

ISSN 2712-8628



ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ

STEPPE SCIENCE

2022

№ 1

**РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЕ
НАУЧНОЕ СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ**

ИНСТИТУТ СТЕПИ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
INSTITUTE OF STEPPE OF THE URAL BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ

STEPPE SCIENCE

1

2022

ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ. 2022. № 1

Издание «Вопросы степеведения» основано по решению ученого совета Института степи УрО РАН в 1999 году.

Главный редактор академик РАН А.А. Чибилов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Науки о Земле

Тишков А.А., член-корр. РАН, д.г.н.
Хорошев А.В., д.г.н.
Черных Д.В., д.г.н.
Дмитриева В.А., д.г.н.
Коронкевич Н.И., д.г.н.
Кочуров Б.И., д.г.н.
Васильев Д.Ю., к.ф.-м.н.
Рябинина Н.О., к.г.н.
Ахмеденов К.М., к.г.н.
Пашков С.В., к.г.н.
Левыкин С.В., проф. РАН, д.г.н.
Петрищев В.П., д.г.н.
Чибилов А.А. (мл.), к.э.н.
Павлейчик В.М., к.г.н.
Сивохип Ж.Т., к.г.н.
Мячина К.В., д.г.н.
Грошева О.А., к.г.н.
Рябуха А.Г., к.г.н.
Дубровская С.А., к.г.н.
Вельмовский П.В., к.г.н.
Филимонова И.Ю., к.г.н.
Святоха Н.Ю., к.г.н.

Общая биология

Сафронова И.Н., д.б.н.
Агафонов В.А., д.б.н.
Артемяева Е.А., д.б.н.
Литвинская С.А., д.б.н.
Намзалов Б.Б., д.б.н.
Силантьева М.М., д.б.н.
Суондуков И.В., д.б.н.
Ширяев А.Г., д.б.н.
Самбуу А.Д., д.б.н.
Куст Г.С., д.б.н.
Кучеров С.Е., д.б.н.
Демина О.Н., д.б.н.
Дарбаева Т.Е., д.б.н.
Брагина Т.М., д.б.н.
Нурушев М.Ж., д.б.н.
Спасская Н.Н., к.б.н.
Сорока О.В., к.б.н.
Бакиев А.Г., к.б.н.
Ткачук Т.Е., к.б.н.
Кин Н.О., к.б.н.
Калмыкова О.Г., к.б.н.
Барбазюк Е.В., к.б.н.

Сельскохозяйственные науки

Кулик К.Н., ак. РАН и РЭА, ак. РАСХН, д.с.-х.н.
Савин Е.З., д.с.-х.н.
Гулянов Ю.А., д.с.-х.н.
Часовских Н.П., д.с.-х.н.
Мушинский А.А., д.с.-х.н.
Трофимов И.А., д.г.н., к.б.н.
Христиановский П.И., д.б.н.

Издание «ВОПРОСЫ СТЕПЕВЕДЕНИЯ» зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство – ЭЛ № ФС77-79189.
ISSN – 2712-8628.

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатный.

Учредитель издания:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Оренбургский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук.

Ответственный секретарь редакции:

к.г.н., с.н.с. Грошева О.А.

+7 (3532) 77-44-32

E-mail: steppescience@mail.ru

Адрес редакции: 460000, Оренбургская область, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11.

© Институт степи УрО РАН, 2022

Подписано к изданию – 17.03.2022
Дата выхода номера – 23.03.2022

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Щавелев А.Н., Ряхов Р.В. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СОВМЕЩЕННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО И НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ)	4
Тюрин А.М. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛЯНО-КУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР КАК ЧАСТЬ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ ЛАНДШАФТОГЕНЕЗА	12
Магрицкий Д.В., Ефимова Л.Е., Гончаров А.В., Кенжебаева А.Ж. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. УРАЛ, ЕГО ПРОБЛЕМЫ И ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ	28
Тулохонов А.К., Болданов Т.А., Базаржапов Ц.Ж., Бильгаев А.В., Янгутова А.Б., Dong S., Cheng H. НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В БАЙКАЛЬСКОМ СЕГМЕНТЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «ОДИН ПОЯС – ОДИН ПУТЬ»	50

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Бакалова М.В., Сайфуллина Н.М., Бакалов В.С. МОНИТОРИНГ ОБЫКНОВЕННОГО АПОЛЛОНА PARNASSIUS APOLLO LINNAEUS, 1758 В ЗАПОВЕДНИКЕ «ШУЛЬГАН-ТАШ»	60
Лалин П.А., Гуров П.И., Мирзоев Х.Ш. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГОЛОВЬЯ ЗУБРОВ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ОРЛОВСКОЕ ПОЛЕСЬЕ»	70

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Гулянов Ю.А. ОЗИМАЯ РОЖЬ В СТЕПНОМ ОРЕНБУРЖЬЕ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ	78
--	----

