению в интегральный индекс антропогенного воздействия на природную среду. Присвоение каждому компоненту природной среды индивидуального цветового тона позволяет при составлении карт итогового индекса оценивать вклад в него каждого компонента по отдельности.

Интегральный индекс антропогенного воздействия на природную среду целиком показан на двух картах. На первой карте подобно картам для компонентов природной среды использована однотонная цветовая шкала в красно-фиолетовых тонах (рис. 4). Вторая карта построена по методу цветового треугольника с осветлением (рис. 5). Метод цветового треугольника заключается в присвоении каждому региону индивидуального цвета, закодированного в RGB-шкале. Кодировка цвета в структуре цветового треугольника осуществлена по аналогии с предыдущими картами: зелёная (G) – для вклада загрязнения атмосферного воздуха в значение индекса, синяя (B) – для поверхност-

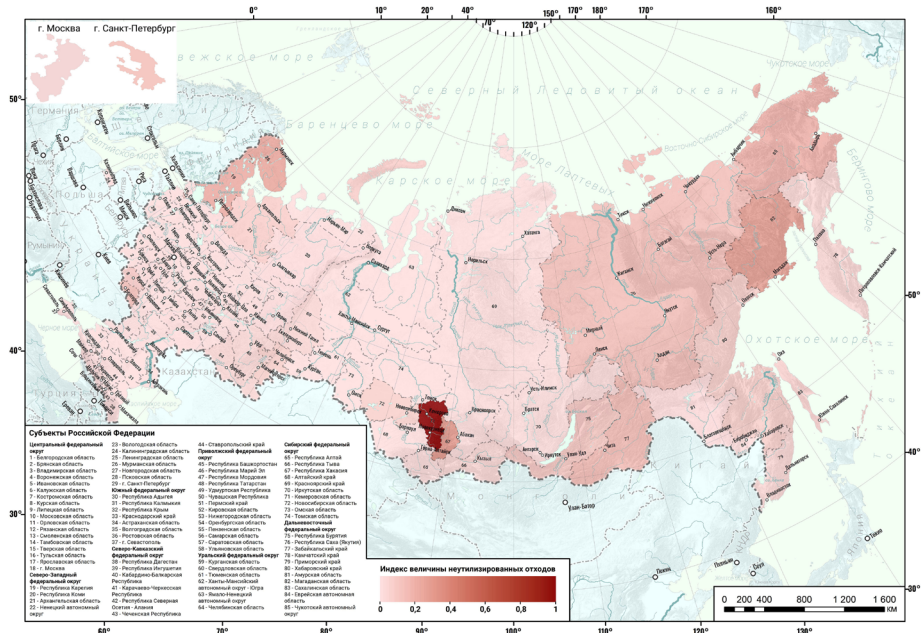


Рисунок 3. Карта индекса антропогенного воздействия на почвенный покров регионов РФ (2018 г.)
Figure 3. Map of the index of anthropogenic impact on the soil cover of the regions of the Russian Federation (2018)

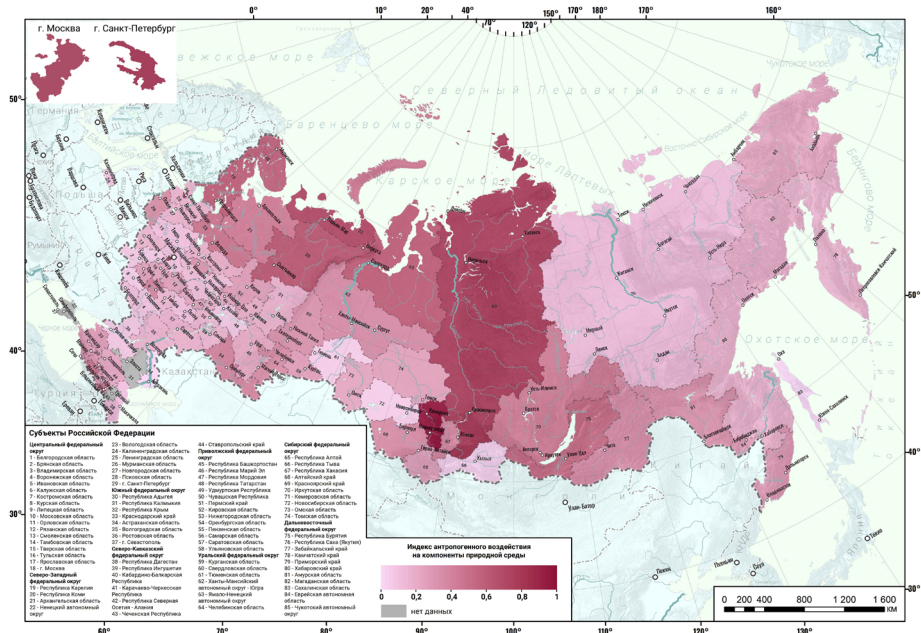


Рисунок 4. Карта индекса антропогенного воздействия на природную среду регионов РФ (2018 г.)
Figure 4. Map of the index of anthropogenic impact on the natural environment of the regions of the Russian Federation (2018)

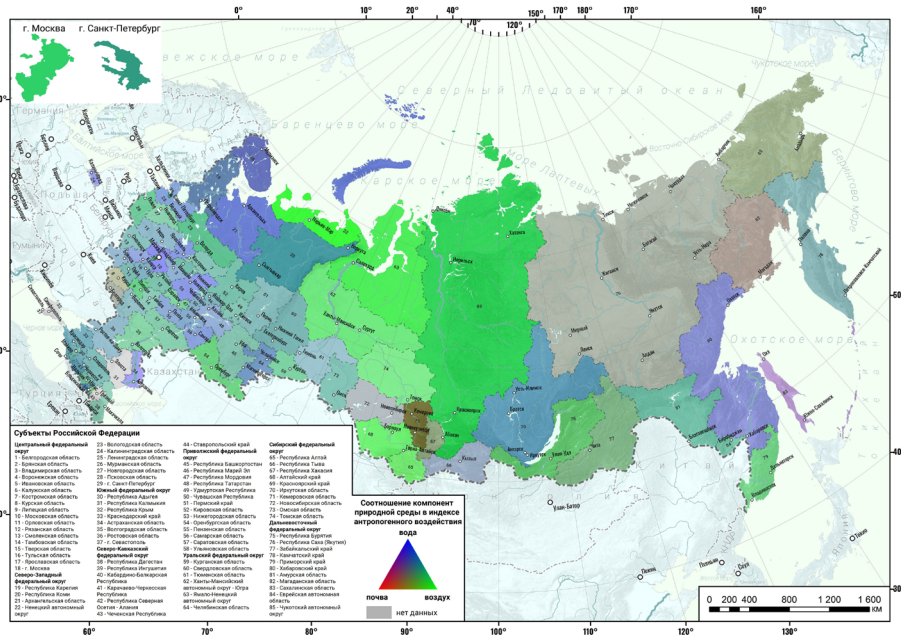


Рисунок 5. Карта индекса антропогенного воздействия на природную среду регионов РФ (2018 г.), построенная по методу цветowego треугольника

Figure 5. Map of the index of anthropogenic impact on the natural environment of the regions of the Russian Federation (2018), constructed using the color triangle method

ных вод и красная (R) – для почвенного покрова. Чем выше значение частного индекса, тем больше величина соответствующей компоненты цвета RGB. Осветление произведено в соответствии со значениями индекса в обратной пропорции – чем меньше значение индекса, тем выше степень осветления. Данный подход позволяет увеличить количество информации, которую можно получить с карты, и при этом не усложнять чрезмерно картографическое изображение. По карте одновременно возможно оценивать степень загрязнения отдельных компонентов природной среды (по расположению цветового тона в шкале цветового треугольника в легенде) и общую величину антропогенного воздействия (по степени осветления).

Для набора данных, включающего значения показателей с 2010 по 2018 г. также рассчитан аналогичный набор индексов, и сформированы 4 матрицы размерности 81 × 9 для регионов России за каждый год. Эти матрицы позволяют не только выявлять пространственные закономерности распределения уровня антропогенного воздействия, но и изучать динамику данного явления применительно к регионам России.

На рисунках 6–7 приведены графики значений индекса антропогенного воздействия на атмосферный воздух и природную среду в целом соответственно за 2010–2018 гг. Графики построены по ранжированным от лучшего к худшему значениям соответствующего индекса за все годы. На горизонтальной шкале отображается ранг субъекта в определённый год, на вертикальной – значение индекса. Все графики имеют четыре характерных части. Первая часть отражает регионы, положение которых наилучшее, и характеризуется увеличенным уклоном условной линии тренда. Вторая часть – самая многочисленная – характеризуется наименьшим уклоном линии тренда и минимальным отстоянием значений от неё. Третья часть – перегиб графика. Она отражает регионы, в которых масштабы антропогенного воздействия уже требуют к себе пристального внимания. Наконец, четвёртая часть снова слабо отстоит от линии тренда, однако наклон тренда очень велик. Регионы, находящиеся в четвертой части, подвержены очень сильному антропогенному воздействию. Такие же особенности графиков характерны и для индексов антропогенного воздействия на почвенный покров и поверхностные воды. Соотношение величин данных частей для частных и интегрального индексов антропогенного воздействия представлено в таблице 1.

Таблица 1. СООТНОШЕНИЕ ВЕЛИЧИН ХАРАКТЕРНЫХ ЧАСТЕЙ ЗНАЧЕНИЙ ИНДЕКСОВ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
Table 1. The ratio of the values of the characteristic parts of the values of the indices of anthropogenic impact

Компонент природной среды	Часть №1	Часть №2	Часть №3	Часть №4
Атмосферный воздух	1,8%	81,3%	3,5%	8,4%
Поверхностные воды	13,3%	59,8%	18,9%	8%
Почвенный покров	0,8%	71,4%	25,1%	2,7%
Природная среда целиком	2,9%	73,1%	18%	6%

Динамика значений индекса антропогенного воздействия на природную среду за 2010–2018 гг. для большинства регионов положительная. В среднем по России значение индекса ежегодно уменьшается на 2,6%. При этом положительную динамику имеют 83% субъектов РФ. Наилучшую динамику индекса антропогенного воздействия на природную среду имеет Астраханская область (-14%/год), наихудшую – Республика Ингушетия (13,1%/год).

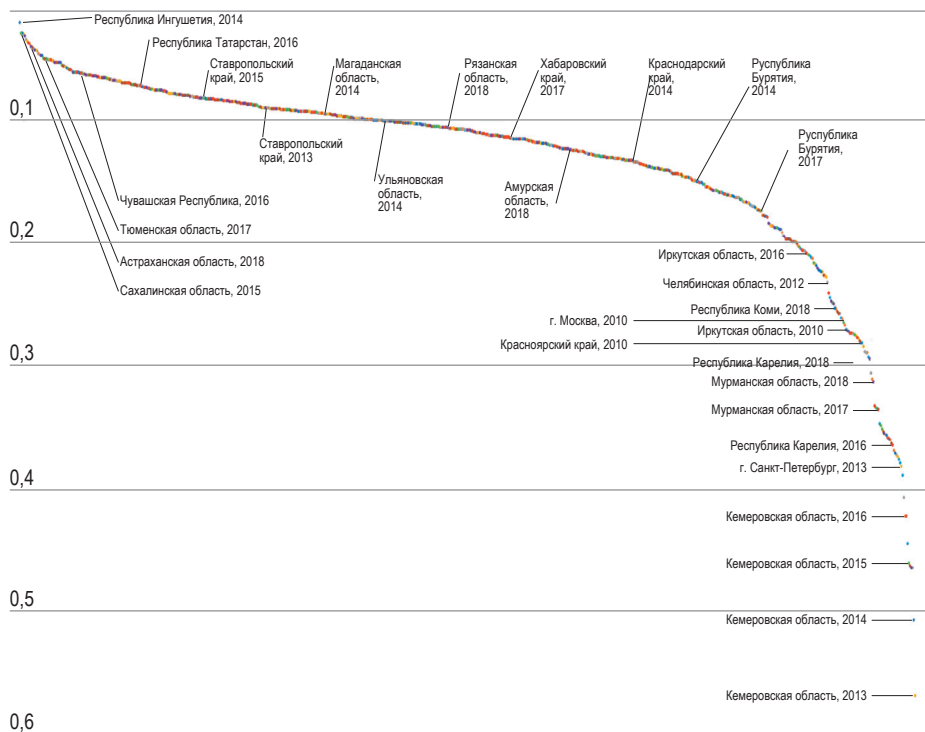


Рисунок 6. Значения индекса антропогенного воздействия на атмосферный воздух регионов РФ за 2010–2018 гг.

Figure 6. Values of the index of anthropogenic impact on the atmospheric air of the regions of the Russian Federation for 2010–2018.

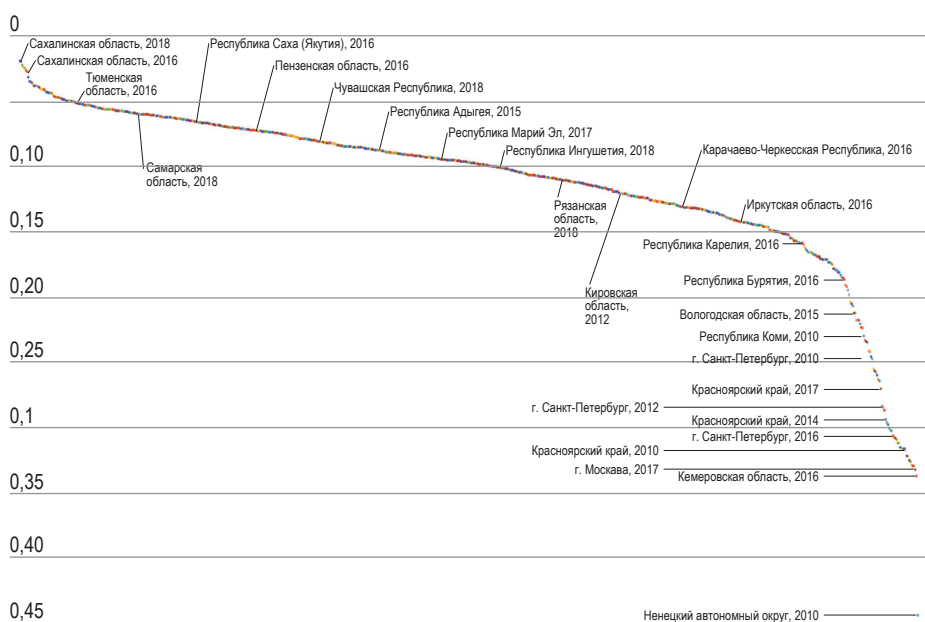


Рисунок 7. Значения индекса антропогенного воздействия на природную среду регионов РФ за 2010–2018 гг.

Figure 7. Values of the index of anthropogenic impact on the natural environment of the regions of the Russian Federation for 2010–2018.

На рисунках 8–9 приведены графики, отражающие динамику значений индексов антропогенного воздействия на атмосферный воздух и природную среду для характерных регионов России и для страны в целом. В качестве характерных регионов выбраны:

- Кемеровская область – регион с наибольшим уровнем антропогенного воздействия на природную среду;
- Мурманская область – регион с высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду и выраженной положительной динамикой;
- г. Москва – регион с высоким уровнем антропогенного воздействия только на один её компонент;
- Ханты-Мансийский автономный округ – Югра – регион с наибольшей межгодовой изменчивостью значений индексов;
- Ненецкий автономный округ – регион с самой выраженной положительной динамикой
- Ростовская область – наиболее типичный регион по динамике и абсолютной величине значений индекса;
- Сахалинская область – регион с наименьшим уровнем антропогенного воздействия на природную среду.

Используя данную методику оценки антропогенного воздействия на природную среду можно достаточно эффективно выявлять регионы России, в которых требуются активные действия органов государственной власти, направленные на уменьшение загрязнения природной среды. Это достигается за счёт одновременной оценки каждого региона с точки зрения величины антропогенного воздействия, компонентов природной среды, подверженных наибольшему воздействию, а также динамики данного воздействия.

Вместе с тем методика подлежит дальнейшему совершенствованию в ходе будущих исследований. В частности, необходимо разработать алгоритм дифференцирования загрязнения компонентов природной среды по конкретным загрязнителям, обладающих разным классом опасности. Также актуален вопрос уточнения нормирующих показателей: оценка необходимости использования в таком качестве площади урбанизированных территорий, численности экономически активного населения, ВРП первичного и вторичного секторов экономики и т.д. Другой задачей является адаптация методики для других масштабных уровней как в сторону укрупнения до уровня муниципалитетов, так и в сторону уменьшения – до уровня государств.

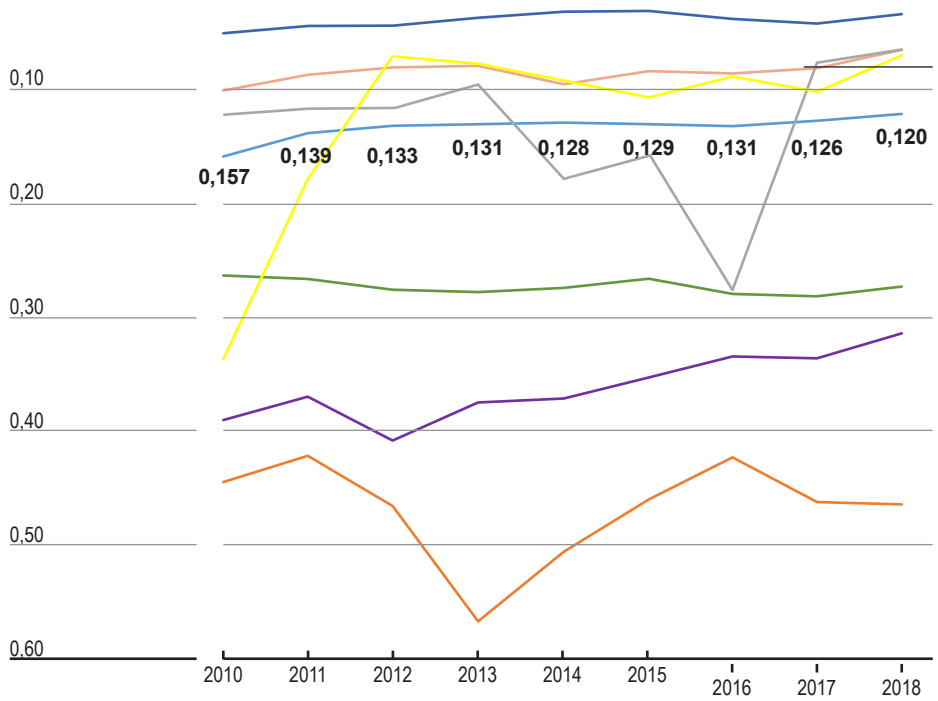


Рисунок 8.

Динамика индекса антропогенного воздействия на атмосферный воздух отдельных регионов РФ за 2010–2018 гг.

Figure 8. Dynamics of the index of anthropogenic impact on the atmospheric air of certain regions of the Russian Federation for 2010–2018.

- Кемеровская область
- Мурманская область
- г. Москва
- Ханты-Мансийский округ – Югра
- Ненецкий автономный округ
- Ростовская область
- Сахалинская область
- Россия

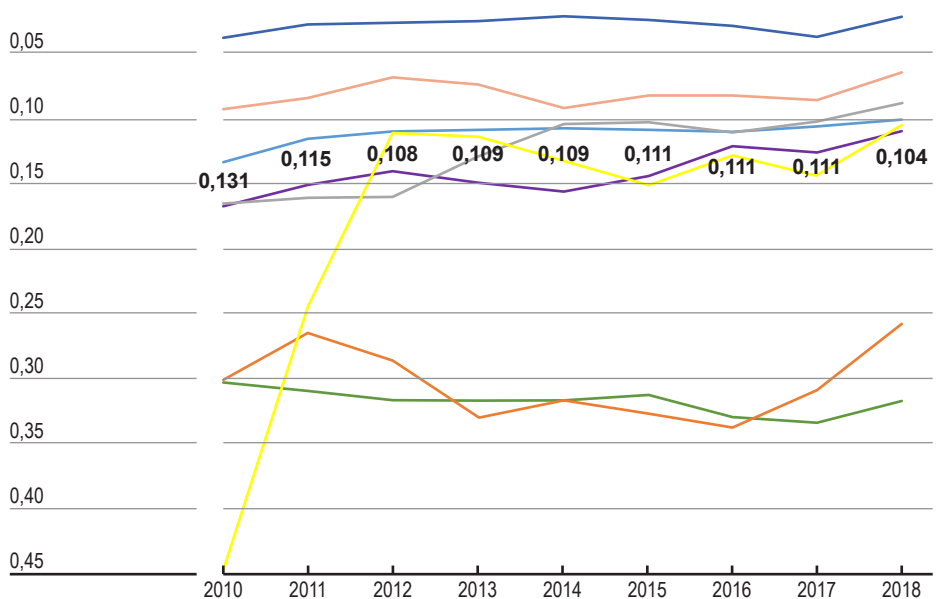


Рисунок 9.

Динамика индекса антропогенного воздействия на природную среду отдельных регионов РФ за 2010–2018 гг.

Figure 9. Dynamics of the index of anthropogenic impact on the natural environment of certain regions of the Russian Federation for 2010–2018.

Благодарности

Статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда (проект № 20-47-01001).

Acknowledgements

The work was financially supported by the Russian Science Foundation (project № 20-47-01001).

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с. [<https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/821/%D0%93%D0%94-2018.pdf>].
2. Ежегодник. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2019 году. Обнинск: ФГБУ.
3. Ежегодник. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2018 г. СПб.: ФГБУ «ГГО». 2019. 251 с. [http://voeikovmgo.ru/download/publikacii/2019/ejegodnik_zagr_atm_2018.pdf].
4. Ежегодник. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ростов-на-Дону. ФГБУ «Гидрохимический институт». 2020. 561 с. [http://gidrohim.com/sites/default/files/%D0%95%D0%B6%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%202018_3.pdf].
5. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. М., 1999. 86 с. [<http://www.rpp-msu.ru/workspace/uploads/files/kochurov-bi-geoekologiya-ekodi-5dcfbb9fbb64.pdf>].
6. НПО «Тайфун». 2020. 129 с. [http://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/aec/TPP_2019.pdf].
7. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2019 г. / под ред. Г.М. Черногаевой. М.: Росгидромет. 2020. 247 с. [<http://www.meteorf.ru/upload/iblock/9d7/%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%20%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B8%20%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%8F%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%BE%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B6%D1%8E%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%B9%20%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9%20%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%B7%D0%B0%202019%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf>].
8. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / под ред. Н.С. Касимова. М.: ИП Филимонов М.В.,

2014. 560 с. [https://istina.msu.ru/media/publications/book/5cc/9c7/10885988/Regionyi_i_goroda_Rossii.pdf].
9. Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). Москва–Смоленск, Изд-во СГУ, 1997, 367 с.
 10. Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Интегральная оценка и картографирование экологической ситуации в регионах Российской Федерации. Геодезия и картография, 2017, N 6, с. 6–16.