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СОВМЕЩЕННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО И НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ)

А.Н. Щавелев, Р.В. Ряхов

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: ditmark12rus@gmail.com

Основная задача исследования – анализ динамики структуры ландшафтного покрова в ходе взаимодействия сельскохозяйственного и нефтегазодобывающего природопользования. Для исследований выбраны два участка Западно-Анастасиевского и Анастасиевско-Троицкого нефтегазовых месторождений Краснодарского края, расположенные в пределах сельскохозяйственных угодий Славянского и Крымского районов. Оценивалась динамика площади фактически используемых в ходе разработки месторождений земель, общая протяженность дорог в пределах участков исследования, а также площади так называемых «зон полного использования» за 10 лет – с 2009 по 2019 гг. Основным методом исследования – дешифрирование спутниковых данных, доступных в приложении Google Earth. Выявлено, что площадь используемых земель в западной части ключевого участка увеличилась на 33 % за счет сокращения площади пашни. В восточной части участка площадь зоны полного использования не изменилась, а общая площадь участка даже снизилась. При этом произошло уплотнение скважин, дорог и хозяйственных построек. Рассматриваемые ключевые участки месторождений находятся в эксплуатации более 60 лет; такой продолжительный период использования может привести к необратимым изменениям ландшафта и его исключению в дальнейшем из наиболее значимых видов хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: нефтегазодобыча, землепользование, динамика трансформации ландшафта, снижение площади пашни, Краснодарский край.

Введение

Нефтегазовая отрасль – ведущая в России. Она включает в себя добычу сырья, производство, транспортировку и сбыт продуктов переработки. Нефть и газ являются важнейшими компонентами экспорта и, исходя из данных Госдоклада о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году, составляют 62 % от всего объема вывозимых товаров, и ежегодно в России добывается более 550 млн т нефти и 690 млрд кубометров газа [1]. При этом на территориях нефтегазодобычи происходит как уничтожение, так и изменение растительного, почвенного и снежного покровов, поверхностного стока и микрорельефа. Такие нарушения приводят к смещениям в тепловом и влажном режимах грунтовой толщи и к существенному сдвигу ее общего состояния, что приводит к необратимым последствиям [2].

Месторождения Краснодарского края относятся к Северо-Кавказско-Мангышлакской нефтегазоносной провинции, разработка залежей в регионе ведется с середины 50-х гг. прошлого века. Главной добывающей компанией является Краснодарнефтегаз. Ежегодно внедряются передовые технологии нефтегазодобычи, ведется активное строительство новых скважин и расконсервация существующих [3]. Многие месторождения имеют хороший потенциал для долгосрочной разработки. Рассматриваемые ключевые участки недропользования находятся в эксплуатации уже более 60 лет, и действующая лицензия на Анастасиевско-Троицкое месторождение продлена до 2073 г. Добыча нефти на данном месторождении составляет около 40 % от всей добычи в Краснодарском крае [4]. Такой

продолжительный период использования может привести к необратимым изменениям ландшафта, что впоследствии, скорее всего, не позволит использовать задействованные под нефтегазодобычу земли в наиболее значимых видах хозяйственной деятельности.

Целью исследования является изучение трансформации земельного покрова на территориях смежного землепользования – сельскохозяйственного и нефтегазодобывающего. Основная задача – анализ динамики структуры землепользования в ходе взаимодействия двух разноречивых типов природопользования.

Материалы и методы

Для исследований выбраны два участка нефтегазовых месторождений – Западный и Восточный, расположенные к юго-западу от города Славянска-на-Кубани, в пределах Славянского и Крымского районов, относящиеся к Западно-Анастасиевскому и крупному Анастасиевско-Троицкому месторождению, обеспечивающему около 40 % всей добычи нефти в Краснодарском крае (рис. 1). Территория исследования относится к гидроморфным и субгидроморфным дельтово-планевым ландшафтам с лугово-болотными комплексами. Почвенный покров представлен преимущественно торфяно-глеевыми, перегнойно-глеевыми и лугово-черноземными почвами [5]. Ближайшие населенные пункты – хутор Ханьков и станция Анастасиевская. С населенными пунктами и промысловой базой исследуемые месторождения связаны шоссейной дорогой. Южнее месторождений протекает река Кубань.

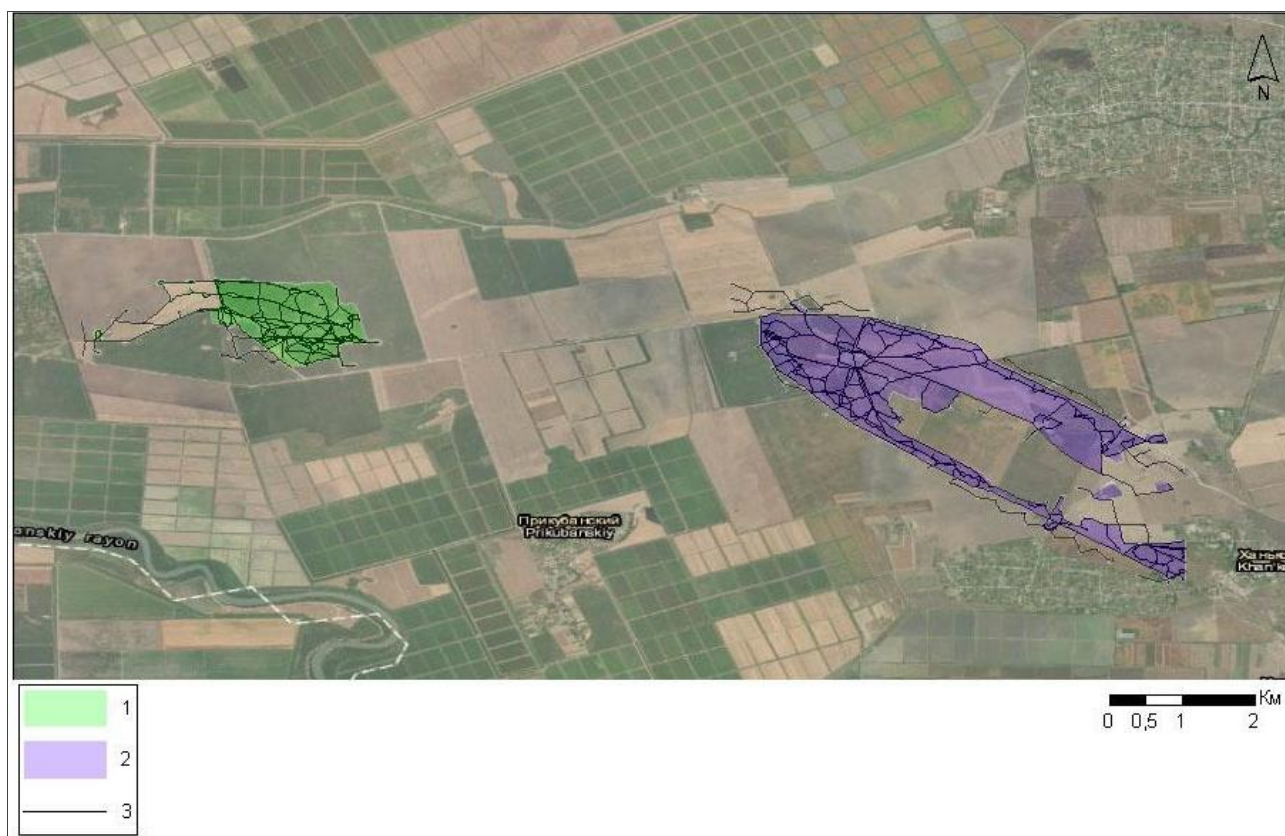


Рисунок 1 – Ключевые участки исследования: 1 – Западный, 2 – Восточный, 3 – дорожная сеть в пределах участка исследования (2009 г.)

В качестве временного отрезка для исследования динамики землепользования в зонах влияния природно-техногенной геосистемы нефтегазового месторождения был выбран промежуток в 10 лет – с 2009 по 2019 гг. Оценивались такие параметры, как площадь фактически используемых в ходе разработки месторождений земель, общая протяженность дорог в пределах участков исследования, а также площади так называемых «зон полного

использования» – комплексного показателя, под которым понимаются земли, испытывающие многолетнее непрерывное воздействие инфраструктуры, прямое или косвенное, характеризующиеся интенсивным уничтожением растительного покрова, значительным увеличением плотности дорожной сети, застройкой объектами инфраструктуры месторождений и пр.

В первую очередь в ходе оцифровки были определены площади фактически используемых при разработке месторождений земель (ИЗ) и их динамика за 10 лет. Площадь ИЗ является одним из важнейших показателей уровня воздействия на исходные ландшафты. В рассматриваемом случае земли под нефтегазодобычу изымались из сельскохозяйственного фонда.

Вторым шагом определялась общая протяженность дорог в пределах ключевых участков, а затем рассчитывалась плотность дорожной сети, которая является важнейшим показателем воздействия (рис. 2, 3).