References

1. State report "On the state and environmental protection of the Russian Federation in 2018". Moscow: Ministry of natural resources; NPP Kadastr, 2019. 844 p. [<https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/821/%D0%93%D0%94-2018.pdf>].
2. Yearbook. Contamination of the soil of the Russian Federation with toxicants of industrial origin in 2019. Obninsk: Federal State Budgetary Institution.
3. Yearbook. The state of atmospheric pollution in cities on the territory of Russia for 2018. St. Petersburg: FGBU "GGO". 2019. 251 p. [http://voeikovmgo.ru/download/publikacii/2019/ejegovodnik_zagr_atm_2018.pdf].
4. Yearbook. Quality of surface waters of the Russian Federation. Rostov-on-Don. FGBU "Hydrochemical Institute". 2020. 561 p. [http://gidrohim.com/sites/default/files/%D0%95%D0%B6%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA%202018_3.pdf].
5. Kochurov B. I. Geoecology: ecodiagnosics and ecological and economic balance of the territory. Moscow, 1999. 86 p. [<http://www.rpp-msu.ru/workspace/uploads/files/kochurov-bi-geoekologiya-ekodi-5dcfbb9fba64.pdf>].
6. The "Typhoon". 2020. 129 p. [http://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/aec/TPP_2019.pdf].
7. Review of the state and pollution of the environment in the Russian Federation for 2019 / Ed. by G. M. Chernogaeva. M.: Roshydromet. 2020. 247 p. [<http://www.meteorf.ru/upload/iblock/9d7/%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%20%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B8%20%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%8F%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%BE%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B6%D1%8E%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%B9%20%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%8B%20%D0%B2%20%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9%20%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%B7%D0%B0%202019%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf>].
8. Regions and cities of Russia: integrated assessment of the ecological state / Edited by N. S. Kasimov. M.: IP Filimonov M. V., 2014. 560 p.

[https://istina.msu.ru/media/publications/book/5cc/9c7/10885988/Regionyi_i_goroda_Rossii.pdf].

9. Tikunov V. S. Classifications in geography: renaissance or fading? (Experience in formal classifications). Moscow-Smolensk, SSU Publishing House, 1997, 367 p.
10. Tikunov V. S., Chereshnya O. Yu. Integral assessment and mapping of the ecological situation in the regions of the Russian Federation. Geodesy and Cartography, 2017, N 6, p. 6–16.

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

Тикун Владимир Сергеевич, доктор географических наук, профессор географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия. Телефон: (495)9391339; e-mail: vstikunov@yandex.ru
Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, 33, 299053 Севастополь, Россия

Белу Станислав Константинович, ведущий инженер географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, Телефон: (495)9391339; e-mail: webtown@mail.ru

Information about the authors

Tikunov Vladimir Sergeevich, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Faculty of Geography Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia, Phone: (495)9391339; e-mail: vstikunov@yandex.ru
Sevastopol State University, ul.Universitetskaya 33, 299053 Sevastopol, Russia

Belousov Stanislav Konstantinovich, Senior Engineer of the Faculty of Geography Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia, Phone: (495)9391339; e-mail: webtown@mail

24.00.25.
УДК 911.372.3

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ
И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

Михайлова А.А.,

Балтийский федеральный университет им. И. Канта,
Калининград, Россия.

Михайлов А.С.

mikhailov.andrey@yahoo.com

ТИПЫ ЗНАНИЯ В НОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.7

Введение.

Проблема роли знания в экономике поднималась еще в начале XX века, однако его комплексная типология в аспекте совершенствования политики регионального развития все еще остается не разработанной. Настоящая статья призвана восполнить этот пробел, обобщая и подвергая критическому анализу представления о разных типах знания, имеющих ценность и выступающих важнейшими факторами производства в современной инновационно ориентированной экономике. Цель исследования – выявить существующие типы знания и определить их характерные особенности, опираясь на логику дуального восприятия при объектно-процессном подходе.

Материалы и методы
исследования.

Статья вносит вклад в совершенствование теоретических и методологических представлений о типологии знания на стыке экономики и экономической географии. В работе используется метод структурного обзора, дефрагментируя типы знания по семиотическому признаку, по стадиям жизненного цикла, по временной шкале, по открытости доступа и свободе использования, по позиционности и степень сложности.

Результаты исследований

и их обсуждение.

На основе проведенного анализа массива научных работ, показана теоретико-методическая специфика регистрации знания в качестве объекта и процесса относительно территориального, институционального, функционального, организационного, структурного, временного, когнитивного факторов. Выявлен недостаток инструментария для учета разных типов знания на уровне региона. Регистрация создаваемого и оценка накопленного знания различных типов напрямую возможна лишь при его кодификации, тогда как оценка неявного знания осуществляется опосредованно.

Выводы.

Результаты исследования подтверждают важность разнообразия знания в новой экономике и наличие значительных отличий между разными типами, которые должны учитываться при разработке подходов и методов к управлению интеллектуальным капиталом регионов.

Ключевые слова:

типология знания, неявное знание, научное знание, новое знание, экономика знаний

Mikhaylova A.A.,
Mikhaylov A.S. Baltic Federal University I. Kant,
Kaliningrad, Russia.

Types of Knowledge in the New Economy

- Introduction.** The question on the role of knowledge in the economy was raised at the beginning of the twentieth century, but there is still no comprehensive typology of knowledge in terms of improving the policy of regional development. This article fills this gap by summarizing and critically analyzing ideas about different types of knowledge that are of value and are the most important factors of production in a modern, innovation-oriented economy. The purpose of the study is to identify existing types of knowledge and determine their characteristic features, based on the logic of dual perception of knowledge with an object-process approach.
- Materials and methods of the research.** The article contributes to the enhancement of theoretical and methodological ideas about the typology of knowledge at the intersection of economics and economic geography. The study uses the method of structural review, defragmenting the types of knowledge by semiotic characteristics, by stages of the life cycle, by timeline, by openness of access and freedom of use, by propositionality and degree of complexity.
- Research results.** The theoretical and methodological specificity of registering knowledge as an object and process with respect to territorial, institutional, functional, organizational, structural, temporary, and cognitive factors is shown. The lack of tools for accounting for different types of knowledge at the regional level is revealed. Registration of the created and direct evaluation of accumulated knowledge of various types is possible only with its codification, while the assessment of implicit knowledge is carried out indirectly.
- Conclusion.** The results of the study confirm the importance of the diversity of knowledge in the new economy and the presence of significant differences between different knowledge types, which should be taken into account when developing approaches and methods to managing the intellectual capital of regions.
- Key words:** knowledge typology, knowledge type, tacit knowledge, implicit knowledge, scientific knowledge, knowledge economy

Введение

Современные реалии глобального разворачивания экономических процессов в территориальном, организационном и институциональном измерениях стали мощным стимулом для установления научной дискуссии о роли новых знаний как ключевого источника конкурентоспособности и экономического роста региона [1; 2]. Получили развитие идеи новой экономики, экономики знания, экономики обучения, экономики, основанной на знании, поддерживаемые эмпирическими исследованиями зависимости создания добавленной стоимости от результатов функционирования территориальных научно-исследовательских и инновационных систем [3], а также развития рынка труда [4; 5]. При этом, отметим, что тематика знания не нова

для экономических и географических исследований [6–9]. Однако значимые трансформационные изменения, ознаменовавшие постиндустриальную эпоху, вывели на первый план стратегическую роль знания как фактора производства наряду с трудом, капиталом, материалами и энергией, вписывая его в систему производства через процесс непрерывного обучения [8; 10]. Также сыграло роль развитие новых методов исследований, в первую очередь – наукометрического, позволив проводить полимасштабные исследования географии знания [11; 12]. Как следствие, возрос интерес к целенаправленному созданию и потреблению знания для экономического использования и получения прибыли. Появилась практическая необходимость изучения специфических особенностей знания, его типов и способов измерения. Такой подход выходит за границы абстрактного философского размышления о сущности знаний, делая их объектом управления на национальном и региональном уровне, а также средством мягкой конкурентной борьбы через мировые рейтинги превосходства [13; 14]. Данная статья преследует практические цели совершенствования политики управления знаниями без фокуса на философском аспекте и направлена на разграничение знания по типам, а также выделение их специфики.

Теоретическая основа исследования

При анализе научных статей о сущности знания прослеживается неоднозначность данного понятия для восприятия. Оно настолько же очевидно, насколько и трудно объяснимо в контексте человеческого сознания и самоанализа [15–18]. Прочная связь знания и человека [10], который является его создателем, интерпретатором, потребителем и накопителем, порождает сложности отделения знания как такового от процесса познания конкретного индивида. По сути, знание может быть представлено как результат кристаллизации информации через опыт и экспертность конкретного человека [19]. И здесь происходит разделение знаний на индивидуальные и коллективные. Индивидуальное знание – это достояние одного человека, рождаемое в попытке постичь истину. Согласно Дж. Спендеру [20; 21], оно подразделяется на автоматическое (навыки) и сознательное (концепции, основы, факты). Коллективные или общие знания принадлежат группе людей, имеющих территориальную, организационную, социальную, когнитивную, институциональную и иную основу для объединения, и не являются простой суммой их индивидуальных знаний [5; 22]. Примером коллективного знания является организационное, принадлежащее фирме, которая поддерживает творческие способности сотрудников и предоставляет им условия для генерации и обмена знаниями [10]. Аналогичный подход в отношении коллективного знания применим на

уровне города, региона, страны. Коллективное знание подразделяют на народное [7], социальное (опыт, рутины) и объективное (идеи, решения) [20; 21]. В экономическом смысле, в первую очередь, представляет интерес коллективное знание как основа человеческого, организационного и территориального капиталов, которые поддаются, хотя и в не полной мере, регистрации, территориально-временной идентификации и количественному измерению.

В данном контексте следует сделать ряд замечаний об экономической и географической природе знания, почерпнутых из более ранних исследований. Само по себе знание трудно поддается оценке ввиду его специфичности как товара, а цена знания становится известна только в момент продажи [7]. Не любое знание имеет экономическую ценность, а, следовательно, выступает фактором экономического роста. Знание распределено неравномерно как среди индивидов, так и среди фирм и регионов. Все не могут знать всё, что обуславливает пространственное неравенство по генерации и доступу к знаниям, порождая необходимость решения проблемы территориального разделения и преодоления дефицита знания [9; 23]. Существенное влияние на неоднородность распределения знания и инновационные возможности регионов оказывают развитие технологической инфраструктуры и человеческого капитала, а также реализуемая политика в области создания и диффузии знаний [24].

В отличие от других ресурсов знания могут быть получены без доступа к новой информации, использоваться многими одновременно, а их ценность возрастает с широтой использования [22; 25]. Они неисчерпаемы, накапливаемы, но подвержены старению, что делает фактор времени решающим в их экономическом использовании [3; 8; 26]. Инновация и компетенция – важнейший результат генерации знания [27]. В основе формирования представлений об экономике, основанной на знаниях, лежит идея о необходимости на систематической основе управлять нематериальными активами для прироста богатства через активизацию инновационных процессов [25; 28]. В качестве нематериальных активов выступают произведения науки, литературы и искусства, программы для электронных вычислительных машин, изобретения и полезные модели, селекционные достижения, ноу-хау, товарные знаки и знаки обслуживания, деловая репутация. Реализация такого управления требует соответствующей управленческой информации о разных типах знания и их вкладе в экономику.

Исследовательская методология

Для выявления специфики регистрации статистического следа знания в экономике необходимо разграничить его типы.

Опираясь на подход О. Иберта [4], будем оперировать знанием как объектом и как процессом. Первый случай предполагает использование таксономического подхода, позволяющего рассматривать знание в призме его форм и состояний в качестве объекта, которому присущи фиксированные временные границы и который может быть сегментирован. Возможность представления знания в статичном виде обуславливает богатство используемых классификационных факторов для сегрегации его различных типов:

1. По семиотическому признаку [10; 17; 29–31]:
 - 1.1. Явное или кодифицированное:
 - 1.1.1. Концептуальное (концепции продукта, дизайн, ценность бренда и др.);
 - 1.1.2. Систематическое (систематизированные и сформулированные знания, документы, спецификации, руководства, базы данных, патенты, лицензии и др.);
 - 1.2. Неявное или скрытое:
 - 1.2.1. Рутинные (ноу-хау в повседневной деятельности, организационные процедуры и культура и др.)
 - 1.2.2. Эмпирическое (навыки и ноу-хау людей, энергия, азарт, напряжение и др.);
2. По стадиям жизненного цикла [32-36]:
 - 2.1. Стенерированное, созданное, сконструированное, экстернализованное;
 - 2.2. Использованное, примененное, воплощенное;
 - 2.3. Диффузировавшее, переданное, распространившееся, обменное;
 - 2.4. Абсорбированное, усвоенное, приобретенное, выбранное, захваченное, идентифицированное;
 - 2.5. Накопленное, сохраненное;
 - 2.6. Поддерживаемое, обновляемое;
 - 2.7. Извлеченное;
 - 2.8. Забытое, удаленное.
3. По временной шкале:
 - 3.1. Новое, передовое, современное;
 - 3.2. Распространенное, общеизвестное;
 - 3.3. Устаревшее.
4. По открытости доступа и свободе использования:
 - 4.1. Охраняемое;
 - 4.2. Общедоступное.
5. По пропозициональности [32]:
 - 5.1. Декларативное (концепции, причинное знание, проекты, стандарты);

- 5.2. Процедурное (методы, приемы).
6. По степень сложности [37]:
 - 6.1. Низкая;
 - 6.2. Средняя;
 - 6.3. Высокая.

В географии подход к знаниям как объекту реализуется через изучение расстояний в пространстве между носителями знания на микро-, мезо- и макроуровнях в целях оценки его влияния на функциональные и социальные связи между акторами, а также измерения расходов на кодификацию и коммуникацию при обмене неявными знаниями. В фокусе исследований находится процесс агломерации, результатом которого становится сокращение расстояния между носителем и потребителем знания, что способствует улучшению информационного обмена и коллективному обучению. Наиболее важная проблема, которая решается в данном контексте, – комодификация знания [22], т.е. превращение его в товар. Это может происходить с разной степенью кодификации или без нее в зависимости от экономической целесообразности.

В контексте динамического процессного подхода знание, будучи укоренено в социальную практику, имеет перформативный онтологический статус и неделимое содержание. Его невозможно разделить на кодифицируемое и неявное, поскольку это связанные и необходимые части целостного знания, являющегося частью единой практики, для которой оно «полезно» [38]. География знания как процесса определяется локальной традицией его создания в месте обучения или архипелаге знания [39]. Территориальная привязка знания определяется на основе идентификации физических объектов его проявления. В данном контексте речь идет о специализированных знаниях, недоступных для не членов конкретного сообщества практики, например, кластера конкурентов или отраслевого сообщества. Согласно Ф. Куку и Л. Лейдесдорффу [40], следует различать аналитические (научные), синтетические (технические) или символические (креативные) знания, которые имеют разные коды и языки представления, вместе с тем все важны для развития экономики, основанной на знаниях. Ученые, как правило, имеют дело с аналитическими знаниями, инженеры – с синтетическими, а художники – с символическими [26].

Логика дальнейшего исследования строилась на базе выявленных типов знания и заключалась в определении специфики регистрации знания с учетом комплекса факторов: территориального, отражающего географию распределения знания; институционального, отражающего специфику сочетания формальных и неформальных ин-

ституты, участвующих в формировании благоприятной среды для обмена знаниями и взаимного обучения; функционального, отражающего состояние знания на определенной стадии или этапе; структурного, отражающего основные элементы знания и их взаимосвязь; временного, отражающего распределение знания во времени; организационного, отражающего организационную принадлежность знания; когнитивного, отражающего сходность подходов к кодированию и обработке знания. Далее типам знания были поставлены в соответствие артефакты – объекты, поддающиеся количественной оценке и используемые в более ранних исследованиях [41–48].

Результаты исследования

Опираясь на объектно-процессный подход к знанию, нами были прослежены особенности каждого типа в разрезе факторов влияния (табл. 1).

Анализ факторов демонстрирует существенные отличия в специфике выделяемых подходов к разграничению знания. Фиксация знания как объекта в исследовательской стратегии будет обоснована в случае изучения территориальных закономерностей движения знания на разных этапах его жизненного цикла, а также проведения сравнительного анализа регионов по их благоприятности для обмена знаниями. В данном контексте у исследователя сохраняется возможность выборочного изучения отдельных типов знания, имеющих неявную или кодифицированную форму, в т. ч. заключенных в материальные объекты (например, технологии, машины и оборудование, сложные системы или механизмы), в привязке к территории. Фокус на знании как практике позволяет сконцентрировать исследовательский взгляд на местах взаимного обучения и непосредственных межличностных контактах в процессе этого обучения с целью изучения как самого процесса взаимодействия внутри сообществ практик, так и непосредственно специфических знаний (например, научных или отраслевых) и контекстных условий их создания. Оба эти подхода к определению знания, на наш взгляд, не являются взаимоисключающими и могут дополнять друг друга при проведении полимасштабных исследований.

Регистрация и количественное измерение различных типов знания невозможны без определения артефактов знания – объектов, в которых эти знания могут быть выражены, воплощены или заключены. Кодифицированное знание лучше всего поддается измерению ввиду своей явной осязаемой природы. Объектами для оценки кодифицированного знания выступают патенты, товарные знаки, все виды научных публикаций, передовые производственные технологии, произведения литературы и искусства, базы данных, опытные образцы, программное

Таблица 1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СПЕЦИФИКА РЕГИСТРАЦИИ ТИПОВ ЗНАНИЯ
Table 1. Research specifics in the registration of various knowledge types

Факторы	Что детерминируют	
	знание как объект	знание как процесс
Территориальный	расстояние, близость между носителем и потребителем знания – агломерация знания	территориальное положение сообщества практики – место обучения
Институциональный	благоприятность среды для установления вертикальных связей по обмену знанием	благоприятность среды для кластеризации членов сообщества практики, а также установления связей между локальными местами обучения
Функциональный	этапы жизненного цикла знания: генерация, потребление, абсорбция, накопление, забвение и др.	стадии процесса непрерывного взаимного обучения между членами сообщества практики
Структурный	состав и соотнесение элементов в системе знания, важнейшие из которых – явное и неявное знание	целостное знание, которое может быть распределено между отдельными сообществами практики и их членами
Временной	новизну знания относительно его жизненного цикла, скорость передачи знания	состояние знания в текущий момент относительно его завершенности (переходное и конечное)
Организационный	организационную принадлежность на мезо- и макроуровнях	организационную принадлежность на микроуровне
Когнитивный	когнитивная близость для установления обмена знаниями	когнитивное разнообразие для запуска процесса взаимного обучения

Источник: разработано авторами.

обеспечение, селекционные достижения и др. Также реализуется косвенная оценка кодифицированных знаний через учет инновационных товаров, работ, услуг, представляющих собой коммерциализованное знание.

Неявные знания не поддаются прямому измерению, поскольку не имеют осязаемой формы. Их оценка осуществляется косвенно, через учет носителей неявного знания, основные из которых – люди и организации. Для количественной оценки в контексте человеческого ка-

питала используются данные о населении с высшим и послевузовским образованием; занятом населении с высшим образованием; высококвалифицированных специалистах; занятых в наукоемких и инновационных отраслях; персонале, занятом исследованиями и разработками (исследователи, техники, вспомогательный и прочий персонал); научных кадрах (доктора, кандидаты наук, докторанты, аспиранты, авторы научных статей); студентах вузов; деятелях творческих профессий, а в контексте организационного капитала – об организациях, занимающихся научно-исследовательской, опытно-конструкторской и образовательной деятельностью, инновационных организациях, малых инновационных предприятиях, стартапах, спин-оффов, высокотехнологичных компаниях и др. Изучение территориальных закономерностей распределения знания реализуется посредством географической идентификации артефактов знания и их перемещений в пространстве, например, при диффузии технологий или трудовой миграции. Наиболее часто исследования знаний проводятся на уровне фирмы или региона и включают не только оценку самих знаний, но и контекста, в который они заключены.

Обсуждение результатов исследования и выводы

Активно популяризирующаяся концепция экономики, основанной на знании, обусловила новую волну интереса к последнему как основе конкурентоспособного развития региона. Привлекательность идеи экономического использования знания как неиссякаемого ресурса с растущей отдачей от масштаба трансформировала подход к его изучению, дополнив научно-философский дискурс практико-ориентированной проблематикой оценки и управления. На первый план вышли вопросы: какова экономическая сущность знания, какие факторы влияют на процесс его генерации и обмена, как создать благоприятные условия для накопления знания и получить экономическую выгоду от его использования, как оценить качество и экономическую ценность знания, а также территориальные закономерности его распределения, ряд других. Межрегиональная и внутрирегиональная неоднородность знания создала условия для формирования, с одной стороны, сравнительных конкурентных преимуществ, а с другой – обусловила дефицит специализированного знания, вовлекая регионы в конкурентную борьбу за его носителей.

Наше исследование сфокусировалось на методологической проблеме разграничения различных типов знания как значимой для их дальнейшего измерения и оценки в контексте экономического развития регионов. В основу типологии лег объектно-процессный подход, что позволило сформировать комплексный взгляд на знания. Объект-

ная логика представляет знание в статике в качестве временного среза системы, состоящей из кодифицированного и неявного элементов. Значимый фактор, определяющий соотношение явного и неявного знания, – экономическая целесообразность в кодификации последнего при передаче. Движение знания показано в рамках его жизненного цикла: от стадии создания до стадии забвения. Наибольшую экономическую ценность имеет новое сложное знание, доступ к которому, как правило, ограничивается его владельцем с целью извлечения прибыли и предотвращения утечки или «кражи». Представление знания как процесса реализовано в единстве структурированной и молчаливой частей, которые рождаются и передаются в процессе непрерывного обучения внутри определенных сообществ практики или их сетей и являются для них ценными. Такое знание имеет сильную контекстную привязку, а его деконтекстуализация сопряжена с генерацией нового знания.

С позиции регионального развития важно иметь представление о знании как о процессе, так и как об объекте, поскольку это позволит реализовать более эффективную инновационную политику в аспекте разработки и использования комплексного инструментария по управлению знанием и создания благоприятной «атмосферы» для его генерации и обмена. В частности, обеспечивать оптимальное соотношение когнитивной близости и когнитивного разнообразия между носителями знания, формировать систему институциональной поддержки установления горизонтальных и вертикальных обменных информационных потоков, предоставления условий для формирования агломераций знания и кластеризации сообществ практики и деятельных сообществ.

Разработанные в современной экономической науке подходы к оценке экономики, основанной на знании, все еще слабо ориентированы на учет типов знания в его многообразии. Приоритет в оценке отдается объектному подходу, а из типов знания – кодифицированному, что обусловлено его более широкой статистической регистрацией. В качестве основных артефактов знания используются патенты и научные статьи как наиболее доступные в измерении. Слабо проработаны вопросы анализа и качественных оценок знания на разных этапах его жизненного цикла, в т. ч. относительно территории. Процессный подход к знанию методически реализован в меньшей степени, нежели объектный, что не в последнюю очередь связано с большой ролью контекстных факторов в оценке процесса непрерывного обучения. Таким образом, дальнейшие исследования должны быть сфокусированы на разработке комплексных подходов к измерению знания на уровне региона в его многообразии.

Благодарности

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ 19-77-00053 «География знания: кластеризация и сетевые связи национальных центров компетенций».

The reported study was funded by RSF according to the research project No. 19-77-00053 «Knowledge geography: clustering and networking of national competence centers».

Acknowledgments

The article was prepared with the support of the Russian Science Foundation grant 19-77-00053 “Geography of Knowledge: Clustering and Networking of National national centers of competence “. The reported study was funded by RSF according to the research project No. 19-77-00053 “Knowledge geography: clustering and networking of national competence centers”.