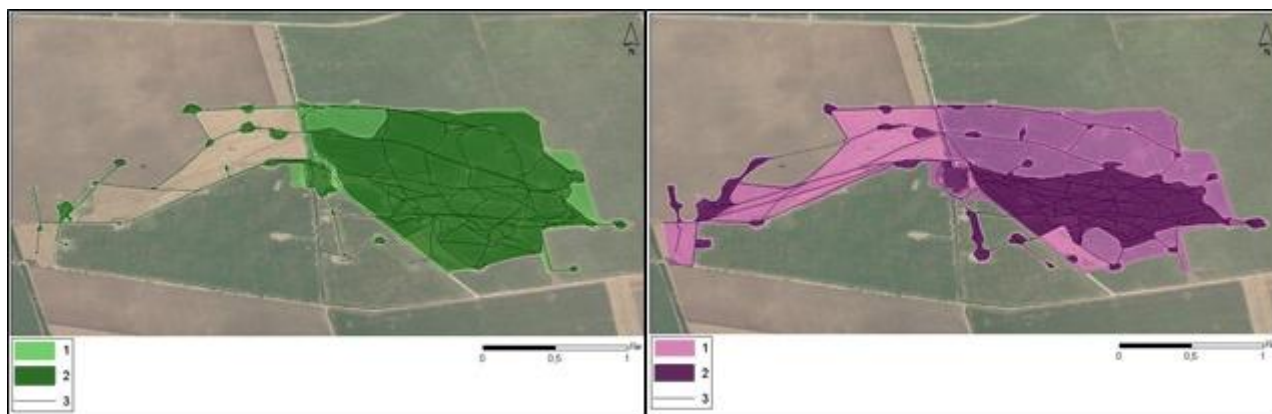


Рисунок 2 – Западный участок исследования: слева – территория участка на 2019 г., справа – на 2009 г.; 1 – полная площадь участка, 2 – зона полного использования, 3 – дорожная сеть в пределах участка исследования

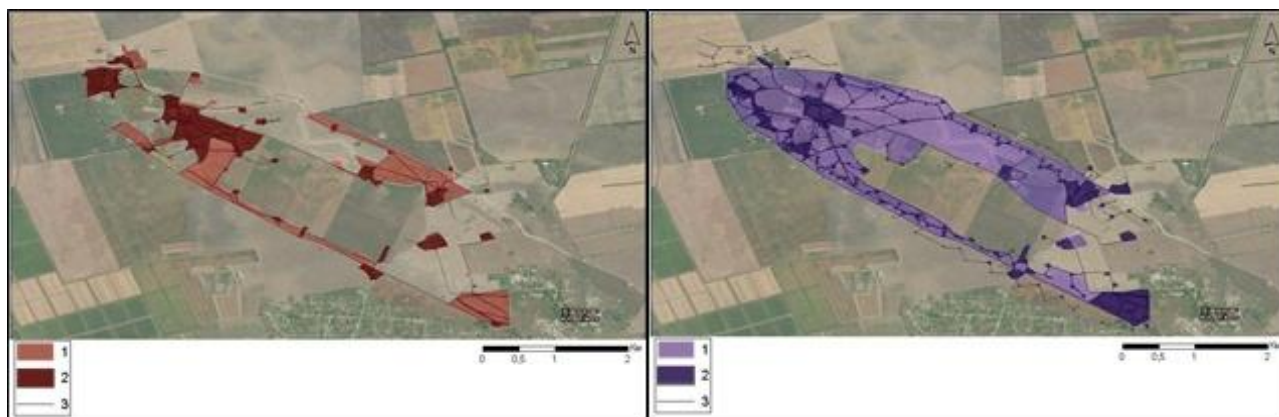


Рисунок 3 – Восточный участок исследования: слева – территория участка на 2019 г., справа – на 2009 г.; 1 – полная площадь участка, 2 – зона полного использования, 3 – дорожная сеть в пределах участка исследования

Доля специализированных дорог нефтегазопромыслов варьирует от 12 до 59 % общей длины дорожной сети ключевых участков, при этом около 25 % дорог составляют неофициальные подъездные пути, создаваемые водителями ведомственного большегрузного транспорта [6]. Такие неофициальные подъездные пути – наиболее динамичный показатель, и чем интенсивнее происходит освоение месторождения, тем выше их плотность.

В-третьих, для более точного определения нарушенных площадей были оцифрованы так называемые зоны полного использования, испытывающие многолетнее непрерывное

прямое или косвенное воздействие инфраструктуры (в нашем случае – не менее 10 лет), с уничтожением или серьезным изменением растительного покрова, значительным увеличением плотности дорожной сети, застройкой территории инфраструктурой и пр. Полученные количественные данные представлены в таблице 1.

Основной метод исследования – дешифрирование спутниковых данных, доступных в приложении Google Earth и расчеты необходимых параметров [7, 8].

Результаты и обсуждение

Основные результаты изложены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные исследуемые характеристики

Характеристики	Западный участок		Восточный участок	
	2009	2019	2009	2019
Полная площадь, км ²	1,29	1,72	4,12	2,99
Длина дорожной сети, км	32,84	32,66	70,13	42,66
Плотность дорожной сети, км/км ²	25,46	18,99	17,02	14,27
Зона полного использования, км ²	1,071515	0,598553	0,777327	0,765113

Как следует из таблицы 1, площадь ИЗ в западной части ключевого участка № 1 увеличилась более чем на 33 %. В то же время, в Восточной части ключевого участка площадь ИЗ снизилась более чем на 27 %. При этом плотность дорожной сети в западной части снизилась на 25 %, в восточной на 16 %. Площадь зон полного использования в западной части снизилась практически на 45 %, а в восточной, в тоже время, динамика показателя осталась в пределах статистической погрешности (менее 2 %).