Библиографический список

1. Бабурин В.Л., Земцов С.П. Инновационный потенциал регионов России: монография. М.: Университетская книга, 2017.
2. Беляев Д.О., Мойсбургер П. География знания как одно из передовых направлений современной географической науки // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2011. № 2. С. 7–16.
3. Schumann J. Human capital, knowledge and knowledge sharing: a view from the history of economic thoughts / E. Helmstadter (ed.) // The Economics of Knowledge Sharing: A New Institutional Approach. Cheltenham: Edward Elgar, 2003, pp. 121–128.
4. Ibert O. Towards a geography of knowledge creation: the ambivalences between “knowledge as an object” and “knowing in practice” // Regional Studies, 2007, vol. 41, no.1, pp. 103–114. <https://doi.org/10.1080/00343400601120346>.
5. Koessler F. Common knowledge and interactive behaviours // Workshop BETA “Economie des connaissances”, 1999, 11–12 November, Strasbourg.
6. Autant-Bernard C. The geography of knowledge spillovers and technological proximity // Economics of Innovation and New Technology, 2001, vol. 10, no.4, pp. 237–254. <https://doi.org/10.1080/10438590100000010>.
7. Boulding K.E. The economics of knowledge and the knowledge of economics // The American Economic Review, 1966, vol. 56, no. 1/2, pp. 1–13.
8. Lundvall B.-A., Johnson B. The learning economy // Journal of Industry Studies, 1994, vol. 1, no. 2, pp. 23–42. <https://doi.org/10.1080/13662719400000002>.
9. Von Hayek F.A. Economics and Knowledge // *Economica*, 1937, vol. 4, no. 13, pp. 33–54. <https://doi.org/10.2307/2548786>.
10. Nonaka I., Takeuchi H. The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation. New York: Oxford Press, 1995. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(96\)81509-3](https://doi.org/10.1016/0024-6301(96)81509-3)

11. Frenken K., Hoekman J. Spatial scientometrics and scholarly impact: a review of recent studies, tools, and methods / Ding Y., Rousseau R., Wolfram D. (eds) // *Measuring Scholarly Impact*. Cham: Springer, 2014, pp. 127–146. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_6.
12. Matthiessen C.W., Schwarz A.W. Scientific centres in Europe: An analysis of research strength and patterns of specialisation based on bibliometric indicators // *Urban Studies*, 1999, vol. 36, no. 3, pp. 453–477. <https://doi.org/10.1080/0042098993475>.
13. Balcerzak A.P., Pietrzak M.B. Quality of Institutions for Knowledge-based Economy within New Institutional Economics Framework. Multiple Criteria Decision Analysis for European Countries in the Years 2000–2013 // *Economics and Sociology*, 2016, vol. 9, no.4, pp. 66–81. <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2016/9-4/4>.
14. Godin B. The knowledge-based economy: conceptual framework or buzzword? // *The Journal of Technology Transfer*, 2005, vol. 31, no.1, pp. 17–30. <https://doi.org/10.1007/s10961-005-5010-x>.
15. Лебедев С.А., Лебедев К.С., Косыков С.Н. Виды научного знания: различие и единство // *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Педагогика. Психология. Философия*, 2017, Т. 6, № 2, С. 57–66.
16. Ayer A.J. *The Problem of Knowledge*. London: Penguin, 1956.
17. Polanyi M. *The Tacit Dimension*. Garden City (NY): Anchor Books, 1996.
18. Styhre A. *Understanding knowledge management: critical and postmodern perspectives*. Copenhagen: Copenhagen Business School Press, 2003.
19. Davenport T.H., Prusak L. *Working knowledge: how organizations manage what they know* // Boston: Harvard Business School Press, 2000.
20. Spender J.-C. Organizational knowledge, learning, and memory: three concepts in search for a theory // *Journal of Organizational Change Management*, 1996, vol. 9, no. 1, pp. 63–78. <https://doi.org/10.1108/09534819610156813>.
21. Spender J.-C. Pluralist epistemology and the knowledge-based theory of the firm // *Organization*, 1998, no. 5, pp. 233–256. <https://doi.org/10.1177/135050849852005>.
22. Ancori B. The economics of knowledge: the debate about codification and tacit knowledge // *Industrial and Corporate Change*, 2000, vol. 9, no. 2, pp. 255–287. <https://doi.org/10.1093/icc/9.2.255>.
23. Antonelli C. The derived demand for knowledge // *Economics of Innovation and New Technology*, 2016, vol. 26, no. 1–2, pp. 183–194. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1202518>.
24. Castellacci F., Archibugi D. The technology clubs: the distribution of knowledge across nations // *Research Policy*, 2008, vol. 37, no. 10, pp. 1659–1673.
25. Yigitcanlar T. Editorial: Understanding the multidimensional nature of innovation in the era of knowledge-based economy // *Interna-*

- tional Journal Knowledge-Based Development, 2016, vol. 7, no. 3, pp. 203–206.
26. Malecki E.J. Everywhere? The geography of knowledge // *Journal of Regional Science*, 2010, vol. 50, no. 1, pp. 493–513. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2009.00640.x>.
 27. Lundvall B.-A. The economics of knowledge and learning / J.L. Christensen and B.-A. Lundvall (eds.) // *Product Innovation, Interactive Learning and Economic Performance (Research on Technological Innovation and Management Policy*, vol. 8. Amsterdam: Elsevier, 2004, pp. 21–42. [https://doi.org/10.1016/S0737-1071\(04\)08002-3](https://doi.org/10.1016/S0737-1071(04)08002-3).
 28. Lonnqvist A., Kapyla J., Salonius H., Yigitcanlar T. Knowledge that matters: identifying regional knowledge assets of Tampere Region // *European Planning Studies*, 2014, vol. 22, no. 10, pp. 2011–2029. <https://doi.org/10.1080/09654313.2013.814621>.
 29. Clark H.H., Brennan S.E. Grounding in communication / Resnick, L.B., Levine, J.M. and Teasley, S.D. (Eds) // *Perspectives on Socially Shared Cognition*, Washington, DC: American Psychological Association, 1991, pp. 127–149.
 30. Nonaka I., Toyama R., Konno N. SECI, Ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation // *Long Range Planning*, 2000, vol. 33, no.1, pp. 5–34. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(99\)00115-6](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(99)00115-6).
 31. Syazwan Abdullah M., Kimble C., Benest I., Paige R. Knowledge based systems: a reevaluation // *Journal of Knowledge Management*, 2006, vol. 10, no. 3, pp. 127–142. <https://doi.org/10.1108/13673270610670902>.
 32. Alavi M., Leidner D. Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues // *Management Information Systems Quarterly*, 2001, vol. 25, no. 1, pp. 107–135.
 33. Allee V. Evolving business forms for the knowledge economy / C.W. Holsapple (ed.) // *Handbook on knowledge management*, 2003, vol. 2, pp. 605–622.
 34. Holsapple C.W., Joshi K. Knowledge manipulation activities: Results of a Delphi study // *Information and Management*, 2002, vol. 39, no. 1, pp. 477–490. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00109-4](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00109-4)
 35. McAdams R., McCreedy S. A critical review of knowledge management models // *International Journal of the Learning Organisation*, 1999, vol. 6, no. 3, pp. 91–100. <https://doi.org/10.1108/09696479910270416>
 36. McCampbell A.S., Clare L.M., Gitters S.H. Knowledge management: The new challenge for the 21st century // *Journal of Knowledge Management*, 1999, vol. 3, no. 3, pp. 171–179. <https://doi.org/10.1108/13673279910288572>.
 37. Balland P.-A., Rigby D. The geography of complex knowledge // *Economic Geography*, 2016, vol. 93, no.1, pp. 1–23. <https://doi.org/10.1080/00130095.2016.1205947>.
 38. Stehr N. A world made of knowledge // *Society*, 2001, vol. 3, no. 4, pp. 89–92. <https://doi.org/10.1007/BF02712625>

39. Thrift N. Steps to an ecology of place / Massey D., Allen J., Sarre P. (Eds) // *Human Geography Today*. Cambridge: Polity, 1999, pp. 295-322.
40. Cooke P., Leydesdorff L. Regional development in the knowledge-based economy: the construction of advantage // *The Journal of Technology Transfer*, 2005, vol. 31, no.1, pp. 5–15. <https://doi.org/10.1007/s10961-005-5009-3>.
41. Горин В.А., Земскова Е.С. Мониторинг инновационной безопасности на основе индекса экономики знаний // *Вестник евразийской науки*, 2015. Т. 7. № 5. С. 31. <https://dx.doi.org/10.15862/92EVN515>.
42. Земцов С.П., Бабуринов В.Л. Как оценить эффективность региональных инновационных систем в России? // *Инновации*, 2017, Т. 220, № 2, С. 60–66.
43. Земцов С.П., Бабуринов В.Л., Баранова В.А. Как измерить неизмеримое? Оценка инновационного потенциала регионов России // *Креативная экономика*, 2015, Т. 9. № 1. С. 35–52. DOI: 10.18334/ce.9.1.79.
44. Козлова А.В. К вопросу об измерении экономики, основанной на знаниях: теоретический и методический аспекты // *Вестник Челябинского государственного университета*, 2016. Т. 384, № 2. С. 202–213.
45. Костюк В.Н. Специфика экономики, основанной на знаниях // *Общественные науки и современность*, 2004, № 4. С. 134–144.
46. Кукушкин С.Н. Оценка индекса знаний региона // *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*, 2019. Т. 104. № 2, С. 130–141. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2019-2-130-141>.
47. Ферова И.С., Старцева Ю.И., Инюхина Е.В. Составляющие индекса «экономики знаний» // *ЭКО*, 2006. Т. 2. № 12. С. 59–66. <http://dx.doi.org/10.30680/ЕКО0131-7652-2006-12-59-66>.
48. Филатов С.А., Сухорукова Н.Г. Экономика, основанная на знаниях: информационно-статистический аспект исследования // *Вестник НГУЭУ*, 2016, № 3, С. 49–59.

References

1. Baburin V. L., Zemtsov S. P. Innovative potential of Russian regions: monograph. M: KDU, University Book, 2017. (In Russian).
2. Belyaev D.O., Moisburg P. Geography of Knowledge as One of the Leading Trends of Modern Geographical Science. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*, 2011, no. 2, pp. 7–16. (In Russian).
3. Schumann J. Human capital, knowledge and knowledge sharing: a view from the history of economic thoughts. In: E. Helmstadter (ed.), *The Economics of Knowledge Sharing: A New Institutional Approach*. Cheltenham: Edward Elgar, 2003, pp. 121–128.
4. Ibert O. Towards a geography of knowledge creation: the ambivalences between “knowledge as an object” and “knowing in prac-

- tice". *Regional Studies*, 2007, vol. 41, no.1, pp. 103–114. <https://doi.org/10.1080/00343400601120346>.
5. Koessler F. Common knowledge and interactive behaviours. Workshop BETA "Economie des connaissances", 1999, 11–12 November, Strasbourg.
 6. Autant-Bernard C. The geography of knowledge spillovers and technological proximity. *Economics of Innovation and New Technology*, 2001, vol. 10, no.4, pp. 237–254. <https://doi.org/10.1080/10438590100000010>.
 7. Boulding K.E. The economics of knowledge and the knowledge of economics. *The American Economic Review*, 1966, vol. 56, no. ½, pp. 1–13.
 8. Lundvall B.-A., Johnson B. The learning economy. *Journal of Industry Studies*, 1994, vol. 1, no. 2, pp. 23–42. <https://doi.org/10.1080/13662719400000002>.
 9. Von Hayek F.A. Economics and Knowledge. *Economica*, 1937, vol. 4, no. 13, pp. 33–54. <https://doi.org/10.2307/2548786>.
 10. Nonaka I., Takeuchi H. The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation. New York: Oxford Press, 1995. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(96\)81509-3](https://doi.org/10.1016/0024-6301(96)81509-3)
 11. Frenken K., Hoekman J. Spatial scientometrics and scholarly impact: a review of recent studies, tools, and methods. In: Ding Y., Rousseau R., Wolfram D. (eds) *Measuring Scholarly Impact*. Cham: Springer, 2014, pp. 127–146. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_6
 12. Matthiessen C.W., Schwarz A.W. Scientific centres in Europe: An analysis of research strength and patterns of specialisation based on bibliometric indicators. *Urban Studies*, 1999, vol. 36, no. 3, pp. 453–477. <https://doi.org/10.1080/0042098993475>.
 13. Balcerzak A.P., Pietrzak M.B. Quality of Institutions for Knowledge-based Economy within New Institutional Economics Framework. Multiple Criteria Decision Analysis for European Countries in the Years 2000–2013. *Economics and Sociology*, 2016, vol. 9, no.4, pp. 66–81. <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2016/9-4/4>.
 14. Godin B. The knowledge-based economy: conceptual framework or buzzword? *The Journal of Technology Transfer*, 2005, vol. 31, no.1, pp. 17–30. <https://doi.org/10.1007/s10961-005-5010-x>.
 15. Lebedev S. A., Lebedev K. S., Koskov S. N. The Kinds of Scientific Knowledge: Differences and Unity. *Vestnik of North- Eastern Federal University. Pedagogics. Psychology. Philosophy*, 2017, vol. 6, no. 2, pp. 57–66. (In Russian).
 16. Ayer A.J. *The Problem of Knowledge*. London: Penguin, 1956.
 17. Polanyi M. *The Tacit Dimension*. Garden City (NY): Anchor Books, 1996.
 18. Styhre A. *Understanding knowledge management: critical and post-modern perspectives*. Copenhagen: Copenhagen Business School Press, 2003.
 19. Davenport T.H., Prusak L. *Working knowledge: how organizations*

- manage what they know. Boston: Harvard Business School Press, 2000.
20. Spender J.-C. Organizational knowledge, learning, and memory: three concepts in search for a theory. *Journal of Organizational Change Management*, 1996, vol. 9, no. 1, pp. 63–78. <https://doi.org/10.1108/09534819610156813>.
 21. Spender J.-C. Pluralist epistemology and the knowledge-based theory of the firm. *Organization*, 1998, no. 5, pp. 233–256. <https://doi.org/10.1177/135050849852005>.
 22. Ancori B. The economics of knowledge: the debate about codification and tacit knowledge. *Industrial and Corporate Change*, 2000, vol. 9, no. 2, pp. 255–287. <https://doi.org/10.1093/icc/9.2.255>.
 23. Antonelli C. The derived demand for knowledge. *Economics of Innovation and New Technology*, 2016, vol. 26, no. 1–2, pp. 183–194. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1202518>.
 24. Castellacci F., Archibugi D. The technology clubs: the distribution of knowledge across nations. *Research Policy*, 2008, vol. 37, no. 10, pp. 1659–1673.
 25. Yigitcanlar T. Editorial: Understanding the multidimensional nature of innovation in the era of knowledge-based economy. *International Journal Knowledge-Based Development*, 2016, vol. 7, no. 3, pp. 203–206.
 26. Malecki E.J. Everywhere? The geography of knowledge. *Journal of Regional Science*, 2010, vol. 50, no. 1, pp. 493–513. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2009.00640.x>.
 27. Lundvall B.-A. The economics of knowledge and learning. In: J.L. Christensen and B.-A. Lundvall (eds.), *Product Innovation, Interactive Learning and Economic Performance (Research on Technological Innovation and Management Policy, vol. 8)*. Amsterdam: Elsevier, 2004, pp. 21–42. [https://doi.org/10.1016/S0737-1071\(04\)08002-3](https://doi.org/10.1016/S0737-1071(04)08002-3)
 28. Lonqvist A., Kapyla J., Salenius H., Yigitcanlar T. Knowledge that matters: identifying regional knowledge assets of Tampere Region. *European Planning Studies*, 2014, vol. 22, no. 10, pp. 2011–2029. <https://doi.org/10.1080/09654313.2013.814621>.
 29. Clark H.H., Brennan S.E. Grounding in communication. In: Resnick, L.B., Levine, J.M. and Teasley, S.D. (Eds), *Perspectives on Socially Shared Cognition*, Washington DC: American Psychological Association, 1991, pp. 127–149.
 30. Nonaka I., Toyama R., Konno N. SECI, Ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. *Long Range Planning*, 2000, vol. 33, no.1, pp. 5–34. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(99\)00115-6](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(99)00115-6)
 31. Syazwan Abdullah M., Kimble C., Benest I., Paige R. Knowledge-based systems: a re-evaluation. *Journal of Knowledge Management*, 2006, vol. 10, no. 3, pp. 127–142. <https://doi.org/10.1108/13673270610670902>.
 32. Alavi M., Leidner D. Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues.

- Management Information Systems Quarterly, 2001, vol. 25, no. 1, pp. 107–135.
33. Allee V. Evolving business forms for the knowledge economy. In: C.W. Holsapple (ed.), Handbook on knowledge management, 2003, vol. 2, pp. 605–622.
 34. Holsapple C.W., Joshi K. Knowledge manipulation activities: Results of a Delphi study. Information and Management, 2002, vol. 39, no. 1, pp. 477–490. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00109-4](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00109-4).
 35. McAdams R., McCreedy S. A critical review of knowledge management models. International Journal of the Learning Organisation, 1999, vol. 6, no. 3, pp. 91–100. <https://doi.org/10.1108/09696479910270416>.
 36. McCampbell A.S., Clare L.M., Gitters S.H. Knowledge management: The new challenge for the 21st century. Journal of Knowledge Management, 1999, vol. 3, no. 3, pp. 171–179. <https://doi.org/10.1108/13673279910288572>.
 37. Balland P.-A., Rigby D. The geography of complex knowledge. Economic Geography, 2016, vol. 93, no.1, pp. 1–23. <https://doi.org/10.1080/00130095.2016.1205947>.
 38. Stehr N. A world made of knowledge. Society, 2001, vol. 3, no. 4, pp. 89–92. <https://doi.org/10.1007/BF02712625>.
 39. Thrift N. Steps to an ecology of place. In: Massey D., Allen J., Sarre P. (Eds) Human Geography Today. Cambridge: Polity, 1999, pp. 295–322.
 40. Cooke P., Leydesdorff L. Regional development in the knowledge-based economy: the construction of advantage. The Journal of Technology Transfer, 2005, vol. 31, no.1, pp. 5–15. <https://doi.org/10.1007/s10961-005-5009-3>.
 41. Gorin V.A., Zemskova E.S. Monitoring innovation security based on the knowledge economy index [Monitoring innovatsionnoy bezopasnosti na osnove indeksa ekonomiki znaniy]. The Eurasian Scientific Journal, 2015, vol. 7, no. 5, pp. 31. <https://dx.doi.org/10.15862/92EVN515> (In Russian).
 42. Zemtsov S. P., Baburin V. L. How to assess an efficiency of regional innovation systems in Russia? Innovations, 2017, vol. 220, no. 2, pp. 60–66. (In Russian).
 43. Zemtsov S.P., Baburin V.L., & Barinova V.A. How to measure the immeasurable? Assessment of the innovation potential of Russian regions. Kreativnaya ekonomika, 2015, vol. 9, no. 1, pp. 35–52. (In Russian).
 44. Kozlova A.V. The question about the measurement of based on knowledge economy: theoretical and methodical aspects. Bulletin of Chelyabinsk State University, 2016, vol. 384, no. 2, pp. 202–213. (In Russian).
 45. Kostyuk V.N. The specificity of an economy based on knowledge. Social Sciences and Contemporary World, 2004, № 4, pp. 134–144. (In Russian).
 46. Kukushkin S. N. Assessing the knowledge index of the region. Vest-

nik of the Plekhanov Russian University of Economics, 2019, vol. 104, no. 2, pp.130–141. (In Russian).

47. Ferova I.S., Startseva Yu.I., Inyukhina E.V. The components of the knowledge economy index [Sostavlyayushchiye indeksa “ekonomiki znaniy”]. ECO Journal, 2006, vol. 390, no. 12, pp. 59–66. <http://dx.doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2006-12-59-66> (In Russian).
48. Filatov S.A., Sukhorukova N.G. Economy based on knowledge: information and statistic aspect of study. Vestnik NGUÈU, 2016, no. 3, pp. 49–59. (In Russian).

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

Михайлова Анна Алексеевна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, ScopusID: 57207943693, Researcher ID: P-6443-2015, Телефон: +7(4012) 31-00-67 (доб. 5600).
E-mail: tikhonova.1989@mail.ru.

Михайлов Андрей Сергеевич кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, ScopusID: 57214075325, Researcher ID: B-8451-2015. Телефон: +79052400526, E-mail: andrmikhailov@kantiana.ru.

About the authors

Mikhaylova Anna, PhD in geography, senior research fellow, Immanuel Kant Baltic Federal University, ScopusID: 57207943693, Researcher ID: P-6443-2015. Tel.: +7(4012) 31-00-67 (ext. 5600).
E-mail: tikhonova.1989@mail.ru.

Mikhaylov Andrey, PhD in geography, lead research fellow, Immanuel Kant Baltic Federal University, ScopusID: 57214075325, Researcher ID: B-8451-2015, Tel.: +79052400526.
E-mail: andrmikhailov@kantiana.ru.

25.00.30
УДК 551.524.3:551.524.36

МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Волкова В.И.,

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия,
E-mail: stav.volkova@yandex.ru

Бадахова Г.Х.

Ставропольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Ставрополь, Россия,

Бареева М.В.,

Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик, Россия

Каплан Г.Л.

Компания «СторХ», г. Нетания, Израиль

ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДА И КОЛЕБАНИЯ ДАТ НАЧАЛА ВЕСНЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.8

Введение.

Работа посвящена исследованию атмосферной циркуляции над Центральным Предкавказьем в переходный период от зимы к весне, а также расчету и анализу температурного режима воздуха в феврале–марте и дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения. Особое внимание уделено изменению указанных характеристик в XX и XXI веках и расчету новых стандартных климатических характеристик по данным за опорное 30-летие 1991–2020 гг.

Материалы и методы исследования.

Информационной базой для анализа особенностей синоптической ситуации в переходный период зима-весна стали синоптические карты из архива Гидрометцентра России и Ставропольского ЦГМС. Материалом для анализа температурного режима февраля–марта и даты наступления весны явились данные наблюдений 16 метеостанций Ставропольского края за 1991–2020 гг., данные Справочника по климату СССР [17] и монографии «Ставропольский край: современные климатические условия» [4]. Исследования проводились методами синоптического, физико-статистического и регрессионного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение.

Выявлена синоптическая ситуация, характерная для момента наступления весны в Центральном Предкавказье. Рассчитаны средние значения температуры воздуха в феврале и марте, даты наступления весны в разных ландшафтах Центрального Предкавказья, рассмотрены их колебания в течение этого периода. Определены наиболее ранние и наиболее поздние даты наступления весны, а также соотношение «дружных» и затяжных весен. Дана характеристика доминирующей тенденции в многолетних изменениях температуры воздуха и оценка тренда смещения даты наступления весны в регионе.

Выводы.

Описаны система атмосферной циркуляции над Центральным Предкавказьем в переходный период от зимы к весне и синоптическая ситуация, которая с небольшими вариациями повторяется во все даты устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С. Показано, что имеет место повышение температуры февраля и марта, причем значительный рост температуры отмечен в XXI веке. Средняя дата наступления весны, несмотря на значительные колебания от года к году, в каждом из рассматриваемых многолетних периодов смещалась на более ранние сроки и в настоящее время стандартной климатической нормой наступления весны в Центральном Предкавказье является дата 18 февраля.

Ключевые слова:

атмосферная циркуляция, синоптическая ситуация, температура воздуха, устойчивый переход, наступление весны.

**Volkova V.I.,
Badakhova G.Kh.,
Barekova M.V.,
Kaplan G.L.** North Caucasian Federal University, Stavropol, Russia;
Stavropol center on Hydrometeorology and Environmental monitoring,
Stavropol, Russia;
High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russia;
«CropX» Company, Netanya, Israel

Atmospheric Circulation Transitional Period Features and Variations of Springbeginning Dates in Central Ciscaucasia

Introduction. The goal of the present study is to investigate atmospheric circulation over Central Ciscaucasia during the transition period from winter to spring. The second goal of the study is to calculate and analyses the air temperature regime in February and March. The third goal of the study is defining dates of the average daily air temperature stable transition through 0 °C upwards. The article addresses the change in these characteristics in the XX and XXI centuries and the calculation of standard climatic variables for the 1991–2020 reference 30-years period.

Materials and methods of the research. The present study was based on the Hydrometeorological Center of Russia and Stavropol CGMS archive synoptic maps. The weather observation data recorded by 16 meteorological stations in the Stavropol Territory in 1991–2020, data from the Climate Reference Book of the USSR [17] and the monograph “Stavropol Territory: modern climatic conditions” [4] were used for the analyses of the temperature regime and spring onset date estimation. The study based on synoptic, physical-statistical and regression analysis methods.

The results of the study and their discussion. The synoptic situation, typical for the moment of spring onset in Central Ciscaucasia, was revealed. The average February and March air temperature values on spring onset dates in different landscapes of the Central Ciscaucasia were estimated, and their fluctuations during this period were studied. The earliest and latest spring onset dates and the ratio of early and late spring onsets were determined. The characteristic of the dominant trend in long-term air temperature changes and the assessment of spring onset date change in the region were given.

Conclusions. The atmospheric circulation system over the Central Ciscaucasia during the transition period from winter to spring and the synoptic situation, which repeats with slight variations on all dates of the stable transition of air temperature through 0 °C, were described. The present study showed a temperature increase in February and March. The most notable temperature increase was recorded in the XXI century. Despite pronounced fluctuations from year to year, the mean spring onset dates shifted to earlier dates in each of the considered long-term periods. Currently, the standard climatic norm for the spring onset in Central Ciscaucasia is the 18th of February.

Key words: atmospheric circulation, synoptic situation, air temperature, stable transition, spring onset.

Введение

Центральное Предкавказье – относительно южный регион со сложным рельефом, значительным перепадом высот и наличием разнообразных физико-географических условий и различных ландшафтов от полупустыни до альпийских лугов среднегорья. Территория Центрального Предкавказья представлена в основном Ставропольским краем, по массивам метеорологических и синоптических данных для которого проводилось настоящее исследование. Представленная

работа посвящена анализу режима атмосферной циркуляции в переходный период от зимы к весне, выявлению типичной синоптической ситуации в дни устойчивого перехода приземной температуры воздуха через 0°C в сторону повышения, а также расчету средней многолетней даты наступления метеорологической весны в Центральном Предкавказье и анализу колебаний этих дат от года к году. Проводится также сравнительный анализ полученных результатов с данными за предыдущие многолетние периоды.

Датой устойчивого перехода температуры воздуха через определенный уровень считается тот день, после которого обратного перехода не наблюдалось, либо он был, но сумма положительных отклонений от соответствующего уровня превышала сумму отрицательных отклонений (для весны).

Даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через различные пределы являются очень важными характеристиками климата. Дата наступления устойчивого перехода через 0°C в сторону повышения определяет ранний или поздний сход снежного покрова, вскрытие рек, просыхание почвы и т.д. Так, в сельскохозяйственном секторе экономики знание этой даты необходимо для расчета сроков начала полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур [11, 17]. Последний факт показывает, что для развитого в аграрном отношении Ставрополья значимость знания и возможности прогноза этой даты трудно переоценить. Кроме того, знание этой даты и связанных с ней природных явлений, вплоть до возникновения уровня опасного явления, дает возможность эффективного реагирования на заранее предвиденные погодные изменения. Это обусловило проведение исследований даты наступления весны в разных регионах страны [4, 7, 9, 14, 16 и др.]. Поскольку в настоящее время планета переживает эпоху глобального изменения климата, возникла настоятельная необходимость расчета дат смены времен года, в том числе и даты наступления весны, в новых климатических условиях.

Материалы и методы исследования

Для анализа особенностей атмосферной циркуляции над Центральным Предкавказьем в переходный период зима-весна и синоптической ситуации непосредственно в дни наступления метеорологической весны использовались синоптические карты из архива Гидрометцентра России и Ставропольского ЦГМС. Исследование проводилось методами синоптического анализа. Особое внимание уделялось макросиноптическим процессам, а также характеру проявления меридиональных и зональных процессов, поскольку именно они обуславливают длительные и хорошо выраженные температурные аномалии.

Информационной базой для исследования температурного режима предвесеннего и ранневесеннего периода, а также дат перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С явились эксклюзивные данные наблюдений метеорологической станции Ставрополь за 1991–2020 годы, материалы Справочника по климату СССР [17], содержащего осредненные данные до 1960-х годов, и материалы монографии «Ставропольский край: современные климатические условия» [4], 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 исследований и их обсуждение

Положением территории Центрального Предкавказья в средних широтах определяется главная закономерность циркуляционного режима над его территорией – преобладание широтной циркуляции, сочетающейся с большой активностью фронтальных и вихревых процессов. Повторяемость широтно направленных ветров почти в шесть раз выше повторяемости ветров, ориентированных меридионально. Однако даже преобладающие направления ветра несколько изменяются в результате сезонной перестройки барического поля над Евразией и сопредельными пространствами. В осенне-зимний период характерной чертой барического поля является повышенное давление над всем материком. Азиатский барический максимум является следствием сезонного увеличения массы воздуха над континентом и связанного с ним активного циклогенеза. От этой обширной области высокого давления по югу Сибири и Казахстану простирается отрог, достигая среднего Дона и нередко Украины. Ось полосы повышенного давления располагается над широтами 50–52°. К югу от этой полосы, над Калмыкией и Ставропольским краем, преобладают восточные ветры, свойственные южным перифериям антициклонов. Особенно хорошо выражена широтная циркуляция в холодное полугодие. Для весны характерно ослабление азиатского антициклона (максимума) и отступление к востоку его западного отрога. Над Атлантикой усиливается азорский антициклон. Средиземноморские циклоны получают возможность продвигаться к востоку и северо-востоку. Для атмосферной циркуляции весеннего периода характерны большая изменчивость синоптических процессов и быстрая смена воздушных масс.

Сроки перехода к весне определяются синоптической ситуацией, которая складывается в регионе и благоприятствует этому событию. Структура барического поля в переходные периоды изучалась в работах [5, 6, 12, 13, 15], при этом рассматривались стратосферные барические поля в связи с переходом температуры через 0°C , а сроки перехода делились на ранние, средние и поздние.

В настоящей работе мы рассматривали характер приземного барического поля в регионе Северного Кавказа и его связь с датой наступления весны на метеостанциях региона – ранняя, средняя и поздняя. Для анализа использован архив синоптических карт сайта [Meteoweb.ru](http://meteoweb.ru). Исследование показало, что, независимо от конкретной даты, к моменту наступления весны синоптическая ситуация в регионе складывается одинаковая: широтно расположенная область высокого давления южнее 50° с.ш., включая Северный Кавказ и Закавказье, и далее к югу. По северу Европы и ЕТР – серия циклонов Исландского минимума, по югу – серия антициклонов Азорского максимума (рис. 1, а). В некоторых случаях перемычка высокого давления располагается меридионально (рис. 1, б).

С небольшими вариациями эти ситуации повторяются во все даты перехода к весне в рассматриваемом периоде с 1991 по 2020 г. При этом следует отметить, что величины приземного давления в регионе Северного Кавказа значительные: от 1016 до 1030 гПа. Одной из причин этого является высокое давление в ядре антициклона, стационарирующего над востоком Турции и Закавказьем: от 1033 гПа до 1043 гПа. Гребень этого антициклона распространяется на Северный Кавказ. Описанный стационарирующий антициклон в этом районе наблюдается в 80 % случаев рассмотренных дат наступления весны в Центральном Предкавказье.

Климат Центрального Предкавказья в целом достаточно комфортен, однако характеризуется довольно нестабильным режимом погоды. В большей степени, конечно, это относится к переходным периодам года, причем переход от зимы к весне значительно более нестабилен, чем переход от осени к зиме.

С середины 90-х годов в регионе отмечается заметное потепление [3, 10]. Долгое время считалось, что это в основном является результатом повышения температур зимнего периода [2]. Более поздние исследования показали, что в настоящее время имеет место и повышение температурного фона летнего периода [8]. Одним из результатов явилось увеличение продолжительности безморозного периода. Однако это увеличение произошло в основном за счет смещения первых заморозков на более поздние сроки, даты последних весенних заморозков изменились мало [1]. Тем не менее, температурный фон весенних месяцев так-

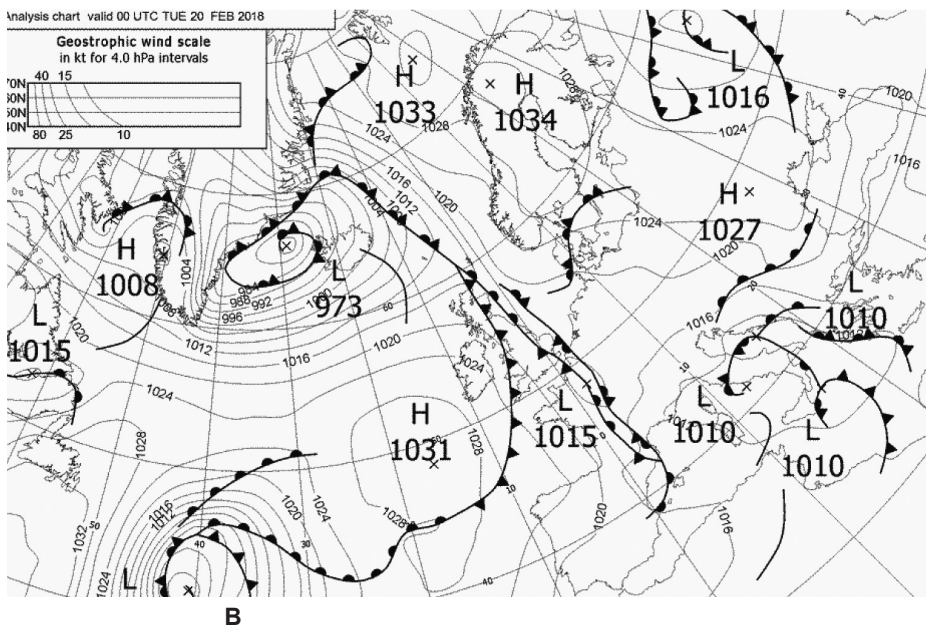
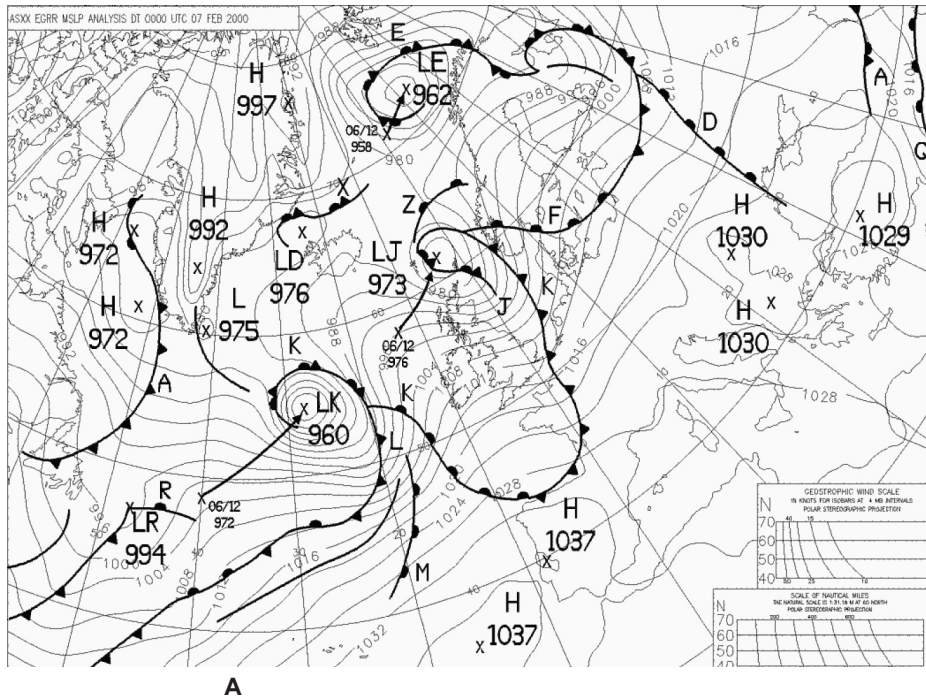


Рис. 1.

Типичная структура приземного барического поля на дату перехода к весне (а – 07.02.2000; в – 20.02.2018)

Fig. 1. Typical structure of the baric near-surface field on the date of transition to spring (а – 07.02.2000; в – 20.02.2018)

же повысился. В таблице 1 приведены данные о средних температурах смежных месяцев зимы и весны для трех многолетних периодов XX и XXI веков. Из таблицы следует, что в целом за многолетние периоды по всем станциям отмечается потепление и февраля, и марта. Однако если между двумя 40-летними периодами XX века разность осредненных по территории средних месячных температур февраля составила $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, а марта $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, то разность между данными за 1961–2000 и 2001–2020 годы составила $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ для февраля и $2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ для марта.

Таким образом, можно считать, что за 1961–2000 годы прирост температуры составлял $0,20\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет в феврале и $0,18\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет в марте. В новом веке прирост температуры составил $0,85\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет для февраля и $1,05\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет для марта.

При этом, однако, температурный режим этих месяцев остался крайне нестабильным. К примеру, в марте 2020 года средняя температура по краю составила $7,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, средний из абсолютных максимумов равен $23,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (от $21,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Рощино до $26,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Новоалександровске), средний из абсолютных минимумов составил $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (от $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Рощино до $-8,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Красногвардейском). Средняя по региону амплитуда мартовских температур составила $28,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (от $23,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Рощино до $33,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Красногвардейском).

По массивам среднесуточных температур января-апреля 1991–2020 гг. были определены даты устойчивого перехода для всех метеостанций края, расположенных в разных физико-географических условиях (табл. 2).

Естественно, результатом повышения температуры воздуха в феврале и в марте явился переход даты наступления весны на более ранние сроки. По всем метеостанциям региона даты наступления весны существенно сместились на более ранние сроки по сравнению с предыдущими многолетними периодами. Однако если разность между средними датами 40-летних периодов составила в среднем 5 дней, то разность между последним 40-летним периодом и только что закончившимся 20-летним периодом – 14 дней.

В XXI веке средняя по региону Центрального Предкавказья дата наступления весны – 16 февраля, от 11 февраля в Новоалександровске до 25 февраля в Кисловодске. В новом веке четырежды средняя по региону дата устойчивого перехода средней суточной температуры через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ пришлось на январь, 7 раз – на февраль и 9 раз – на март. Наиболее раннее наступление весны отмечено в 2013 году – 19 января, наиболее позднее – 16 марта – в 2012 году.

Наиболее дружная весна за прошедшие 20 лет нового века была в 2008 году – на всей территории переход совершился в один день 22 февраля. Дружными также были весны в 2004, 2007 и 2017 годах,

Таблица 1. СРЕДНЯЯ МЕСЯЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА В ФЕВРАЛЕ И МАРТЕ В РАЗЛИЧНЫЕ МНОГОЛЕТНИЕ ПЕРИОДЫ (°С)
Table 1. Average monthly temperature of March and February in various long-term periods (°C)

Метеостанция	1921–1960		1961–2000		2001–2020	
	II	III	II	III	II	III
Александровское	-4,0	0,9	-3,2	1,8	-1,3	4,1
Арзгир	-3,8	1,3	-3,2	2,2	-1,4	4,4
Благодарный	-4,3	1,7	-3,2	2,0	-1,4	4,3
Буденновск	-3,9	1,5	-3,0	2,6	-1,3	4,5
Георгиевск	-3,3	1,5	-2,7	2,3	-0,6	4,9
Дивное	-4,4	1,0	-3,3	2,2	-1,4	4,3
Зеленокумск	-2,6	2,1	-2,4	2,8	-0,9	4,9
Изобильный	-2,1	2,7	-1,0	3,4	0,5	5,7
Кисловодск	-2,6	1,4	-2,3	1,5	-0,8	3,2
Красногвардейское	-3,3	2,3	-2,1	3,1	-0,3	5,1
Минеральные Воды	-3,7	1,5	-2,8	2,3	-1,1	4,4
Невинномысск	-3,6	2,1	-2,6	2,4	-0,7	4,5
Новоалександровск	-2,6	2,9	-1,3	3,7	0,3	5,5
Рощино	-3,2	2,0	-2,2	3,0	-0,4	5,1
Светлоград	-2,6	2,0	-2,1	3,1	-0,4	5,1
Ставрополь	-3,0	1,6	-2,8	1,7	-1,2	3,7
Среднее по краю	-3,3	1,8	-2,5	2,5	-0,8	4,6

когда весна наступила на всей территории за два дня: 25–26 февраля, 1–2 марта и 19–20 февраля соответственно. Самыми затяжными были весны в 2003 и 2015 годах, когда переход средней суточной температуры через 0 °С в разных районах края длился более месяца.

Особый интерес представляет дата наступления весны, рассчитанная за опорное 30-летие 1991–2020 гг., поскольку она представляет собой новую стандартную климатическую норму. Средняя по региону дата устойчивого перехода средней суточной температуры через 0 °С – 18 февраля. Отрицательный коэффициент эксцесса свидетельствует о большой разбросанности членов ряда и о том, что распределение вариационного ряда является плосковершинным. Асимметрия умеренная, левосторонняя. Среднее значение меньше медианы, а та, в свою очередь, меньше моды (табл. 3).

Таблица 2. СРЕДНИЕ ДАТЫ УСТОЙЧИВОГО ПЕРЕХОДА
СРЕДНЕЙ СУТОЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА
ЧЕРЕЗ 0 °С

Table 2. Diurnal temperatures crossing 0 °C

Метеостанция	1921–1960	1961–2000	2001–2020
Александровское	11,03	07,03	18,02
Арзгир	10,03	05,03	16,02
Благодарный	08,03	04,03	17,02
Буденновск	10,03	03,03	17,02
Георгиевск	07,03	05,03	16,02
Дивное	11,03	04,03	16,02
Зеленокумск	02,03	28,02	18,02
Изобильный	28,02	24,02	12,02
Кисловодск	07,03	08,03	25,02
Красногвардейское	07,03	26,02	12,02
Минеральные Воды	08,03	03,03	16,02
Невинномысск	08,03	02,03	16,02
Новоалександровск	03,03	23,02	11,02
Рощино	07,03	26,02	14,02
Светлоград	06,03	26,02	12,02
Ставрополь	08,03	08,03	21,02
Среднее по краю	07,03	02,03	16,02

На рисунке 2 представлен график 30-летнего хода дат наступления весны в Центральном Предкавказье. Из графика видно, что даты наступления весны в регионе сильно варьируют от года к году. За рассматриваемый 30-летний период амплитуда средних по региону дат составила более двух месяцев: от 11 января в 1999 году до 16 марта в 2012 году. Если рассматривать данные по конкретным станциям, то колебания будут еще более значительными. Так, самый ранний приход весны отмечен 4 января 1999 года в Светлограде, Благодарном, Зеленокумске и Рощино, а самый поздний – 5 апреля 2005 года в Кисловодске. Тем не менее, несмотря на вариации дат устойчивого перехода средней суточной температуры через 0 °С в отдельные годы, имеет место выраженное их смещение на более ранние сроки.

Таблица 3. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЫ НАСТУПЛЕНИЯ ВЕСНЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ В 1991–2020 Г.
Table 3. Statistical characteristics of terms of spring commencement over the Central Pre-Caucasus in 1991–2020

Параметр	Значение
Среднее значение	18 февраля
Среднее абсолютное отклонение	+11
Среднее квадратическое отклонение	17
Медиана	20 февраля
Самое частое значение	28 февраля
Самая ранняя дата	11 января
Самая поздняя дата	16 марта
Эксцесс	-0,52963
Асимметрия	-0,44852

Выводы

Описаны система атмосферной циркуляции над Центральным Предкавказьем в переходный период от зимы к весне и синоптическая ситуация, которая с небольшими вариациями повторяется во все даты устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С: широтно расположенная область высокого давления южнее 50 ° с.ш., включая Северный Кавказ и Закавказье, и далее к югу; по северу Европы и ЕТР – серия циклонов Исландского минимума; по югу – серия антициклонов Азорского максимума.

Показано, что с середины XX века имеет место повышение температуры февраля и марта, причем наиболее значительный рост температуры отмечен в XXI веке. Средняя дата наступления весны, несмотря на значительные колебания от года к году, в каждом из рассматриваемых многолетних периодов смещалась на более ранние сроки и в настоящее время стандартной климатической нормой наступления весны в Центральном Предкавказье является дата 18 февраля.

Результаты данного исследования способствуют лучшему пониманию динамики и особенностей атмосферной циркуляции над Центральным Предкавказьем в переходный период от зимы к весне. Выявленная характерная синоптическая ситуация, при которой происходит устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через 0 °С, может быть применена для уточнения прогноза даты наступления весны и долгосрочного прогноза условий погоды на начало весны в рассматриваемом регионе.

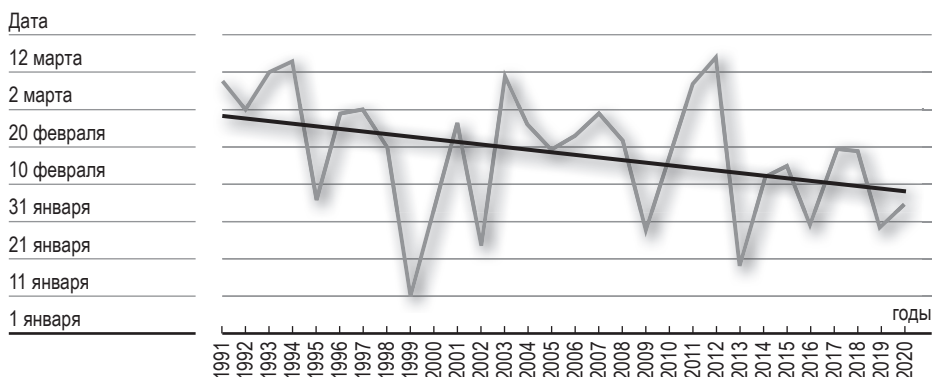


Рис. 2. 30-летний ход дат наступления весны в Центральном Предкавказье

Fig. 2. 30-years variation of the terms of spring commencement over the Central Pre-Caucasus

Для практического использования также предлагаются характеристики температурного режима переходного зимне-весеннего периода в различных ландшафтах Центрального Предкавказья в современных климатических условиях.