Общую тенденцию стагнации или снижения трансформации земельного покрова на территориях смежного землепользования нарушает лишь один параметр в западной части ключевого участка, где наблюдается увеличение площади используемых земель на 33 % (рис. 4).

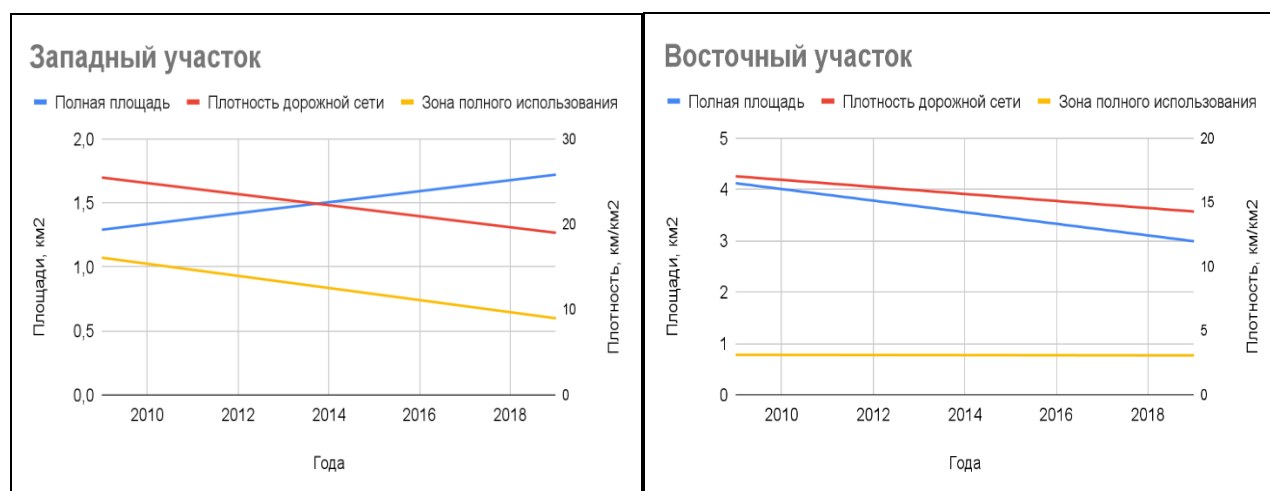


Рисунок 4 – Графическое отображение динамики параметров землепользования в пределах ключевых участков за промежуток времени с 2009 по 2019 гг.

Такое увеличение можно объяснить тем, что некоторые территории полностью переведены из сельскохозяйственного использования в пользование нефтегазодобывающих компаний. При этом в восточной части участка площадь зоны полного использования не изменилась, а общая площадь участка даже снизилась. Произошло уплотнение скважин, дорог и хозяйственных построек.

Как показывает проведенный анализ космических изображений, зоны полного использования земель до конца срока эксплуатации месторождения не подвергаются процессам рекультивации и выглядят заброшенными даже в случае прекращения фактических процессов воздействия, хотя на этих землях после окончания добычи по закону должна проводиться рекультивация [9]. Отдельные участки бывших площадок скважин практически полностью лишены растительности и подвергаются активным процессам эрозии [10]. Как видно на примере западной части ключевого участка, в ходе эксплуатации перспективного месторождения продолжается расширение площади задействованных под нефтегазодобычу земель за счет сокращения площади земель сельскохозяйственного назначения (в нашем примере – сократилась площадь пашни). Снижение плотности дорожной сети хоть и является важнейшим показателем уменьшения воздействия на территорию, но отражает лишь крайне слабую позитивную тенденцию снижения трансформации ландшафтного покрова, которой недостаточно для того, чтобы говорить о включении каких-либо восстановительных процессов.

Выводы

Результаты исследования отражают неравномерность антропогенного воздействия в пределах объектов недропользования Краснодарского края. Близость расположения эксплуатируемых участков не гарантирует аналогичность интенсивности и направленности техногенной трансформации ландшафтной структуры. Определяющими факторами являются, в первую очередь, экономическая конъюнктура и заинтересованность недропользователя в эксплуатации месторождения. Долговременное воздействие на геосистемы и отсутствие лимитирующих факторов по антропогенной нагрузке, в пределах горных отводов месторождений полезных ископаемых, приводит к деградации почвенного и растительного покрова, что, в свою очередь, препятствует как полному восстановлению природных ландшафтов, так и возможности полноценного хозяйственного использования после завершения процессов недропользования.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 20-05-00122А, №ГР АААА-А20-120011390069-6), а также в рамках гос. задания ИС УРО РАН (№ГР АААА-А21-121011190016-1).

Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosnedra.gov.ru/article/13175.html> (дата обращения: 26.10.2021).
2. Аксенова В.О., Залимова М.М. Экологические проблемы нефтяной промышленности // Наука. Технология. Производство – 2017. Экология и ресурсосбережение в нефтехимии и нефтепереработке: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 40-летию кафедры химико-технологических процессов филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате и году экологии. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. С. 108.

3. «РН-Краснодарнефтегаз» завершил строительство Троицкой компрессорной станции». Департамент информации и рекламы ПАО «НК «Роснефть». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/204147> (дата обращения: 17.12.2021).
4. Роснефть продлила лицензию на Анастасиевско-Троицком месторождении в Краснодарском крае до 2073 г. Информационно-аналитический портал Neftegaz.RU. М., 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/news/Geological-exploration/214342-rosneft-prodlila-litsenziyu-na-anastasievsko-troitskom-mestorozhdenii-v-krasnodarskom-krae-do-2073-g> (дата обращения: 26.10.2021).
5. Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология): Учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2010. 356 с.
6. Мячина К.В. Геоэкологический анализ и пути оптимизации ландшафтов степной зоны в условиях разработки нефтегазовых месторождений. М: Медиа-Пресс, 2020. 216 с.
7. Мячина К.В., Малахов Д.В. Опыт применения данных дистанционного зондирования среднего пространственного разрешения для выделения объектов нефтепромыслов в условиях техногенно-модифицированного ландшафта (на примере Оренбургской области) // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т.15. № 3(7). С. 2341-2345.
8. Baynard C.W., Mjachina K., Richardson R.D., Schupp R.W., Lambert J.D., & Chibilyev A.A. Energy Development in Colorado's Pawnee National Grasslands: Mapping and Measuring the Disturbance Footprint of Renewables and Non-Renewables. Environmental Management. 2017. vol. 59, issue 6. pp. 995-1016.
9. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 (ред. от 07.03.2019) «О проведении рекультивации и консервации земель» (вместе с «Правилами проведения рекультивации и консервации земель»). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/ (дата обращения: 26.10.2021).
10. Мячина К.В., Дубровская С.А., Ряхов Р.В. Роль нефтедобычи в развитии эрозионных процессов в сельскохозяйственных ландшафтах степной зоны // Региональные геосистемы. 2020. № 44(3). С. 283-294.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 25.01.2022
Принята к публикации 23.03.2022

ANALYSIS OF LAND USE DYNAMICS UNDER AGRICULTURAL AND OIL PRODUCTION IMPACT (ON THE EXAMPLE OF THE SLAVIAN DISTRICT OF KRASNODAR REGION)

A. Shavelev, R. Ryakhov

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg
e-mail: ditmark12rus@gmail.com

The main task of the research is to analyze the dynamics of the landscape cover structure in the cooperation process of agricultural and gas and oil extraction nature management. Two areas were chosen to research. They are the West Anastasievsky and Anastasievsko-Troitsky oil and gas fields of the Krasnodar Territory, located within the agricultural land of the Slavyansky and Krymsky districts. The dynamics of the square of the land actually used in the deposits'

development, the total length of roads within the study areas, as well as the areas of the so-called “zone of full use” for 10 years (from 2009 to 2019) are estimated. The main research method is the interpretation of satellite data available in the Google Earth application. It was revealed that the area of used lands in the western part of the key territory increased by 33 % due to a decrease of arable land. In the eastern part of the site, the area of the full use zone has not changed, and the total area of the site has even decreased. At the same time, wells, roads and economic buildings have been densified. The plots of land under consideration have been exploited for more than 60 years; such an extended period of use may lead to an irreversible change of the landscape and its exclusion from the most significant economic activities further.

Key words: oil and gas production, land use, dynamics of landscape transformation, decrease in arable lands, Krasnodar Territory.