Библиографический список

1. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л. Мониторинг, анализ и прогноз продолжительности безморозного периода в различных агроклиматических зонах Ставропольского края // Материалы 74-й регион. научно-практ. конф. «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального округа». Ставрополь, 2010. С. 118–122.
2. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л. Тенденции изменения зимних температур в Центральном Предкавказье // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований. НИЦ «Академический», 2017. С. 45–48.
3. Бадахова Г.Х., Каплан Г.Л. Изменение режима температуры и осадков в Ставропольском крае за последние 30 лет // «Международный обмен научными знаниями, инновациями, технологиями»: Сб. статей по мат. межд. научно-практ. конф. Иркутск: Апекс, 2018. С. 5–9.
4. Бадахова Г.Х., Кнутас А.В. Ставропольский край: современные климатические условия. Ставрополь: Краевые сети связи, 2007.
5. Байдал М.Х., Рафаилова Х.Х., Семенов В.Г., Храбров Ю.Б. Колебания общей циркуляции и долгосрочные прогнозы погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1967.
6. Бакулина Е.А., Угрюмов А.И. Весенние перестройки циркуляции в стратосфере в 1958–2003 годах // Ученые записки РГГМУ. 2008. № 6. С. 38–44.
7. Барашкова Н.К., Кужевская И.В., Носырева О.В. Переход температуры через 0 и 5 °С на юге Западной Сибири // Вестник Томского университета. 2009. № 325. С. 191–195.

8. 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.
9. Гавриленко Н.М. Особенности дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С весной на Украине // Труды НИГМИ. 1962. Вып. 32. С. 18–26.
10. Каплан Г.Л. Исследование современных изменений регионального климата и их влияния на ландшафты Ставропольского края: дис. ... канд. географ. наук, Высокогорный геофизический институт. Нальчик, 2010.
11. Каплан Г.Л., Бадахова Г.Х., Вережкина С.И. Влияние регионального изменения климата на урожайность озимых культур в Ставропольском крае // Материалы международной научно-практ. конф. «Рациональное использование природных ресурсов и экологическое состояние в современной Европе». Ставрополь, 2009. С. 246–249.
12. Кац А.Л. Циркуляция в стратосфере и мезосфере. Л.: Гидрометеоиздат, 1968.
13. Козельцева В.Ф., Алешина А.М., Кузнецова Н.Н. Весенняя перестройка циркуляции стратосферы и устойчивый переход температуры воздуха через 0, +5 °С весной // Труды Гидрометцентра России. 2015. Вып. 353. С. 88–105.
14. Козельцева В.Ф., Педь Д.А. Данные о весенних датах устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С, +5 °С по станциям западной части территории СССР. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1987.
15. Педь Д.А. Смена типов циркуляции циркумполярного вихря в стратосфере // Тр. ГМЦ. Вып. 15. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. С. 26-35.
16. Садоков В.П., Козельцева В.Ф., Кузнецова Н.Н. Определение весенних дат устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0, +5 °С, их прогноз и оценка // Труды Гидрометцентра России. 2012. Вып. 348. С. 162–172.
17. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Ч. 2. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеоиздат, 1966.
18. Badakhova G.Kh., Kaplan G.L., Knutas A.V. Agriculture adaptation of the south region of Russia to conditions of present climate change // VII European Conference on Applied Climatology. Holland, Amsterdam. 2008.
19. Meteoweb.ru.

References

1. Badakhova G.Kh., Kaplan G.L. Monitoring, analysis and forecast of the duration of the frost-free period in various agroclimatic zones of the Stavropol Territory // Proceedings of the 74th regional scientific and practical conf. "State and prospects for the development of the agro-industrial complex of the Southern Federal District." Stavropol. 2010. P. 118–122. (in Russ)

2. Badakhova G. Kh., Kaplan G.L. Tendencies of change of winter temperatures in Central Pre-Caucasus // Actual directions fundamental and applied researches. Science-publish center «Academic», 2017. P. 45-48. (in Russ)
3. Badakhova G. Kh., Kaplan G.L. The dynamic of temperature and precipitation regimes in Stavropol region at last 30 years //International knowledge, innovations and technologies exchange. Irkutsk: Apex, 2018. P. 5-9. (in Russ)
4. Badakhova G. Kh., Knutas A.V. Stavropol Territory: modern climatic conditions. Stavropol: Regional communications network publishers, 2007. (in Russ)
5. Baidal M.Kh., Rafailova Kh.Kh., Semenov V.G., Khrabrov Yu.B. General circulation fluctuations and long-term weather forecasts. L.: Hydrometeorological publishers, 1967. (in Russ)
6. Bakulina E.A., Ugrumov A.I. Spring reconstruction circulation in the stratosphere in 1958–2003 // Memoirs of RGGMU. 2008. № 6. P. 38-44. (in Russ)
7. Barashkova N.K., Kuzhevskaya I.V., Nosyreva O.V. Temperature transition through 0 and 5°C in the south of Western Siberia // Bulletin of Tomsk University. 2009. Vol. 325. P. 191–195. (in Russ)
8. 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. № 4. P. 149–160. (in Russ)
9. Gavrilenko N.M. Features of the dates of the stable transition of the average daily air temperature through 0°C in spring in Ukraine // Proceedings of NIGMI. 1962. vol. 32. P. 18–26. (in Russ)
10. Kaplan G. L. Research of modern changes of a regional climate and their influence on landscapes of Stavropol Territory: the dissertation on a rank of the candidate of geographical sciences, High-mountainous geophysical institute. Nalchik, 2010. (in Russ)
11. Kaplan G.L., Badakhova G.Kh., Verevkina S.I. Influence of regional climate change on the productivity of winter crops in the Stavropol Territory // Proceedings of international scientific and practical. conf. "Rational use of natural resources and the ecological state in modern Europe." Stavropol. 2009. P. 246–249. (in Russ)
12. Katz A.L. Circulation in the stratosphere and mesosphere. L.: Hydrometeorological publishers, 1967. (in Russ)
13. Kozeltseva V.F., Aleshina A.M., Kuznetsova N.N. Spring restructuring of stratospheric circulation and stable transition of air temperature through 0°C, +5°C in spring // Proceedings of the Hydrometeorological Center of Russia. 2015. Issue. 353. P. 88–105.
14. Kozeltseva V.F., Ped D.A. Data on the spring dates of the stable transition of the average daily air temperature through 0°C, ±5°C at the stations of the western part of the territory of the USSR. Obninsk: VNIIGMI-MCD, 1987.
15. Ped D.A. Change of circulation types of the circumpolar vortex in the stratosphere // GMC, vol. 15. L.: Hydrometeorological publishers, 1973. P. 26-35. (in Russ)

16. Sadokov V.P., Kozeltseva V.F., Kuznetsova N.N. Determination of spring dates for a stable transition of the average daily air temperature through 0, + 5 °C, their forecast and assessment // Proceedings of the Hydrometeorological Center of Russia. 2012. Issue. 348. P. 162–172. (in Russ)
17. Handbook on the Climate of the USSR, No 13, P. 2. Temperature of air and surface soil. L.: Hydrometeorological publishers, 1966. (in Russ)
18. Badakhova G.Kh., Kaplan G.L., Knutas A.V. Agriculture adaptation of the south region of Russia to conditions of present climate change //VII European Conference on Applied Climatology. Holland, Amsterdam. 2008.
19. Meteoweb.ru.

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

- Волкова** Валентина Ивановна – кандидат физико-математических наук, доцент, декан физико-технического факультета. Северо-Кавказский федеральный университет.
Телефон (8652) 33-02-92. E-mail: stav.volkova@yandex.ru
- Бадахова** Галина Хамзатовна – ведущий метеоролог. Ставропольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Телефон (8652) 29-44-20. E-mail: badahovag@mail.ru
- Бареева** Мариника Викторовна – кандидат физико-математических наук, ученый секретарь. Высокогорный геофизический институт. Телефон (8662) 40-74-55. E-mail: mbarekova@mail.ru
- Каплан** Григорий Львович – кандидат географических наук, ведущий специалист по дистанционным исследованиям. Компания «СторХ», Израиль.
Телефон 54-327-8994. E-mail: tomcater14@gmail.com

About authors

- Volkova** Valentina Ivanovna – PhD in Physics and Mathematics, Associate professor, Head of physical-technical department. North Caucasian Federal University.
Phone (8652) 33-02-92. E-mail: stav.volkova@yandex.ru
- Badakhova** Galina Khamzatovna – Main meteorologist. Stavropol center on Hydrometeorology and Environmental monitoring.
Phone (8652) 29-44-20. E-mail: badahovag@mail.ru
- Barekova** Marinika Viktorovna – PhD in Physics and Mathematics, Science secretary. High-Mountain Geophysical Institute
Phone (8662) 40-74-55. E-mail: mbarekova@mail.ru
- Kaplan** Gregoriy – PhD in Geography, Leading specialist in Remote Sensing. «CropX» Company, Israel.
Phone 54-327-8994. E-mail: tomcater14@gmail.com

25.00.30
УДК 551.557.59

МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ, АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Геккиева С.О.

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,
Россия, г. Нальчик, sgekkiava@list.ru

ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА ОСАДКОВ В РЕГИОНЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА ПРИ ИСКУССТВЕННОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ОСАДКОВ

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.9

Введение.

Задача искусственного увеличения осадков – одна из наиболее актуальных в общей проблеме активных воздействий человека на гидрометеорологические процессы. В целом, выполненные обширные теоретические и экспериментальные исследования позволили впервые в нашей стране с 1985 года приступить к опытно-производственным работам по искусственному увеличению осадков в районах с недостаточным естественным увлажнением. С 1986 года ведутся широкомасштабные эксперименты по дополнительному увлажнению сельхозугодий на территории Ставропольского края. Однако в работах по активному воздействию имеется ряд нерешенных проблем, относящихся к статистической оценке их результатов. Сложно выявить изменение количества выпадающих осадков, поскольку осадки подвержены значительным естественным колебаниям. Есть предположения, что увеличение осадков над определенной территорией должно сопровождаться их уменьшением на другой площади, расположенной относительно дальше по ветру, т.е., что воздействия приводят не к абсолютному увеличению осадков, а к некоторому их перераспределению по площади. Процессы перераспределения осадков могут наблюдаться в сравнительно узкой области на расстоянии 85 и 120 км [1].

Материалы и методы исследования.

Проблема оценки результатов активных воздействий на облака возникла, начиная с первых попыток проведения таких воздействий. При этом если результаты засева слоистообразных облаков, не дающих осадков, зачастую могли быть проконтролированы визуально или зафиксированы на фотопленку и с помощью радиолокационных наблюдений, эффекты воздействия на конвективную облачность, особенно в условиях выпадения осадков, чаще всего завуалированы процессом их естественной эволюции [2]. Между тем, именно воздействия, направленные на интенсификацию процессов естественного осадкообразования, обеспечивают получение максимального абсолютного приращения осадков [3].

Результаты исследования и их обсуждение.

В настоящей статье представлены результаты статистической оценки перераспределения осадков методом исторической регрессии. Метод основан на использовании данных многолетних наблюдений за атмосферными осадками на защищаемых и прилегающих равновеликих территориях. Получены высокие значения коэффициентов корреляции r между осадкомерными рядами прилегающей территории (ПТ) и контрольной территории (КТ) с оценками погрешностей их расчета (S_r) для периода времени до активных воздействий, полученные при расчетах значения коэффициентов линейной регрессии ρ между осадкомерными рядами (x - y) и результирующее уравнение линейной регрессии. Также в данной работе применяется метод трех дельта для оценки значимости эффекта воздействия в единичном эксперименте (за один сезон) [4–6].

Выводы.

Следует отметить, что результаты статистической оценки позволяют сказать, что за сезон оперативных работ по ИУО может наблюдаться перераспределение осадков от 13 % до 25 % среднемесячной нормы осадков на прилегающих и контрольных территориях.

Ключевые слова:

активные воздействия, осадки, статистические методы, перераспределение осадков.

Gekkieva S.Federal State Budgetary Institution "High-Mountain Geophysical Institute",
Russia, Nalchik, sgekkieva@iist.ru

Change of Precipitation Regime in the North Caucasus Region Under Artificial Regulation of Precipitation

Introduction.

The task of artificially increasing precipitation is one of the most urgent in the general problem of active human influences on hydrometeorological processes. In general, the extensive theoretical and experimental research carried out made it possible for the first time in our country since 1985 to begin pilot production work to artificially increase precipitation in areas with insufficient natural moisture. Since 1986, large-scale experiments have been carried out on additional moistening of farmland in the Stavropol Territory. However, in the works on active exposure there are a number of unresolved problems related to the statistical assessment of their results. It is difficult to identify changes in the amount of precipitation, since precipitation is subject to significant natural fluctuations. There are assumptions that an increase in precipitation over a certain territory should be accompanied by a decrease in precipitation in another area located relatively further downwind, i.e., that the impacts do not lead to an absolute increase in precipitation, but to some redistribution over the area. The processes of redistribution of precipitation can be observed in a relatively narrow area at a distance of 85 and 120 km [1].

Materials and methods
of the research.

The problem of assessing the results of active impacts on clouds has arisen since the first attempts to carry out such impacts. At the same time, if the results of seeding stratus clouds that do not give precipitation could often be monitored visually or recorded on photographic film and using radar observations, the effects of the impact on convective cloudiness, especially in conditions of precipitation, are most often veiled by the process of their natural evolution [2]. Meanwhile, it is precisely the impacts aimed at intensifying the processes of natural sedimentation that provide the maximum absolute increment in precipitation [3].

Results of the study
and their discussion.

This article presents the results of a statistical assessment of the redistribution of precipitation using the historical regression method. The method is based on the use of data from long-term observations of atmospheric precipitation in protected and adjacent areas of equal size. High values of the correlation coefficients r were obtained between the precipitation-gauge rows of the adjacent territory and the control territory with estimates of the errors of their calculation (S_r) for the time period before active influences, obtained by calculating the values of the linear regression coefficients ρ between the precipitation-gauge rows ($x-y_i$) and the resulting linear regression equation. Also, in this work, the three-delta method is used to assess the significance of the impact effect in a single experiment (for one season) [4-6].

Conclusions.

It should be noted that the results of the statistical assessment make it possible to say that during the season of operational work to artificially increase precipitation, a redistribution of precipitation from 13% to 25% of the average monthly precipitation rate in the adjacent and control territories can be observed.

Key words:

active influences, precipitation, statistical methods, redistribution of precipitation.

Введение

Сложность оценки результатов активных воздействий обусловлена большой пространственно-временной изменчивостью большинства типов естественных процессов осадкообразования. Также тяжело получить их характеристики с необходимой для оценки результатов воздействий точностью, пространственной и временной раз-

решающей способностью. Тем более, что эффект воздействий обычно не превышает амплитуду естественных вариаций осадков [2]. С другой стороны, несмотря на это, обусловленные воздействиями приращения осадков в большинстве случаев имеют важное экономическое значение, что еще больше повышает значимость оценки эффективности искусственных воздействий на процессы осадкообразования в облачных системах различных форм.

Таким образом, к настоящему времени благодаря значительному количеству выполненных экспериментов, а также наличию ряда работ, посвященных анализу результатов воздействий на конвективные облака, созданы предпосылки для практического применения метода искусственного осадкообразования. Основными трудностями в этой проблеме по-прежнему остаются корректная интерпретация результата воздействия, отделения искусственно стимулированных процессов от естественных. Не достаточно ясна еще количественная сторона воздействия и, в частности, не решен вопрос о влиянии воздействия на естественный процесс, так как до сих пор не выяснено, не уменьшает ли воздействие количество осадков, которое выпало бы из данного облака при естественном протекании процесса? Вероятно, в зависимости от конкретной ситуации возможны оба случая, т.е. когда воздействие приводит к выпадению из облака осадков в меньшем количестве, чем при естественном процессе. Тем более, это сложно оценить на Северном Кавказе, так как естественные колебания количества осадков здесь крайне изменчивы в пространстве и времени [7, 8, 10]. Такое неравномерное распределение обусловлено физико-географическим положением региона, где с одной стороны проходит Главный Кавказский хребет, а с другой близкое расположение Черного моря [9].

Материалы и методы исследования

В настоящей статье представлен предварительный статистический анализ, разработанный на основе метода исторической регрессии и предназначенный для оценки работ по искусственному увеличению осадков (ИУО) на большой территории, характеризующейся значительной пространственной неоднородностью осадков. Наличие высокой корреляции осадков между сравниваемыми территориями и отсутствие влияния активных воздействий на контрольных территориях КТ позволяет использовать данный метод. Базовыми данными, на которых основывается метод, являются осредненные данные осадков за весенне-летний сезон (май–август) с отдельных метеостанций. Осреднение осадков дает возможность снизить коэффициенты вариации осадков. Расчетный период выбран с 1970 по 1985 годы, т. к. с 1986 г. на территории Ставропольского края были начаты работы

по АВ на конвективные облака с целью ИУО, в связи, с чем был нарушен естественный режим выпадения атмосферных осадков.

В качестве контрольных территорий были взяты: Минеральные Воды, Кисловодск, Карачаевск. Прилегающие территории: Нальчик, Прохладный, Терек, Каменномостское, Моздок, Южно-Сухокумск, Терекли – Мектеб, Кочубей. На карте Северного Кавказа можно увидеть их географическое расположение.

ЗТ и КТ выбраны так, что соответствуют основным требованиям для их дальнейшего сравнения. К числу основных требований относится следующее:

- сходные физико-географические характеристики;
- близкие по площади воздействия размеры, близкую к ней плотность наземной осадкомерной сети, примерно одинаковую с ней длину рядов наблюдений за осадками;
- устойчивая во времени корреляционная связь осадков на КТ и ЗТ за возможно более длительный ряд лет до начала воздействий.

Результаты исследования и их обсуждение

Выбор контрольных станций и оценка результатов воздействий производится по отдельности для каждой из зон. Также по отдельности выполняется оценка для каждого сезона работ. На рисунке 2 представлен временной ход среднего количества осадков за 15-летний период до начала работ по искусственному увеличению осадков, выпавший на территории Ставропольского края (ЗТ) и соседними с ним контрольными (КТ) и прилегающими территориями (ПТ).

Временной ход количества осадков по всему региону показывает, что количество осадков на всей территории имеет квазипериодические колебания с циклами от 2 до 6 лет. Годы максимума и минимума по всем исследуемым районам совпадают. Анализ временного хода также показывает, что в период с 1971 по 1977 г. отмечается увеличение количества осадков на ЗТ, КТ, ПТ и на всей исследуемой территории, а с 1977 по 1979 г. отмечается устойчивая тенденция уменьшения среднего количества осадков за сезон (май – август) на всей территории. Определенная синхронность такой картины, скорее всего, обусловлена тем, что основное количество осадков выпадает при фронтальных процессах, проходящих по всему региону.

Данные статистического анализа осадкомерных рядов для четырех сравниваемых пар территорий (КТ₁, КТ₂, КТ₃, КТ₄ и ПТ₁, ПТ₂) представлены в таблице 1. Это значения коэффициентов корреляции (r) между осадкомерными рядами прилегающей территории (ПТ) и

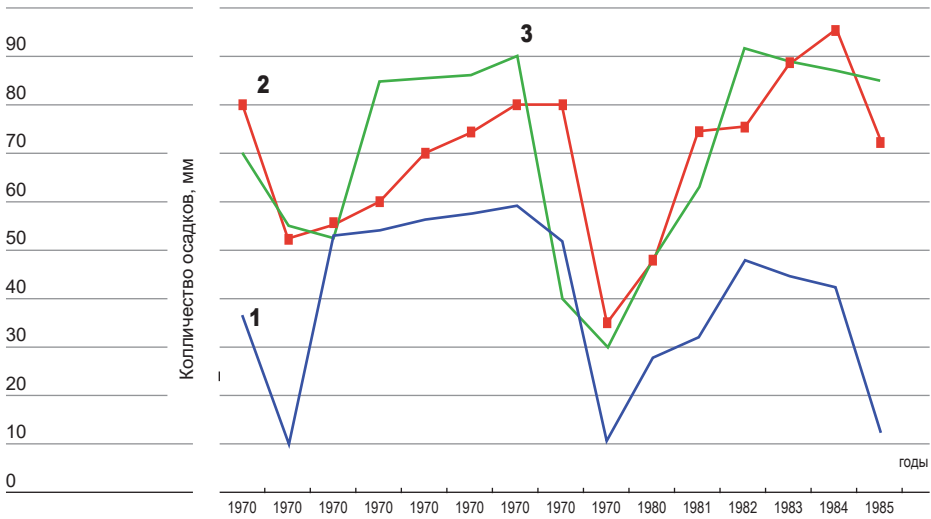


Рис. 1. Временной ход осадков (май-август) на контрольных и защищаемых территориях: 1 – ЗТ, 2 – ПТ и 3 – КТ.

Fig. 2. Time course of precipitation (may-august) in the control and protected areas: 1 – CT, 2 – PT and 3 – AT.

контрольными территориями (КТ) с оценками погрешностей их расчета (S) для периода времени до активных воздействий, полученные при расчетах значения коэффициентов линейной регрессии ρ между осадкомерными рядами ($x-y$) и результирующее уравнение линейной регрессии [11, 12].

В таблице 1 для каждой пары параметров приведены комбинации, характеризующиеся максимальной величиной коэффициентов взаимной корреляции. При расчетах влияния работ по ИУО на режим осадков на прилегающей территории можно воспользоваться любым регрессионным соотношением, представленным в таблице 1. Регрессионная связь между КТ и ПТ до начала работ по активным воздействиям (1970–1985 гг.) и при активных воздействиях (1986–1997 гг.) в Ставропольском крае представлена на рисунке 1.

На рисунке 1 доверительный интервал уравнения регрессии обозначен штриховыми линиями. Доверительный интервал для уравнения регрессии, полученной между осадками контрольной (x) и прилегающей (y) территорий:

$$y = 0,7x + 38 \quad (1)$$

Коэффициент корреляции между осадками КТ и ПТ равен $r = 0,8$.

Таблица 1. ДАННЫЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
Table 1. Statistical analysis data

Статистические характеристики	Сравниваемые пары осадкомерных рядов			
	$X_1 - Y_1$	$X_2 - Y_1$	$X_3 - Y_2$	$X_4 - Y_2$
$r \pm S_r$	$0,8 \pm 0,09$	$0,7 \pm 0,13$	$0,7 \pm 0,13$	$0,7 \pm 0,13$
ρ	$0,7 \pm 0,14$	$0,6 \pm 0,11$	$0,5 \pm 0,15$	$2,2 \pm 0,09$
ур-е регрессии	$0,7x + 38$	$0,6x + 25,2$	$0,5x + 21,3$	$2,2x + 19,3$
$\pm S$	$\pm 11,4$	$\pm 11,4$	$\pm 10,3$	$\pm 7,9$

Для того, чтобы проверить гипотезу о значимости выборочного коэффициента корреляции необходимо при уровне значимости 0,05 проверить нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента корреляции $H_0: r_r = 0$. В качестве критерия проверки нулевой гипотезы принимается случайная величина [4].

$$T_{\text{набл}} = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,8 \sqrt{16-2}}{\sqrt{1-0,8^2}} = 4,93, \quad (2)$$

По уровню значимости 0,05 и числу степеней свободы k , находим по таблице распределения Стьюдента критическую точку двусторонней критической области $t_{\text{кр}}(0,05; 16) = 2,12$

Поскольку $T_{\text{набл}} > t_{\text{кр}}$, нулевую гипотезу отвергаем. Следовательно, выборочный коэффициент корреляции значимо отличается от нуля, т.е. осадки на прилегающей и контрольной территории коррелированы. Погрешность определения ожидаемого количества осадков на ПТ₁ по уравнению регрессии (1) равна среднеквадратическому отклонению от уравнения регрессии:

$$S = S_{\text{пт}} \sqrt{1-r^2}, \quad (3)$$

$$S = \pm 19,1 \sqrt{1-0,8^2} = \pm 11,4 \text{ (мм)}$$

Доверительный интервал уравнения регрессии (1) находим по формуле:

$$y_{\text{пт.р}} = y_{\text{пт}} + a(x_{\text{кт}} - x_{\text{кт}}) \pm t_{\alpha} \sigma_{\text{пт}} \frac{\sqrt{1-r^2}}{\sqrt{n-2}} \times \sqrt{1 + \left(\frac{x_{\text{кт}} - x_{\text{кт}}}{\sigma_{\text{кт}}}\right)^2}, \quad (4)$$

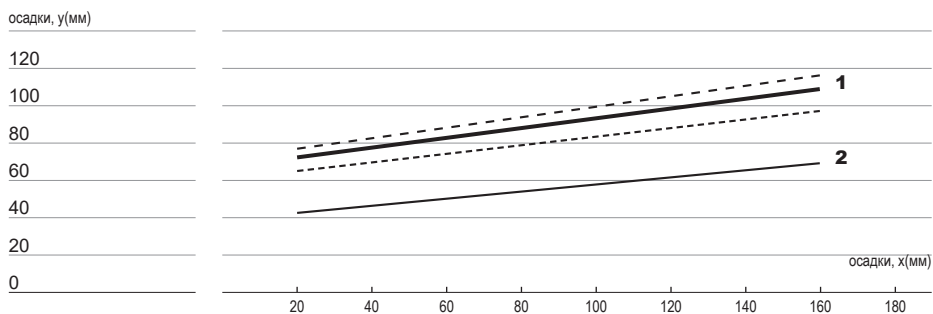


Рис. 2.

Регрессионная связь осадков прилегающей (y) и контрольной (x) территорий: 1 – в период до начала работ, 2 – в период проведения активных воздействий.

Fig. 2. Regression relationship of precipitation of adjacent (y) and control (x) territories: 1– in the period before the start of work, 2 – in the period of active impact.

Расчеты по формуле (3) показывают, что погрешность уравнения регрессии на уровне значимости 10% составляет в среднем $\bar{\sigma} = \pm 5,7$ мм. Как видно из рисунка 2, фактическое количество осадков на ПТ за годы активных воздействий лежит вне области доверительного интервала уравнения регрессии. Подставив в уравнение регрессии фактическое значение среднего количества осадков, выпавших на КТ ($x_{\text{ф}}$), получим значение расчетного количества осадков на ПТ ($y_{\text{р}}$). Количество дополнительных осадков определяется по формуле (5):

$$\Delta y = y_{\text{ф}} - y_{\text{р}}, \quad (5)$$

В таблице 2 представлены данные о дополнительных количествах осадков, рассчитанных по уравнениям регрессии (см. табл. 1) и фактических осадков на ПТ и КТ за каждый год проведения активных воздействий.

Для оценки значимости эффекта воздействия в единичном эксперименте (за один сезон) применяется метод трех дельта [6], если $|\Delta y| > \sigma(y)$, то об эффекте воздействия можно говорить с доверительной вероятностью 68%; если $|\Delta y| > 2\sigma(y)$ – доверительная вероятность равна 95%; если же $|\Delta y| > 3\sigma(y)$ – доверительная вероятность практически 100%. В практике работ по ИУО удовлетворительной считается доверительная вероятность 68%, т.е. условие $|\Delta y| > \sigma(y)$.

Выводы

Анализ приведенных в таблице 2 данных и результаты, полученные на основе метода трех дельта, позволяют сделать некоторые выводы:

Таблица 2.

ДАННЫЕ О ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОСАДКАХ ЗА ГОДЫ
ПРОВЕДЕНИЯ АВ (1986–1997 гг.)

Table 2. Data on additional precipitation over the years of active impacts
(1986–1997 years)

Годы	X (мм)	У (мм)	Урасч. (мм)	Δу (мм)
1986	65,2	86,8	83,6	3,2
1987	74,3	102,1	90,8	11,5
1988	53,2	86,0	75,2	10,8
1989	86,0	82,6	98,2	-15,6
1990	62,8	82,7	81,9	0,8
1991	100,3	84,3	108,2	-23,9
1992	68,2	54,8	85,7	-30,9
1993	71,8	95,8	88,3	7,5
1994	45,5	47,3	69,9	-22,6
1995	40,3	66,0	66,2	0,2
1996	68,5	100,8	85,9	14,9
1997	61,4	102,5	80,9	21,6

- количество дополнительных осадков за сезон должно быть $\Delta y > 1,4$ мм, чтобы говорить о значимом эффекте перераспределения осадков с доверительной вероятностью 68%;
- значимый эффект перераспределения осадков за весь период работы по АВ был в 1987, 1996 и 1997 годы.

Таким образом, результаты статистической оценки эффекта перераспределения осадков на КТ и ПТ, полученные с использованием модифицированного метода исторической регрессии, показывают, что за сезон оперативных работ по ИУО может наблюдаться перераспределение осадков от 13 % до 25 % среднемесячной нормы осадков. Также результаты различных проектов свидетельствуют о целесообразности и перспективности комплексного подхода к оценке эффективности перераспределения осадков (статистический и физический) и, следовательно, о необходимости развития и совершенствования каждого из них.

Библиографический список

1. Геккиева С.О. Экологические проблемы активных воздействий на облака. Экологические аспекты активных воздействий на облака: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 25.00.30 ФГБУ «ВГИ», Нальчик, 2002. 65 с.

2. Колосков Б.П., Корнеев В.П., Щукин Г.Г., Методы и средства модификации облачности, дождя и тумана. СПб: РГГМУ, 2012. 123 с.
3. Абшаев М.Т., Климовская Л.Н. О влиянии противогородовых работ на интенсивность и количество осадков // Труды ВГИ. Вып. 33, 1976. 54 с.
4. Гмурман В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа, 1972. 368 с.
5. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. М.: Физматгиз, 1961. 97 с.
6. Шпилов О. Применение статистических методов оценки эффективности работы на повышение осадков. Гидрометеорология. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1983. 28 с.
7. Бартишвили И.Т. и др. Оценка влияния противогородовой защиты на режим осадков защищаемых и контрольных территорий Южной и Восточной Грузии // Труды ГГО. Вып. 497, 1986. 47 с.
8. Бартишвили Я.Т., Ватьян М.Р., Капанадзе Н.И., Одикадзе М.Я. / Исследование влияния противогородовой защиты на режим осадков Центральной части Южной Грузии // В кн.: Материалы Всесоюзного семинара по физике образования градовых процессов и активных воздействий на них. М.: Гидрометеоиздат, 1988. 114 с.
9. Абшаев М.Т., Абшаев А.М. Анализ вариантов увеличения осадков на локальной территории. Труды ВГИ. Вып. 100, 2017. 76 с.
10. Ваташвили М.Р. Изменение режима осадков в регионе Центрального Кавказа при проведении противогородовой защиты // Наука. Инновации. Технологии. 2019. №2. С. 88-96.
11. Gekkieva S. and Sherkhov A. Statistical estimation of the effect of precipitation redistribution using the historical regression method. To cite this article: IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1083 012096. 2021.
12. Khuchunaev B., Baysiev Kh.-M., Gekkieva S., Budaev A. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering PAPER • OPEN ACCESS Researches of ice-forming efficiency of products of sublimation of pyrotechnic compositions consisting of silver iodide AgI particles and zinc oxide. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1083 012097. 2021.

References

1. Gekkieva S. Ecological aspects of active impacts on clouds. Doct. Diss. Nalchik, 2002. 65 p.
2. Koloskov B.P., Korneev V.P., Shchukin G.G., Methods and equipments of cloud, rain and fog modification. St Petersburg: RSHU Publishers, 2012. 123 p.
3. Abshaev M.T., Klimovskaya L.N. On the influence of anti-hail work on the intensity and amount of precipitation // Proceedings of HMGI. Issue 33, 1976. 54 p.
4. Gmurman V.S. Theory of Probability and Mathematical Statistics. M.: Higher school, 1972. 368 p.

5. Mitropolsky A. K. Technique of statistical calculations. Moscow: Fizmatgiz, 1961. 97 p.
6. Shipilov O. The use of statistical methods to assess the effectiveness of work to increase precipitation. Hydrometeorology. Obninsk: VNIIGMI-MCD, 1983. 28 p.
7. Bartishvili I.T. et al. Assessment of the impact of anti-hail protection on the precipitation regime of the protected and control territories of southern and eastern Georgia // Proceedings of the Main Geophysical Observatory. Issue 497, 1986. 47 p.
8. Bartishvili Ya.T., Vatyana M.R., Kapanadze N.I., Odikadze M.Ya. / Investigation of the effect of anti-hail protection on the precipitation regime of the Central part of South Georgia // In the book: Materials of the All-Union seminar on the physics of the formation of hail processes and active influences on them. M.: Gidrometeoizdat, 1988. 114 p.
9. Abshaev M.T., Abshaev A.M. Analysis of options for increasing rainfall in the local territory. Proceedings of HMGI, Issue 100, 2017. 76 p.
10. Vatiashvili M.R. Changes in the precipitation regime in the Central Caucasus region during anti-hail protection // Science. Innovation. Technology. 2019. No2. P. 88-96.
11. Gekkieva S. and Sherkhov A. Statistical estimation of the effect of precipitation redistribution using the historical regression method. To cite this article: IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.1083 012096. 2021.
12. Khuchunaev B., Baysiev Kh.-M., Gekkieva S., Budaev A. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering PAPER • OPEN ACCESS Researches of ice-forming efficiency of products of sublimation of pyrotechnic compositions consisting of silver iodide AgI particles and zinc oxide. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.1083 012097. 2021.

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

Геккиева Сафият Омаровна, канд.ф.-м.н., снс ЛМФО ФГБУ «Высокогорный геофизический институт».
Россия, г. Нальчик, пр. Ленина, 2.
Тел. 8(928) 69-36-444, sgekkieva@list.ru

About authors

Gekkieva Safiyat, candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Microphysics of Clouds of the Federal State Budgetary Institution "High-Mountain Geophysical Institute",
Russia, KBR, 360000, Nalchik, Lenin Ave., 2,
Phone: 8(928) 69-36-444, sgekkieva@list.ru

25.00.36
УДК 502.33:658

Бондарь Е.В.
Мовсесова В.В.

Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО СОСТОЯНИЯ (БАЛАНСА) ТЕРРИТОРИЙ ВЕЛЯТОВ РЕСПУБЛИКИ ТУРКМЕНИСТАН

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.10

Введение.

В 2017 г. в республике Туркменистан принят закон № 569-в об экологической безопасности [1], это показатель остроты проблем эколого-ресурсного характера.

В настоящей статье предпринята попытка дать интегрированную оценку современного состояния природно-ресурсного потенциала страны основываясь на методику оценки эколого-хозяйственного баланса территории [2]. Что позволит решать задачи эффективно-го использования земельных ресурсов и оздоровлению нарушенных участков.

Материалы и методы исследования.

Для понимания экологического состояния административных единиц наиболее приемлема методика, предложенная Б.И. Кочуровым [2]. Степень и вектор антропогенного воздействия, уровень устойчивости экосистем в этой методике оцениваются в характеристиках эколого-хозяйственного баланса территории.

Анализ структуры землепользования осуществлялся на основе классификационных единиц, используемых в статистических ежегодниках Туркменистана Национального института государственной статистики и информации Туркменмиллихасабат.

Результаты исследований

и их обсуждение.

Представлены расчеты коэффициентов абсолютной и относительной напряженности и естественной защищенности по 5 велятам республики. Установлено, что по коэффициенту естественной защищенности территории Балканский велят сильно разнится с остальными административными единицами.

Выводы.

Результаты пространственного распределения коэффициентов, характеризующих эколого-хозяйственный баланс по велятам республики некоторое расхождение показателей. Рассмотренные показатели ЭХБ региона связаны со структурой землепользования степенью интенсивности сельскохозяйственного хозяйства, присутствия естественных экосистем и развитостью сети особо охраняемых территорий.

Ключевые слова:

Туркменистан, веляты, эколого-хозяйственная оценка, устойчивое развитие, земельные ресурсы, антропогенная нагрузка.

Bondar E.V.
Movsesova V. V.

North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

Comparative Analysis of the Ecological and Economic Condition of The Territories of the Velayats of the Republic of Turkmenistan

- Introduction.** In 2017 The Republic of Turkmenistan has adopted Law No. 569-v on environmental safety, which is an indicator of the severity of environmental and resource problems. This article attempts to provide an integrated assessment of the current state of the natural resource potential of the country based on the methodology for assessing the ecological and economic balance of the territory. This will allow us to solve the problems of effective use of land resources and improvement of disturbed areas.
- Materials and methods of research.** The methodology proposed by B. I. Kochurov is the most appropriate for understanding the ecological state of administrative units. The degree and vector of anthropogenic impact, the level of ecosystem stability in this method are evaluated in the characteristics of the ecological and economic balance of the territory. The analysis of the structure of land use was carried out on the basis of the classification units used in the statistical yearbooks of Turkmenistan of the National Institute of State Statistics and Information Turkmenmillihasabat.
- Research results and their discussion.** Calculations of the coefficients of absolute and relative tension and natural protection for 5 velayats of the republic are presented. It is established that the coefficient of natural protection of the territory of the Balkan velayat differs greatly from other administrative units.
- Conclusions.** The results of the spatial distribution of the coefficients characterizing the ecological and economic balance in the velayats of the republic show some discrepancy in the indicators. The considered indicators of the ECB of the region are related to the structure of land use, the degree of intensity of agriculture, the presence of natural ecosystems and the development of the network of specially protected areas.
- Key words:** Turkmenistan, velayats, ecological and economic assessment, sustainable development, land resources, anthropogenic load.

Введение

Туркменистан – самая равнинная страна Средней Азии. Почти 80% его территории лежит в пределах Туранской низменности, поднимаясь в среднем на 100–200 м над уровнем моря. Преимуществом Туркменистана перед другими странами региона является выход к Каспийскому морю и удобные переходы на юг, в Иран и Афганистан [4].

Территория республики административно разбита на пять крупных областей или регионов (веляатов): Ахалский, Балканский, Дашогузский, Марыйский и Лебапский (рис. 1).

Общая площадь земель Туркменистана – 49,1 млн га. Из всего комплекса природных ресурсов Туркменистана наибольшее значение имеют земельные ресурсы и полезные ископаемые. Ведущие место среди них по запасам и значению для экономики страны занимает природный газ и нефть (Туркменистан входит в пятерку крупнейших стран мира по запасам природного газа).

Площадь сельскохозяйственных угодий составляет 40,2 млн га, из них 38,5 млн га (95,7%) занимают пастбища, свыше 1,7 млн га



Рис. 1. Административное деление республики Туркменистан.

Fig. 1. Administrative division of the Republic of Turkmenistan.

(<http://www.science.gov.tm/turkmenistan/regions/>

(Дата обращения: 12.02.2020 г.)

(4,2%) – орошаемые земли, на долю многолетних насаждений приходится 0,24% [4]. Изменения в структуре земель сельскохозяйственного назначения происходят в основном за счет использования территорий, выделенных в качестве пастбищных угодий. Из них сформирован мелиоративный фонд земель, пригодных для дальнейшего освоения, который составляет около 17,7 млн га.

В 2012 году был принят закон Туркменистана «Об особо охраняемых природных территориях», регулирующий отношения в области организации управления, охраны и использования особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Согласно этому документу усилен статус таких территорий, имеющие особую природоохранную, научную, культурно-познавательную, рекреационно-оздоровительную и эстетическую ценность.

В настоящее время система ООПТ охватывает 8 заповедников с охраняемыми зонами, 14 заказников, 17 государственных памятников природы, общая площадь которых около 1975 тыс. га, что составляет 4,02 % от территории страны. Собственно, заповедники составляют 789,2 тыс.

га (1,6 % от площади республики), охранные зоны заповедников – 63,6 тыс. га (0,12 %), памятники природы – 2,02 тыс. га (менее 0,01%).

Природоохранную деятельность осуществляют Копетдагский природный государственный заповедник (с Меана-Чаачинским и Гурьховданским заказниками); Хазарский (с заказником Огурджалы), СюнтХасардагский (с Сюнт-Хасардагским заказником); Капланкырский (с Сарыкамышским, Шасенемским заказниками); Репетекский (с Яраджинским заказником); Амударьинский (с Келифским заказником); Койтендагский (с Карлюкским, Ходжапильским, Ходжабурджибелентским, Ходжагаравульским заказниками); Бадхызский (с Кызылджарским, Пулхатынским, Чеменабитским заказниками) и природный государственный заповедник «Берекетли Гарагум». Репетекский государственный заповедник обладает статусом биосферного.

Экономика Туркменистана основывается на интенсивном земледелии в орошаемых оазисах и значительных газовых и нефтяных ресурсах. Хотя сельскохозяйственное производство составляет примерно 7% от валового внутреннего продукта (ВВП), оно продолжает использовать почти половину рабочей силы страны.

Ведущие направления политики страны в настоящее время связаны с обеспечением стабильного развития и продолжением кардинальных преобразований во всех отраслях. В республике действует программа развития на 2018–2024 годы, и план мероприятий по её реализации [5].

В связи с чем развернута работа по устойчивому росту народнохозяйственного комплекса, укреплению производственного потенциала, активизации инвестиционной деятельности.

Цели устойчивого развития определяет долговременные приоритеты природопользования и экономики как единого целого и направлено на формирование наилучших условий для ресурсоэффективного использования природного потенциала согласно потребностям экономики страны, обеспечения высоко уровня воспроизводства и природоохранной деятельности.

Для достижения этих целей необходимо провести сравнительный анализ и дать оценку эколого-хозяйственного состояния (баланса) территории республики Туркменистан.

Материалы и методы исследований

В основе методологии исследования лежит концепция эколого-хозяйственного баланса [2]. Основная идея, которой – формирование адаптивной структуры использования территории на основе соответствия структурных элементов ландшафта и видов использования земель.

Впервые оценка эколого-хозяйственного состояния территории была проведена еще в начале 90-х годов прошлого века для территории Московской области и Республики Алтай еще в [3,5].

В дальнейшем подобные исследования реализованы фактически для всех федеральных округов Российской Федерации, а также в целом для республики Беларусь и отдельных территорий Казахстана и Киргизии.

Но для столь активно развивающейся страны как Туркменистан впервые предпринята попытка оценить природно-ресурсный потенциал территории методом эколого-хозяйственной оценки.

Анализ структуры землепользования проводится на основе классификационных единиц земельного кадастра (форма статистической отчетности). Для определения степени антропогенной нагрузки (АН) земель в соответствии с методикой введены экспертные балльные оценки.

Расчеты проводились по следующим формулам:

Индекс относительной экологической напряженности:

$$K_o = \frac{АН_4 + АН_5 + АН_6}{АН_1 + АН_2 + АН_3} \quad (1)$$

Индекс абсолютной экологической напряженности:

$$K_A = \frac{АН_6}{АН_1} \quad (2)$$

Суммарная площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями ($P_{сф}$) определялась по формуле:

$$P_{сф} = P_1 + 0,8 * P_2 + 0,6 * P_3 + 0,4 * P_4 \quad (3),$$

где учтены земли, которые входят в экологический фонд с минимальной антропогенной нагрузкой за P_1 , то площади земель с условной оценкой степени антропогенной нагрузки в 2, 3, 4 балла соответствуют 0,8 P_2 , 0,6 P_3 , 0,4 P_4 (земли с самым высоким баллом АН в расчет не принимались).

Соотнеся площадь земель $P_{сф}$ к общей площади исследуемой территории (P_o), получили коэффициент естественной защищенности территории ($K_{сз}$):

$$K_{сз} = P_{сф} / P_o \quad (4)$$

$K_{\text{эз}}$ менее 0,5 свидетельствует о критическом уровне защищенности территории. В отличие от таких показателей как распаханность, лесистость и т. п., $K_{\text{эз}}$ носит интегральный характер и может быть использован для комплексной оценки территории.

Результаты исследований и их обсуждение

В рамках исследования эколого-хозяйственный баланс территории рассматривается как сбалансированное соотношение различных видов деятельности на территории с учетом потенциальных и реальных возможностей природы, что обеспечивает устойчивое развитие региона, воспроизводство природных ресурсов и не вызывает экологические изменения и последствия [2].

Управление природными ресурсами в республике Туркменистан осуществляется в рамках административных единиц, именно они рассматриваются в качестве объекта изучения. Такой подход облегчает сбор информации и практическую реализацию результатов исследования.

Исходные данные для расчета эколого-хозяйственной нагрузки территории представлены в таблице 1.

Каждый вид земель получил соответствующий балл, после чего земли объединили в однородные группы: от $АН_1$ – земли с очень низкой антропогенной нагрузкой (природоохранных и неиспользуемых, то есть экологический фонд) до категории $АН_6$ – земли с высшей нагрузкой (земли транспорта, промышленности, инфраструктуры, городов и поселков).

Подобная группировка делает возможным оценить антропогенную преобразованность территории в сопоставимых показателях. Это – коэффициенты абсолютной (K_a) и относительной (K_o) напряженности. K_a – отношение площади сильно нарушенных горными разработками, промышленностью, транспортом земель к площади малоизмененных или ненарушенных территорий. Такие крайние по значению величины демонстрируют степень уравнивания сильных антропогенных воздействий с потенциалом восстановления ландшафта и поддержания на соответствующем уровне необходимой площади экологического фонда (Рэф) (заповедников, заказников и других природоохранных территорий). Чем выше экологический фонд, тем ниже (K_a) и благополучнее складывается состояние окружающей среды.

Но в наибольшей степени эколого-хозяйственное состояние территории характеризует коэффициент (K_o), охватывающий всю исследуемую территорию. При (K_o) равном или близком 1,0 напряженность ЭХС территории оказывается сбалансированной по степени АН и потенциалу устойчивости природы.

Таблица 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ВЕЛЯТОВ РЕСПУБЛИКИ ТУРКМЕНИЯ ПО СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ (АН)
Table 1. Classification of the lands of the velayats of the Republic of Turkmenistan by the degree of anthropogenic load (AL)

Категории земель	Индекс	Площадь, тыс. га Ахалского вейаята	Площадь, тыс. га Балканского вейаята	Площадь, тыс. га Дашогузского вейаята	Площадь, тыс. га Лебапского вейаята	Площадь, тыс. га Марыйского вейаята
1. Земли сельскохозяйственного назначения	—	6663,86	3487,79	4503,2	4003,59	7050,75
2. Земли ООПТ	АН ₁	162,4	162,476	132,5	262,476	92,448
3. Нарушенные земли	АН ₆	946	636,28	158,464	660,18	884,976
4. Орошаемые земли	АН ₅	3600	3300	2600	4000	4500
5. Сенокосы	АН ₂	2,02	0,446	1,525	5,66	2,58
6. Пастбища	АН ₄	7621	2285,1	5680,8	5628,4	5272,3
7. Многолетние насаждения	АН ₃	5,82	6,83	4,47	6,08	6,82
8. Пашня	АН ₄	310,58	339,96	359,7	343,5	425,2
9. Земли промышленности и застройки	АН ₆	343,84	368,18	190,58	358,1	363,5
10. Пустынные земли	АН ₁	5077	3838,6	4631,6	7102,4	5802,2

Каждому антропогенному воздействию или их совокупности соответствует свой предел устойчивости природных и природно-антропогенных ландшафтов. Чем разнообразнее ландшафт, тем он более устойчив, что выражается в первую очередь большим количеством и равномерным распределением экологического фонда (РЭФ) территории. Чем он больше, тем выше естественная защищенность (ЕЗ) территории. При этом естественная защищенность территории зависит и от распределения земель по степени их антропогенной нагрузки.