References

1. Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii i ispol'zovanii mineral'no-syr'evykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://rosnedra.gov.ru/article/13175.html> (data obrashcheniya: 26.10.2021).
2. Aksenova V.O., Zalimova M.M. Ekologicheskie problemy neftyanoi promyshlennosti. Nauka. Tekhnologiya. Proizvodstvo – 2017. Ekologiya i resursosberezhenie v neftekhimii i neftepererabotke: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, posvyashchennoi 40-letiyu kafedry khimiko-tekhnologicheskikh protsessov filiala Ufimskogo gosudarstvennogo neftyanogo tekhnicheskogo universiteta v g. Salavate i godu ekologii. Ufa: Izd-vo UGNTU, 2017. S. 108.
3. “RN-Krasnodarneftegaz” zavershil stroitel'stvo Troitskoi kompressornoj stantsii». Departament informatsii i reklamy PAO “NK “Rosneft”. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.rosneft.ru/press/news/item/204147> (data obrashcheniya: 17.12.2021).
4. Rosneft' prodlila litsenziyu na Anastasievsko-Troitskom mestorozhdenii v Krasnodarskom krae do 2073 g. Informatsionno-analiticheskii portal Neftegaz.RU. M., 2016. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://neftegaz.ru/news/Geological-exploration/214342-rosneft-prodlila-litsenziyu-na-anastasievsko-troitskom-mestorozhdenii-v-krasnodarskom-krae-do-2073-g> (data obrashcheniya: 26.10.2021).
5. Belyuchenko I.S. Ekologiya Krasnodarskogo kraja (Regional'naya ekologiya): Uchebnoe posobie. Krasnodar: KubGAU, 2010. 356 s.
6. Myachina K.V. Geoekologicheskii analiz i puti optimizatsii landshaftov stepnoi zony v usloviyakh razrabotki neftegazovykh mestorozhdenii. M: Media-Press, 2020. 216 s.
7. Myachina K.V., Malakhov D.V. Opyt primeneniya dannykh distantsionnogo zondirovaniya srednego prostranstvennogo razresheniya dlya vydeleniya ob"ektov neftepromyslov v usloviyakh tekhnogenno-modifitsirovannogo landshafta (na primere Orenburgskoi oblasti). Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2013. T.15. N 3(7). S. 2341-2345.
8. Baynard C.W., Mjachina K., Richardson R.D., Schupp R.W., Lambert J.D., & Chibilyev A.A. Energy Development in Colorado's Pawnee National Grasslands: Mapping and Measuring the Disturbance Footprint of Renewables and Non-Renewables. Environmental Management. 2017. vol. 59, issue 6. pp. 995-1016.
9. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 10.07.2018 N 800 (red. ot 07.03.2019) “O provedenii rekul'tivatsii i konservatsii zemel” (vmeste s “Pravilami provedeniya rekul'tivatsii i konservatsii zemel”). [Elektronnyi resurs]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/ (data obrashcheniya: 26.10.2021).
10. Myachina K.V., Dubrovskaya S.A., Ryakhov R.V. Rol' neftedobychi v razvitii erozionnykh protsessov v sel'skokhozyaistvennykh landshaftakh stepnoi zony. Regional'nye geosistemy. 2020. N 44(3). S. 283-294.

Сведения об авторах

Антон Николаевич Щавелев

Инженер отдела природно-техногенных геосистем, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0002-7249-2193

Anton Shavelev

Engineer, Department of Natural and Technogenic Geosystems, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Роман Васильевич Ряхов

Младший научный сотрудник отдела природно-техногенных геосистем, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0002-4762-3286

Roman Ryakhov

Junior Researcher, Department of Natural and Technogenic Geosystems, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Для цитирования: Щавелев А.Н., Ряхов Р.В. Анализ динамики землепользования в условиях совмещенного сельскохозяйственного и нефтегазодобывающего производства (на примере Краснодарского края) // Вопросы степеведения. 2022. № 1. С. 4-11. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-1-4-11

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛЯНО-КУПОЛЬНЫХ СТРУКТУР КАК ЧАСТЬ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ ЛАНДШАФТОГЕНЕЗА

А.М. Тюрин

ООО «ВолгоУралНИПИгаз, Оренбургский государственный университет, Россия, Оренбург

e-mail: amturin1952@bk.ru

Рассмотрены данные термокаротажа в скважинах Каинсайско-Линевской зоны (северо-восток Прикаспийской впадины, Оренбургская область). Дано обоснование необходимости изучения теплофизических характеристик соляно-купольных структур и вмещающих терригенных отложений (до почвенного слоя включительно), как одной из значимых составляющих феноменологической концепции ландшафтогенеза.

Ключевые слова: соляно-купольные структуры, тепловой поток, термокартаж, ландшафтогенез, Оренбургская область.

Введение

Карбонаты девонско-среднекаменноугольного возраста Прикаспийской впадины и девонско-нижнепермского южной части волго-уральской карбонатной платформы перекрыты мощной толщей эвапоритов кунгурского яруса нижней перми. Первичное пластовое залегание толщи и перекрывающих ее терригенных отложений перми, мезозоя и кайнозоя нарушено процессами галокинеза. Сформированы соляно-тектонические структуры – купола, гряды и компенсационные мульды.

Институтом степи Уральского отделения РАН разработана феноменологическая концепция соляно-купольного ландшафтогенеза [1, 2]. Локальное влияние соляно-купольных структур (куполов и гряд) на природную среду рассматривается в рамках целостной системы. Связанные с ними интерферирующие факторы приводят к формированию геологических, геоморфологических, геохимических, климатических, почвенных и геоботанических аномалий относительно фоновой ландшафтной среды. В пределах последней формируются редкие и уникальные урочища.

Автор статьи [3] с позиций феноменологической концепции разделил публикации, в которых рассматриваются вопросы воздействия галокинеза на различные природные компоненты, на четыре группы:

- оригинальные идеи и концепции в области формирования соляно-купольных структур;
- геоморфологические проявления галокинеза;
- ландшафтные проявления соляно-купольных структур;
- прикладные аспекты (недропользование, рекреационно-туристические и природоохранные) использования соляно-купольных геосистем.