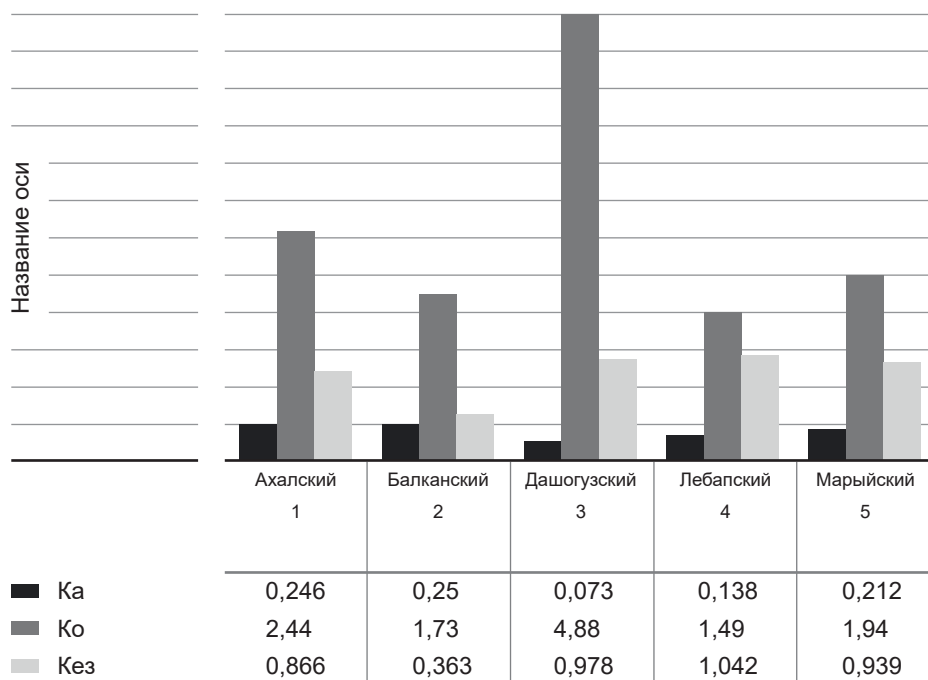


Рис. 2.

Показатели эколого-хозяйственного баланса веляатов республики Туркменистан.

Fig. 2. Indicators of the ecological and economic balance of the velayats of the Republic of Turkmenistan.

Соотнеся площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями ($P_{сф}$) к общей площади изучаемой территории (P_0), получили коэффициент естественной защищенности территории ($K_{ез}$). Когда $K_{ез}$ менее 0,5 то это свидетельствует о критическом уровне защищенности.

Расчеты проводились в соответствии с формулами 1, 2, 3, 4 для каждого веляата республики. Полученные результаты представлены на рисунке 2.

Коэффициент абсолютной напряженности (K_a) в пределах республики Туркменистан не превышает значения 0,25, это существенно ниже 1, следовательно, площади экологостабилизирующих территорий недостаточны, что в свою очередь будет отрицательно сказываться на состоянии окружающей среды территории.

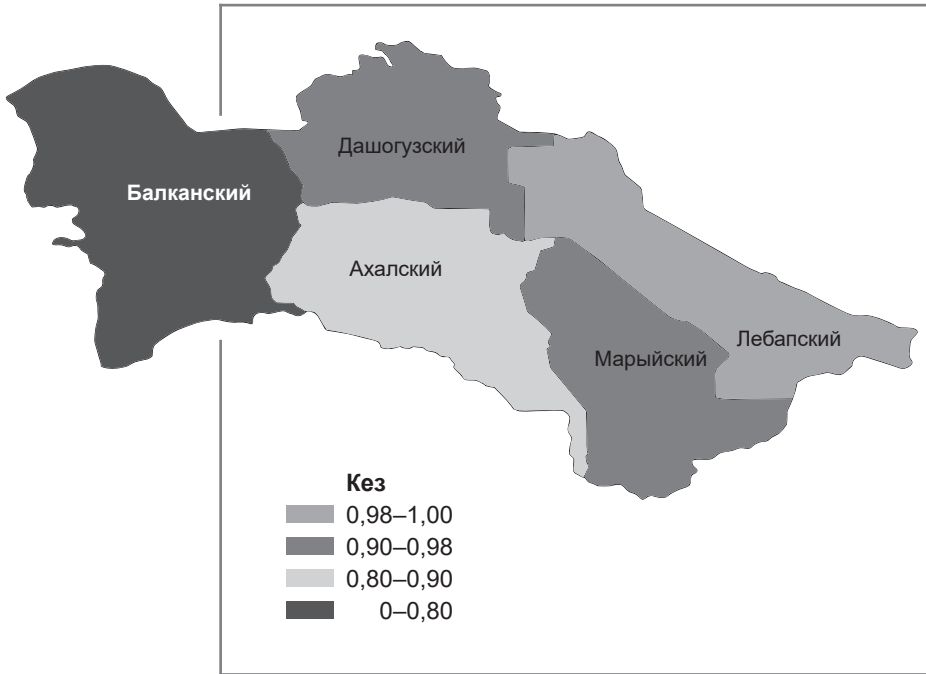


Рис. 3. Распределение показателя естественной защищенности территории республики Туркменистан.

Fig. 3. Distribution of the indicator of natural protection of the territory of the Republic of Turkmenistan.

В центральной и южной частях страны расположены крупные природоохранные территории, здесь меньше интенсивность сельскохозяйственного производства, меньший процент площади пахотных земель в структуре землепользования, и больше доля сенокосов, пастбищ. В какой-то степени такой тип структуры землепользования определяют геоморфологические условия и качество почв.

Коэффициент относительной напряженности колеблется в пределах республики от 1,49 до 5,88. Наиболее высокие показатели в Дашогузском, Ахалском и Марыйском велаятах соответственно 4,88; 2,44; 1,94.

Коэффициент естественной защищенности дает представление о средостабилизирующих функциях ландшафтов. Естественную защищенность автор методики связывает с устойчивостью ландшафтов и

антропогенной нагрузкой: чем ниже нагрузка, тем больше защищенность, т.е. устойчивость.

Полученный коэффициент естественной защищенности территории ($K_{\text{ез}}$) для Ахалского вейалата составил 0,866, для Дашогузского вейалата 0,978, Лебапского вейалата 1,042, Марыйского вейалата 0,939, что больше 0,5, это свидетельствует о благоприятной естественной защищенности исследуемых территории.

В то время как, рассчитанный коэффициент естественной защищенности территории Балканского вейалата составил 0,363 что менее 0,5, следовательно, состояние естественной защищенности оценивается как критическое (рис. 3). по этому показателю Балканский вейалат сильно разнится с остальными административными единицами. Здесь нарушенные земли составляют большую часть территории, за счёт добывающей отрасли (добычи полезных ископаемых).

Выводы

В ходе расчета эколого-хозяйственного баланса республики Туркменистан и анализа полученных коэффициентов, рассчитанных с учетом промышленного загрязнения территория Туркменистана характеризуется, в целом, как несбалансированная в экологическом отношении.

Для улучшения сложившейся ситуации необходимо провести изменения в структуре землепользования и особое внимание следует уделить соотношению сельскохозяйственных и охраняемых земель.

В структуре сельскохозяйственных земель следует уменьшить долю пастбищ и увеличить площади многолетних насаждений, лесополос и парковых зон. Направить усилия на формирование экологического каркаса в городах республики.

Библиографический список

1. Акопова С.А. Эколого-хозяйственная оценка Ахалского вейалата // Природные ресурсы, охрана окружающей среды и экологическая безопасность на Северном Кавказе: материалы научной конференции / СКФУ. Ставрополь, АГРУС. 2018. С. 13–15.
2. Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. Москва: Москва, 2016. 362 с.

3. Кочуров Б. И., Лобковский В.А., Лобковская Л.Г. Оценка природного потенциала регионов Российской Федерации // Водные ресурсы Волги: история, настоящее и будущее, проблемы управления: мат-лы II межрегион. Научно-практ. конф. 25–27 октября 2012 г. Астрахань: АИСИ, 2012. С. 20–28.
4. Национальная программа социально-экономического развития Туркменистана на период 2011–2030 гг. Ашхабад, 2010.
5. Оценка природно-ресурсного и социально-экономического потенциалов Российской Федерации с позиции регионального природопользования / В.А. Лобковский, Б.И. Кочуров, Л.Г. Лобковская, Ю.А. Хазиахметова // Проблемы региональной экологии. 2014. №1. С.149–169.

References

1. Akopova S. A. Ecological and economic assessment of the Akhal velayat // Natural resources, environmental protection and environmental safety in the North Caucasus: materials of the scientific conference / NCFU. Stavropol, AGRUS, 2018. p. 13–15.
2. Kochurov B. I. Ecodiagnostics and balanced development. Moscow: Moscow, 2016. 362 p.
3. Kochurov B. I., Lobkovsky V. A., Lobkovskaya L. G. Evaluation of the natural potential of the regions of the Russian Federation // Water resources of the Volga: history, present and future, management problems: mat-ly II mezhregion. Scientific and practical conference. October 25–27, 2012-GAOU JSC HPE "AISI" Astrakhan, 2012. p. 20–28.
4. National program of socio-economic development of Turkmenistan for the period 2011–2030. Ashgabat, 2010.
5. Assessment of the natural resource and socio-economic potential of the Russian Federation from the perspective of regional nature management/ V. A. Lobkovsky, B. I. Kochurov, L. G. Lobkovskaya, Yu. A. Khaziakhmetova//Problems of regional ecology. 2014. No. 1. p. 149–169.

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Сведения об авторах

Бондарь Елена Васильевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Институт наук о земле Северо-Кавказского федерального университета, г. Ставрополь, Россия
E-mail: evbondar68@gmail.com

Мовсесова Виктория Валерьевна, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Институт наук о Земле, Северо-Кавказского федерального университета, г. Ставрополь, Россия.
E-mail: viktoriya-movsesova@yandex.ru

About authors

Bondar Elena – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Nature Management, Institute of Earth Sciences of the North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia,
E-mail: evbondar68@gmail.com

Movsesova Victoria – Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Nature Management, Institute, North Caucasian Federal University, Stavropol, Russia.
E-mail: viktoriya-movsesova@yandex.ru

25.00.36
УДК 631/581 (6.031)

ГЕОЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)

Пещанская Е.В.,

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр,
г. Ставрополь, ekaterina108@mail.ru

Лиховид Н.Г.

Северо-Кавказский федеральный университет,
институт Живых систем, г. Ставрополь, likhovid@rambler.ru

К МЕТОДИКЕ МОНИТОРИНГА ЭКСПОЗИЦИОННО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ЛУГОВЫХ СТЕПЕЙ, СОЗДАННЫХ МЕТОДОМ ПОСАДКИ ДЕРНА

DOI: 10.37493/2308-4758.2021.1.11

Введение.

В статье изложены предпосылки и этапы восстановления луговых степей на территории Ставропольского ботанического сада, созданных методом посадки дерна, взятого в природных условиях – г. Стрижамент, г. Бучинка, Новомарьевская поляна и Вишнёвая поляна. Описаны этапы восстановления луговых ценозов, установлено, что лучшими сроками посадки являются весенний и осенний, средний размер дерновин – 27,9 × 23,5 см².

Основная часть.

Методика мониторинга, разработанная в процессе исследований, включает: изучение влияния режима содержания на видовой состав фитоценоза (косимый, заповедный), общую характеристику фитоценоза (описание хода сезонных изменений, учет видовой насыщенности, учет продуктивности, морфометрические исследования отдельных видов, мониторинг за состоянием доминантов степной формации, учет жизненных форм, учет сукцессионных процессов, происходящих в различных вариантах, картирование участков, возрастной состав популяции, фенологические наблюдения, изучение семенной продуктивности видов ценоза, проявление деятельности животных, и пр.), изучение редких видов (популяционно-количественные учеты, возрастная структура, способность популяции к самоподдержанию за счет семенного или вегетативного размножения, учет плодоношения), исследование подземных частей растений фитоценоза. Описаны рекомендуемые уходные работы (удаление растительности, не характерной для восстанавливаемого типа ценоза, охрана участков в периоды увеличения опасности возникновения пожаров, контурное обкашивание прилегающих территорий во избежание распространения пожара, кошение, сбор и вывоз сена с территорий восстановленных косимых участков, удаление древесной и кустарниковой поросли на возрастных заповедных участках при их стихийном облесении).

Результаты исследований. Представлено современное состояние экспозиционно-экспериментальных участков – высокая видовая насыщенность (74...111 видов) с преобладанием многолетников – 82...92%, процент содержания ботанических групп в травостое – разнотравья – 60...69%, бобовых – 9...18%, злаков и осок 18...22%, урожайность травостоя – 23,0...37,6 ц/га. На участках лугово-степных формаций в общей сложности сохраняются 18 редких и исчезающих видов. При постоянно сохраняющемся заповедном режиме появляются микрогруппировки зарослевого типа из *Chamaecytisus ruthenicus*, *Genista tinctoria*, *Calamagrostis epigejos*, видов рода *Rosa*. С различной степенью обилия встречается самосев древесно-кустарниковых пород.

Ключевые слова:

восстановленные лугово-степные формации, посадка, дерн, фитоценозы, методика, мониторинг.

Peshchanskaya E.V. North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Stavropol, Russia;
Likhovid N.G. North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

To the Methodology of Monitoring of Expositional-experimental Meadow Steppes Created by the Method of Turf Planting

- Introduction.** The article describes the prerequisites and stages of restoration of meadow steppes on the territory of the Stavropol Botanical Garden, created by planting sod, taken in natural conditions – mount Strizhament, mount Buchinka, Novomaryevskaya Polyana and Vishnevaya Polyana. The course of work is described, it was found that the best planting dates are spring and autumn, the average size of the turf is $27.9 \times 23.5 \text{ cm}^2$.
- The main part.** The monitoring methodology developed in the course of research includes: the study of the influence of the maintenance regime on the species composition of the phytocenosis (mowed, reserved), the general characteristics of the phytocenosis (description of the course of seasonal changes, accounting for species saturation, accounting for productivity, morphometric studies of individual species, monitoring of the state of the dominant steppe formation, accounting for life forms, accounting for succession processes occurring in various variants, mapping sites, age composition of the population, phenological observations, studying the seed productivity of cenosis species, animal activity, etc.), study of rare species (population-quantitative records, age structure, ability of the population to self-support due to seed or vegetative reproduction, accounting for fruiting), study of underground parts of plants of phytocenosis. Recommended maintenance works are described (removal of vegetation that is not typical for the restored type of cenosis, protection of sites during periods of increased fire risk, contour mowing of adjacent territories to avoid fire spread, mowing, collecting and exporting hay from the territories of restored mowed areas, removal of tree and shrub growth on age-protected areas during their spontaneous afforestation).
- Results of reasearch.** The current state of the exhibition and experimental plots is presented – high species saturation (74 ... 111 species) with a predominance of perennials – 82 ... 92%, the percentage of botanical groups in herbage – mixed herbs – 60 ... 69%, legumes – 9 ... 18%, cereals and sedges 18 ... 22%, the productivity of the grass – 23,0... 37.6 c/ha. In the areas of meadow-steppe formations, a total of 18 rare and endangered species are preserved. Under a permanent reservation conditions, microgroupings of the thickets of bushes type from *Chamaecytisus ruthenicus*, *Genista tinctoria*, *Calamagrostis epigejos*, species of the genus *Rosa*. Self-seeding of tree and shrub species are note with varying degrees of abundance.
- Key words:** restored meadow-steppe formations, planting, turf, phytocenoses, methodology, monitoring

Введение

Вопрос восстановления и сохранения природных биоценозов, нарушенных активной деятельностью человека в различных областях промышленности, возник в середине прошлого столетия. Взяв за основу опыт конца XIX и начала XX века, ученые Ставропольского ботанического сада разработали методику восстановления луговых степей методом посадки дёрна. Необходимость сохранения уникальных природных комплексов Ставропольской возвышенности (г. Стрижамент, г. Бучинка, Новомарьевская поляна и Вишнёвая поляна) создали предпосылки восстановления луговых степей из указанных мест. После определения эталонного участка и его обследования, выборочно снимался дерн, которым и формировались одноименные восстанавливаемые ценозы в саду.

Методика исследований

Исследования проводятся в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Безморозный период 180–190 дней, среднегодовое количество осадков – 630 мм, из них в тёплый период выпадает около 70%, более 35% от общего количества приходятся на май–июль. Максимум приходится на июнь (192 мм), а минимум – на февраль (28 мм). Летом дожди имеют ливневый характер, сопровождаются грозами, иногда градом. Объект исследований – восстановленные луговые степи Ставропольского ботанического сада (640 м н.у.м.) и эталоны целинных природоохранных территорий окрестностей г. Ставрополя – г. Бучинка (587,7 м н.у.м.), г. Стрижамент (831 м н.у.м.), урочище Новомарьевская поляна (550 м н.у.м.). Почвы представлены слабо выщелоченными деградированными чернозёмами. Глубина гумусового горизонта – 31–45 см. На территории г. Ставрополя и его окрестностей, в местах проведения исследований, расположен верхний холоднородниковский горизонт Ставропольской свиты, который сложен известняками, ракушечниками, песчаниками и песками. Его глубина залегания варьирует [1]. Так, в Ставропольском ботаническом саду под территориями, занимаемыми восстановленными луговыми степями, ракушечник встречается на глубине 35–80 см, на эталонах, в местах проведения исследований, ракушечник расположен на глубине 10–30 см, часто с выходом на поверхность. Методика проводимых исследований: «Методические указания по восстановлению и изучению травянистых сообществ» [2]. Работа на эталонных и экспериментально-экспозиционных участках, воссозданных методом посадки дёрна в 1963–1984 гг. ведется стационарным, экспедиционным и лабораторным методами [3].

История вопроса

В связи с активной индустриализацией, в середине XX века остро встал вопрос сохранения природных биоценозов. Усиление воздействия человека на окружающую среду – распашка целинных земель, развитие промышленности, проведение газо- и нефтепроводов, устройство водохранилищ и каналов водоснабжения, добыча полезных ископаемых, промышленное и гражданское строительство, чрезмерный выпас скота, а также влияние различного вида эрозий послужили причиной утраты важных объектов природы. В целях сохранения уникального природного комплекса степей с большим набором ценных и редких видов и неповторимых местных популяций в Ставропольском ботаническом саду проводились исследования по интродукции дерна [4, 5, 6]. Взяв за основу опыт конца XIX и начала XX века, ученые Ставропольского ботанического сада разработали методику восстановления луговых степей методом посадки дерна [5]. Предварительные исследования по восстановлению травянистых формаций были начаты в 1958 году – до официального учреждения Ставропольского ботанического сада. Эти работы были продолжены в 1959, 1960, 1961 и 1962 годах при участии и руководстве В.В. Скрипчинского [4, 5]. В 1963 году Ю.А. Дударь, под руководством профессора Скрипчинского, заложил первый долговременный опыт по восстановлению луговых степей урочища Вишневая поляна методом посадки дерном. Этот метод заключался в выборе эталонного участка степей Ставропольской возвышенности, его мониторинге, рендомизированном способе подборе мест для снятия дерна [2, 6]. Дёрн заготавливался чаще всего вручную, реже механизировано – на тех участках, где трактор мог работать. После заготовки и погрузки дерн транспортировался к месту посадки. Размер дернин – 0,25 м². Фрагменты дерна высаживались в почву несколькими вариантами: 0,6 × 0,6 м, 1,0 × 1,0 м (высаженные дернины чередовались с непосаженными участками в шахматном порядке), ленточная посадка, сплошная посадка. После посадки дернины механизировано прикатывались, в течение летнего периода проводился регулярный полив и ручные прополки. В период с 1963 по 1984 гг. на площади около 2 гектаров были воссозданы фрагменты луговой степи. В процессе исследований были разработаны отдельные теоретические и практические вопросы, в частности, прослежено состояние искусственных видов ценозов при косимом и заповедном режимах содержания [3, 7, 8].

Этапы восстановления лугово-степных формаций

Для восстановления ценозов методом посадки дерна были разработаны следующие технологические операции [2]:

- 1) Определение типа исходного фитоценоза, свойственного некультивируемым площадям.
- 2) Обследование природных территорий с последующим выбором эталонного участка для заготовки дерна.
- 3) Исследование природного участка.
- 4) Проведение на восстанавливаемых территориях агротехнических мероприятий по подготовке почвы для посадки дерна.
- 5) Заготовка дерна на эталонных участках.
- 6) Погрузка и транспортировка дерна.
- 7) Разгрузка, размещение дерна на почве и посадка.
- 8) Контроль соблюдения методики посадки дернин.
- 9) Прикатывание и полив.
- 10) Проведение уходных работ: полива после посадки, видовой прополки и полива (при необходимости) в первый, второй и последующие годы вегетации.
- 11) Рекультивация мест взятия дерна на природных фитоценозах.

Оптимальными сроками посадки являются весенний и осенний, когда ростовые процессы в ценозе ослаблены и повреждения растений при рабочих процессах будут минимальными. В этот период почва обычно влажная и это положительно отражается на приживаемости растений. Размер дерновин в среднем составил $27,9 \times 23,5 \text{ см}^2$, в отдельных случаях длина дернин составляла 20...44 см, ширина – 15...29 см. Толщина дернин – от 12 до 27 см, средняя – 19,4 см. (3) Посадка дерна при закладке опыта велась тремя способами: сплошной (контроль), $60 \times 60 \text{ см}^2$, $100 \times 100 \text{ см}^2$ [2].

**Особенности мониторинга состояния
экспозиционно-экспериментальных участков
луговых степей, созданных методом посадки
дерна**

На основании многолетних исследований для изучения воссозданных ценозов рекомендуется применять разработанную методику, которая включает в себя следующие пункты:

I. Исследование на экспериментальных участках [2, 9, 10].

Исследование на экспериментальных участках должно проводиться параллельно с исследованием эталонных участков:

- а) вопросы рекультивации участка,

- б) сравнительная характеристика растительного покрова по основным показателям: видовая насыщенность, обилие и др.

II. Изучение влияния режима содержания на видовой состав фитоценоза [2, 8].

Рекомендуется установить несколько вариантов режимов содержания:

- а) некосимый (заповедный) – контроль,
- б) косимый 1 раз в 2-а года,
- в) косимый в течении 4-х лет, на 5-й год травостой оставляется для обсеменения,
- г) косимый ежегодно.

Для установления оптимальных сроков кошения следует включить в опыт варианты сроков кошения травостоя.

III. Общая характеристика фитоценоза [2, 3, 8]:

- 1) описание хода сезонных изменений должно проводиться не реже, чем один раз в 10 дней на каждом из вариантов с разной периодичностью кошения;
- 2) истинное, проективное покрытие видов;
- 3) ярусность травостоя;
- 4) учет видовой насыщенности (проводится ежегодно, в период максимального развития травостоя на учетной площади 100 м² по Друде);
- 5) учет продуктивности (проводится ежегодно на пробных площадках 0,5 × 1,0 м² в шестикратной повторности в период максимального развития травостоя);
- 6) морфометрические исследования отдельных видов;
- 7) мониторинг за состоянием доминантов степной формации (обилие, жизненность, возрастной состав);
- 8) учет жизненных форм (количество и соотношение многолетних и однолетних видов);
- 9) учет сукцессионных процессов, происходящих в различных вариантах;
- 10) исследование ежегодных и многогодичных флюктуаций;
- 11) картирование участков;
- 12) экологическая оценка растительности по методу Раменского;
- 13) возрастной состав популяции;
- 14) фенологические наблюдения;

- 15) изучение семенной продуктивности видов ценоза;
- 16) наличие старики, ее состояние;
- 17) проявление деятельности животных (кротовины, муравьиные кучи и т.д.).

IV. Изучение редких видов [2,7,11]:

- 1) популяционно-количественные учеты;
- 2) возрастная структура;
- 3) способность популяции к самоподдержанию за счет семенного или вегетативного размножения;
- 4) учет плодоношения.

При учетах необходимо использовать обычные геоботанические приемы – учет по тансектам и др.

V. Исследование подземных частей растений фитоценоза [12].

Для исследования подземных частей растений фитоценоза на стационарах и в естественных условиях на месте взятия дерна (эталон) следует использовать общепринятые качественные и количественные методы учетов (метод горизонтальной раскопки, метод монолитов, метод бура и др.).

Уходные работы

Уходные работы на восстановленных лугово-степных формациях на разных этапах исследований отличны друг от друга:

- 1) удаление растительности, не характерной для восстанавливаемого типа ценоза в первые годы интродукции;
- 2) охрана участков в периоды увеличения опасности возникновения пожаров (старика в весеннее-осенний период, засушливые периоды в летнее время года);
- 3) контурное обкашивание прилегающих территорий во избежание распространения пожара при его возникновении;
- 4) кошение, сбор и вывоз сена с территорий восстановленных косимых участков;
- 5) удаление древесной и кустарниковой поросли на возрастных заповедных участках при их стихийном облесении.

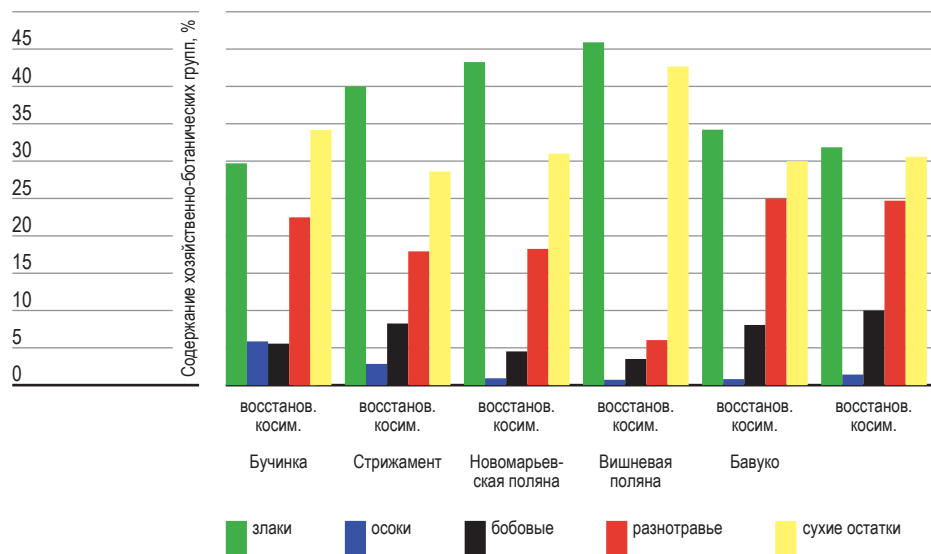


Рис. 1. Хозяйственно-ботанические группы в травостое восстановленных формаций (%).

Fig. 1. Fodder-botanical groups in herbage of restored formations (%).

Современное состояние экспозиционно-экспериментальных участков

В ходе долголетних научных исследований получены следующие данные:

- 1) При проведении учета видового обилия на 100 м², установлено, что на восстановленных формациях сохраняется высокая видовая насыщенность (68...113 видов) с преобладанием многолетников – 82...92%.
- 2) Анализ ботанических групп показал, что процент содержания в травостое представителей разнотравья – 18,3...33,3%, злаковых – 19,6...46,5%, бобовых – 3,7...10,5%, осок 1,3...6,2% (рис.1).
- 3) Проективное покрытие подавляющего большинства участков – 100%.
- 4) Сенокосная продуктивность – 28,0...55,0 ц/га.
- 5) На восстановленных участках лугово-степных формаций в общей сложности насчитывается 18 редких и исчезающих видов: *Adonis vernalis* L., *Anemone caucasica* Willd. ex Rupr., *Scilla siberica* Haw., *Crocus reticulatus* Steven ex Adam, *Crocus speciosus* M.Bieb., *Gladiolus imbricatus* L., *Orchis tridentata* Scop., *Orchis picta* Raf., *Iris aphylla* L., *Iris notha* M.Bieb., *Paeonia tenuifolia* L., *Stipa pennata* L., *Platanthera chlorantha* (Custer) Rchb., *Gymnadenia conopsea*

Виды редких
и исчезающих
растений в
восстановленных
лугово-степных
сообществах



Условные обозначения

Безвременник яркий
Ветреница кавказская
Горицвет весенний
Дифелия красная
Ирис безлистый и
Ирис ненастоящий
Пион узколистный
Ковыль красивейший
Ковыль перистый
Любка зеленоцветная
Поллопестник зеленый
Пролеска сибирская
Шафран прекрасный
Шафран сетчатый
Шпажник черепитчатый
Ятрышник раскрашенный
Ятрышник трехзубчатый

Рис. 2.

Карта-схема мест произрастания 17 видов редких и исчезающих растений на восстановленных участках лугово-степных формаций.

Fig. 2. Map-scheme of places where 17 species of rare and endangered plants grow in restored areas of meadow-steppe formations.

(L.) R.Br., *Coeloglossum viride* (L.) Hartm., *Colchicum laetum* Steven, *Stipa pulcherrima* K.Koch, *Campanula persicifolia* L. На рисунке 2 указаны места произрастания 17 видов. Некоторые виды, например, *Crocus reticulatus*, насчитывают более 1400 растений, большинство вступает в генеративную и репродуктивную фазы развития.

б) В ходе сукцессионных наблюдений установлено, что уже после 25 лет интродукции на заповедных (некосимых) участках отмечается значительное снижение количества, а в отдельных случаях наблюдается исчезновение из травостоя дерновинных злаков (ковыля красивейшего *Stipa pulcherrima* K. Koch, к. Лессинга *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., типчака скального *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, осоки низкой *Carex humilis* Leys), усиление роли корневищных злаков (мятлик узколистный *Poa angustifolia* L., коротконожка скальная *Brachypodium rupestre* (Host) Roem. et Schult., райграс высокий *Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl). Так, осока низкая находится в крайне угнетенном состоянии, встречается единично, не образует куртин, генеративные особи практичес-

ки не встречаются. Наблюдается экспансия райграса высокого, достигающего обилия сор1. Коротконожка скальная сохраняет в сообществе доминирующую позицию, самоподдержание вида происходит за счет семяношения. При постоянно сохраняющемся заповедном режиме появляются микрогруппировки зарослевого типа из ракитника русского (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fischer ex Woloszczak) Klásk.), дрока красильного (*Genista tinctoria* L.), вейника наземного (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth), видов шиповника (*Rosa* sp.). Отрицательно влияет заповедный режим на шалфей дубравный (*Salvia nemorosa* L.), тимьян Маршаллов (*Thymus marschallianus* Willd.), язвенник многолистный (*Anthyllis polycephala* Desf.) и др., численность их в искусственных ценозах сокращается. С различной степенью обилия встречается самосев древесно-кустарниковых пород, что свидетельствует об экспансии леса на искусственное степное сообщество.

Заключение

В целях сохранения уникального природного комплекса степей с большим набором ценных и редких видов и неповторимых местных популяций в Ставропольском ботаническом саду проводились исследования по интродукции дерна. Взяв за основу опыт конца XIX и начала XX века, ученые Ставропольского ботанического сада разработали методику восстановления луговых степей методом посадки дерна. В период с 1963 по 1984 г. на площади около 2 гектаров были воссозданы фрагменты луговой степи.

Основные этапы восстановления лугово-степных формаций: определение типа исходного фитоценоза, обследование природных территорий с последующим выбором эталонного участка для заготовки дерна; заготовка дерна на эталонных участках, его транспортировка и посадка; проведение уходных работ; рекультивация мест взятия дерна на природных фитоценозах.

Оптимальными сроками посадки являются весенний и осенний. Посадка дерна при закладке опыта велась тремя способами: сплошной (контроль), 60×60 см², 100×100 см².

Особенности мониторинга состояния участков луговых степей, созданных методом посадки дерна включают:

- исследование на экспериментальных участках параллельно с исследованием эталонных участков;
- изучение влияния режима содержания на видовой состав фитоценоза;
- описание хода сезонных изменений;
- истинное, проективное покрытие видов;
- ярусность травостоя;

- учет видовой насыщенности;
- учет продуктивности;
- мониторинг за состоянием доминантов степной формации;
- учет жизненных форм;
- учет сукцессионных процессов, происходящих в различных вариантах;
- возрастной состав популяции;
- изучение семенной продуктивности видов ценоза;
- изучение редких видов; исследование подземных частей растений фитоценоза.

Уходные работы на восстановленных лугово-степных формациях:

- удаление растительности, не характерной для восстанавливаемого типа ценоза в первые годы интродукции; охрана участков в периоды увеличения опасности возникновения пожаров;
- контурное обкашивание прилегающих территорий во избежание распространения пожара при его возникновении;
- кошение, сбор и вывоз сена с территорий восстановленных косимых участков;
- удаление древесной и кустарниковой поросли на возрастных заповедных участках при их стихийном облесении.

Современное состояние экспозиционно-экспериментальных участков:

учет видового обилия на 100 м² показал высокую видовую насыщенность (68...113 видов) с преобладанием многолетников – 82...92%; процент содержания хозяйственно-ботанических групп в травостое: разнотравье – 18,3...33,3%, злаковых – 19,6...46,5 %, бобовых – 3,7...10,5%, осок 1,3...6,2%; проективное покрытие подавляющего большинства участков – 100%; сенокосная продуктивность – 28,0...55,0 ц/га. На восстановленных участках лугово-степных формаций в общей сложности насчитывается 18 редких и исчезающих видов: *Adonis vernalis* L., *Anemone caucasica* Willd. ex Rupr., *Scilla siberica* Haw., *Crocus reticulatus* Steven ex Adam, *Crocus speciosus* M.Bieb., *Gladiolus imbricatus* L., *Orchis tridentata* Scop., *Orchis picta* Raf., *Iris aphylla* L., *Iris notha* M.Bieb., *Paeonia tenuifolia* L., *Stipa pennata* L., *Platanthera chlorantha* (Custer) Rehb., *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br., *Coeloglossum*

viride (L.) Hartm., *Colchicum laetum* Steven, *Stipa pulcherrima* K.Koch, *Campanula persicifolia* L. В ходе сукцессионных наблюдений установлено, что уже после 25 лет интродукции на заповедных (некосимых) участках отмечается значительное снижение количества, а в отдельных случаях наблюдается исчезновение из травостоя дерновинных злаков, усиление роли корневищных злаков. При постоянно сохраняющемся заповедном режиме появляются микрогруппировки зарослевого типа из ракитника русского (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fischer ex Woloszczak) Klásk.), дрока красильного (*Genista tinctoria* L.), вейника наземного (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth), видов рода *Rosa*, и рода *Crataegus*. С различной степенью обилия встречается наличие самосева древесно-кустарниковых пород, что свидетельствует об экспансии леса на искусственное степное сообщество.

На основании результатов многолетних исследований, метод посадки дёрном может рассматриваться как базовый в вопросах разработки методик восстановления луговых степей, кормовых угодий и травяных покрытий различного назначения. Восстановление лугово-степных формаций методом посадки дерна, в виду своей высокой трудоемкости, может быть рекомендовано в целях сохранения редких и исчезающих видов, создания экспозиционных участков для школ и вузов и др.

Библиографический список

1. Шальнев В.А., Олейникова Д.В. Ландшафты Северного Кавказа: учебное пособие. Ставрополь, 2010. 237 с.
2. Дударь Ю.А. Методические указания по восстановлению и изучению травянистых растительных сообществ. Ставрополь, 1976. 58 с.
3. Пещанская Е.В., Кожевников В.И. К вопросу об урожайности восстановленных лугово-степных формаций // Кормопроизводство. М., 2019. № 11. С. 12–16.
4. Скрипчинский В.В. К постановке вопроса об интродукции растительных сообществ // тр. СНИИСХ. 1977. Вып. 43. С. 70–77.
5. Скрипчинский В.В., Танфильев В.Г., Дударь Ю.А., Пешкова Л.И. Искусственное восстановление первичных типов растительности как основной части природных биоценозов. // Ботанический журнал, 1971. т. 56, № 12. С. 1–12.
6. Дударь Ю.А. Интродукция фитоценозов // Тр. СНИИСХ. Интродукция, акклиматизация и введение в культуру хозяйственно-ценных растений. Ставрополь, 1977. Вып. 42. С. 108–115.
7. Пещанская Е.В. К вопросу о восстановлении луговых степей методом посадки дерна в ставропольском ботаническом саду // Флора и заповедное дело на Кавказе: история и современное состояние изученности. Материалы международной конферен-

- ции, посвященной 130-летию Перкальского дендрологического парка (Перкальского арборетума). Пятигорск, 2019. С. 71–72.
8. Кожевников В.И., Гречушкина-Сухорукова Л.А., Пещанская Е.В., Исаенко Т.Н. Опыт восстановления лугово-степных ценозов в Ставропольском ботаническом саду методом посадки дёрна // Кормопроизводство. 2012. № 7. С. 13–15.
 9. Дзыбов Д.С. Агростепи. Ставрополь: Агрус, 2010. 256 с.
 10. Лапенко Н.Г., Дудченко Л.В. Восстановление природной растительности с использованием ресурсосберегающей технологии создания травостоев сенокосно-пастбищного использования в условиях Ставропольского края / Практические рекомендации. Ставрополь, 2019. 22 с.
 11. Белоус В.Н., Данилевич В.Г., Дзыбов Д.С., Иванов А.Л., Кухарук М.Ю., Лиховид Н.Г., Магулаев А.Ю., Шевченко Г.Т., Шильников Д.С. Красная книга Ставропольского края. Т. I. Растения. Самара, 2013. Т. I. 399 с.
 12. Шалыт М.С. Методика изучения морфологии и экологии подземной части отдельных растений и растительных сообществ. Полевая геоботаника, М.; Л., 1960, т. 2. С. 369–447.

References

1. Shalnev V.A., Oleinikova D.V. Landscapes of the North Caucasus / Study letter. Stavropol. 2010. 237 p. (in Russ).
2. Dudar Yu.A. Methodological guidelines for restore and study of grasslands. Stavropol, 1976. 58 p. (in Russ).
3. Pechshanskaya E.V., Kozhevnikov V.I. On the issue of productivity of restored meadow-steppe formations // Kormoproisvodstvo. M., 2019. № 11. P. 12–16. (in Russ).
4. Skripchinsky V.V. To the setting of the question of introduction of plant communities // Tr. SNIISH, 1977. Is. 43. P. 70–77. (in Russ).
5. Skripchinsky V.V., Tanfilev V. G., Dudar Yu. A., Peshkova L. I. Artificial restoration of primary vegetation types as the main part of natural biocenoses // Botanicheskiy jurnal, 1971. Vol. 56, № 12. P. 1–12. (in Russ).
6. Dudar Yu. A. Introduction of phytocenoses // Proceedings of the SNIISH / Introduction, acclimatization and introduction of economically valuable plants into the culture. Stavropol, 1977. Is. 42. P. 108–115. (in Russ).
7. Peshchanskaya E. V. On the issue of restoration of meadow steppes by method of planting turf in the Stavropol botanical garden.// Flora and reserve management and studies in the Caucasus: history and current state of study. Materials of the international conference dedicated to the 130th anniversary of the Perkalsky dendrological park (Perkalsky arboretum). Pyatigorsk, 2019. P. 71–72. (in Russ).
8. Kozhevnikov V.I., Grechushkina-Sukhorukova L.A., Peshchanskaya E.V., Isaenko T.N. Experience in restoring meadow-steppe cenoses in the Stavropol Botanical garden by planting sod // Kormoproisvodstvo. 2012. № 7. P. 13–15. (in Russ).

9. Dzybov D.S. Agrostepes. Stavropol: "AGRUS", 2010. 256 p. (in Russ).
10. Lapenko N.G., Dudchenko L.V. Restoration of natural vegetation using resource-saving technology for creating grass stands for hay-pasture use in the conditions of the Stavropol Territory. / Practical recommendations. Stavropol, 2019. 22 p. (in Russ).
11. Belous V.N., Danilevich V.G., Dzybov D.S., Ivanov A.L., Kuharuk M. Yu., Likhovid N. G., Magulaev A. Yu., Shevchenko G. T., Shilnikov D. S. Red Book of the Stavropol Territory Vol. I. Plants. Samara, Vol. I. 399 p. (in Russ).
12. Shalyt M. S. Methodology for studying the morphology and ecology of the underground part of individual plants and plant communities. Polevaya geobotanica, M., L., 1960, Vol. 2. P. 369-447. (in Russ).

**Поступило в редакцию 28.01.2021,
принята к публикации 01.03.2021.**

Об авторах

Пещанская Екатерина Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории флоры и растительности, Ставропольский ботанический сад имени В.В. Скрипчинского – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Ставрополь, ул. Ленина, 478.

Тел.: (905) 447-18-70, e-mail: ekaterina108@mail.ru.

Лиховид Наталья Геннадьевна, доктор биологических наук, профессор, кафедра общей биологии и биоразнообразия, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», институт Живых систем. г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, корпус № 3.

E-mail: likhovid@rambler.ru

About authors

Peshchanskaya Ekaterina Vladimirovna, candidate of Biological Sciences, Senior Researcher Laboratory of Flora and Vegetation, Stavropol Botanical Garden V.V. Skripchinsky – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "North Caucasus Federal Scientific Agricultural Center", Stavropol, st. Lenin, 478.

Likhovid Natalya Gennadievna, doctor of Biological Sciences, Assistant Professor, Professor of chair of General Biology and Biodiversity, NCFU. Stavropol, st. Pushkin, 1, building № 3.

E-mail:likhovid@rambler.ru.

РЕЦЕНЗИЯ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №1, 2021

Соловьев И.А.,
Белозеров В.С.

Северо-Кавказский федеральный университет,
институт наук о Земле, г. Ставрополь.
E_mail: soloivan@mail.ru; E_mail: vsbelozerov@yandex.ru

«НЕОБЫКНОВЕННЫЙ ПУТЬ ГЕОГРАФА: ОТ ЮНОШЕСКОГО ВДОХНОВЕНИЯ ПРОСТРАНСТВОМ ДО ВЫДАЮЩЕГОСЯ УЧЕНОГО»

**О книге П.М. Поляна «Географические арабески:
пространства вдохновения, свободы и несвободы»**

Павел Маркович Полян в представлении не нуждается, его книги уже давно стали классикой соцэкономгеографии, он не перестает нас удивлять каждый год новыми публикациями. В 2017 году из-под пера живой легенды про любимую географию, про знакомые нам лица – от классиков соцэкономгеографии до её современников – вышел огромный (832 страницы) научный, мемуарно-автобиографичный фолиант «Географические арабески: пространства вдохновения, свободы и несвободы».

Получилась необычная книга, в которой автору удалось совместить, казалось бы, несовместимое: результаты научных исследований, эволюцию развития соцэкономгеографии, портреты географов, семейную историю (родословную), полевые дневники, поэзию и взгляды на современные политические проблемы, – и всё это сквозь призму пространства.

Ключевым элементом теоретического блока книги является рассмотрение трансформации преемственности поколений соцэкономгеографов – от В.П. Семенова-Тянь-Шанского и до современности, а также продолжающийся уже много лет дискурс в контексте системно-структурной парадигмы в экономической географии, в котором главными дефинициями являются геосистемы, территориальные системы и территориальные структуры.

Яркие описания портретов географов поражают искренней любовью Павла Марковича к своим учителям, друзьям и ученикам. Особенно хочется отметить портрет Н.Л. Поболя, как пример бескрайнего выражения благодарности за многолетнюю дружбу. К сожалению, в «Галереи портретов» не увидели заметок про А.И. Трейвиша, О.Б. Глезера, Ш.С. Мудуева и других

главных героев «арабесок». Надеемся, что это тема отдельной работы.

Автобиографический блок книги ошеломляет (это не дифирамбы) примером самопожертвования жизнью ради науки. В экспедициях неделями, вдали от семьи, в полевых условиях П.М. Полян изучал географию, как он сам образно выразился, «от мерзлоты до человека» – на острове Врангеля, в Памире, и на Кавказе.

Именно Кавказ стал ключевым местом вдохновения Павла Марковича, здесь он был практически везде, кроме Талыша и Карабаха, но, как он подчеркнул, «...концентрами моей душевной привязанности были, бесспорно, Дагестан и Грузия», и особенно Гунибский район с царственным плато. Красоты Кавказа вдохновили П.М. Поляна изучать опорный каркас расселения Северного Кавказа и вертикальную структуру горного расселения. Как он сам признался, «...в душе крен в сторону гор – гор скорее все же для глаз, чем для ног».

Особенно жадно, мы – «кавказские» географы вчитывались в экспедиционные дневники Павла Марковича по Кавказу. Очень грустно, что столько уникальных материалов по Дагестану так и остались не обработанными, мог бы получиться замечательный труд! Уверены, что их обязательно будут использовать ученые новых поколений.

Последняя глава этого труда ключевая – она держит всю книгу незримыми вожжами. Автор точно уловил и ясно сформулировал при геопортретировании «Левиафана» проблему, как он сам подчеркнул, «...повсеместного «местного самоуправления» как схождения горизонталей и вертикалей страны, причем не на бумаге, а в реальности».

В целом книга получилась яркой и живой, интересной широкому кругу читателей. Её чтение становится легким, приятным и захватывающим, вызывая вдохновение и призывая самим взяться за перо. Хочется обратиться к Павлу Марковичу – спасибо Вам за уникальный труд, с нетерпением ждем Ваших новых книг!

Сведения об авторах

Белозеров Виталий Семенович, доктор географических наук, профессор кафедры социально-экономической географии и туризма Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: (962)451-77-88;

E-mail: vsbelozеров@yandex.ru

Соловьев Иван Алексеевич, кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии и туризма Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: (905)415-56-24;

E-mail: soloivan@mail.ru

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета

Т

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

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

Подписано в печать 19.03.2021 г. Выход в свет 29.03.2021 г.
Формат 70 × 108 1/16. Гарнитура Times New Roman. Бумага
офсетная. Усл. печ. л. 15,58. Тираж 1000 экз. Цена 534 руб.

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