В публикациях [1-3] не затрагивается одна из главных характеристик соляных куполов и гряд, связанная с их теплофизическими свойствами. Они являются проводниками тепла с глубины 2,0-12,0 км до почвенного слоя. В Прикаспийской впадине замеренная температура на глубине 4,4 км составляет 90-120 °С. Температуропроводность соли $12,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, теплопроводность – $6,9 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. У терригенных пород, вмещающих соляно-купольные структуры, значения этих параметров существенно ниже – $5,0 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ и $2,3 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ соответственно [4]. Теплопроводность ангидритов $3,0 \text{ мВт/м}^2$, карбонатов от 1,7 до $2,7 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ [5]. В Прикаспийской впадине наиболее низкие значения теплового потока – менее 30 мВт/м , на ее северо-востоке [6]. В ее восточной части тепловой поток по площади варьируется от 30 до 67 мВт/м^2 , что связано с фокусирующим действием соляных куполов и

гряд [7]. В Предуральском прогибе на глубине 1000 м температура в пределах зоны соляно-купольных структур варьируется от 31,5 до 52,4 °С, в интервале 100-1000 м геотермический градиент – от 1,1 до 3,5 °С/100 м [8]. На одной и той же глубине температура над сводами куполов и гряд выше, чем над их периферийными частями.

Изучение теплофизических характеристик соляно-купольных структур «выпало» из комплексных исследований в рамках феноменологической концепции. Минимальная глубина кровля солей Северо-Баскунчакского купола (Астраханская область) 35-60 м. Мощность кепрока – от первых метров до 80 м [9]. На северо-западе Прикаспийской впадины, где локализован купол, подсолевые отложения залегают на глубинах более 6,0 км. Северо-Баскунчакский купол «подводит» глубинное тепло к подпочвенным отложениям и почвенному слою. С куполом связаны поверхностные водотоки, которые обеспечивают 95 % общего стока в озеро Баскунчак [10]. Их водосбор частично находится в его кепроке. В публикации приведены характеристики водотоков. О температуре воды не сообщается. Не сообщается о температуре воды из скважин, главная задача которых мониторинг гидрогеологического режима в районе озера. Не приведена она и при описании гидрогеохимических особенностей подземных вод верхней части Баскунчакского купола [11].

Размеры Индерского соляного купола (Западный Казахстан) 20×25 км. Подсолевые отложения залегают на глубине 9-11 км. Расчетная температура на этих глубинах 150-200 °С [4]. Минимальные глубины залегания кровли солей 5-70 м, мощность кепрока (глинистые гипсы и ангидриты) от первых метров до 250 м [12]. Индерский купол обеспечивает более интенсивный тепловой поток в кепрок и надсолевые отложения, чем Северо-Баскунчакский. В статье [13] приведены результаты его исследований на основе феноменологической концепции. Изучались и родники на берегу озера Индер, область питания которых находится в отложениях над соляным куполом. Приведены их дебиты и минерализация воды. Температуру воды авторы посчитали неинформативным параметром.

Цель данной публикации – постановка вопроса о необходимости изучения теплофизических характеристик соляно-купольных структур и вмещающих терригенных отложений (до почвенного слоя включительно), как одной из значимых составляющих феноменологической концепции. Сделано это на примере данных термокаротажа в скважинах Каинсайско-Линевской зоны.

Направления изучения теплофизических характеристик соляно-купольных структур

Теплофизические характеристики соляно-купольных структур изучаются с позиции физики Земли. В публикации [4] приведены фактические данные термокаротажа и результаты моделирования геотермического поля по линии Джамбай-Кенкияк (восток Прикаспийской впадины). Главный вывод: высокотеплопроводящие соляные купола искажают фоновый тепловой поток от мантии до поверхности земли.

Наиболее развитое направление изучения теплофизических характеристик геологического разреза связано с нефтью и газом. Соляные структуры не только прогревают перекрывающие и вмещающие отложения, но и снижают температуру нижележащих за счет отвода их тепла вверх [14]. В случае залегания соленосной толщи над нефтематеринскими породами, последние под соляными куполами могут находиться в пределах нефтяного окна генерации углеводородов в течение более длительного периода. Этот эффект повышает перспективы нефтеносности осадочных бассейнов с соленосными толщами, трансформированными процессами галокинеза. Выводы авторов имеют большое значение для понимания условий генерации нефти и газа в Прикаспийской впадине. Подсолевые нефтематеринские породы в мульдах могут находиться в газовом окне генерации углеводородов, а под соляными куполами, где их температура ниже, – в нефтяном. То есть, на локальной площади возможно одновременное генерирование нефти и газа. Этот вопрос рассмотрен и на примере северной бортовой зоны Прикаспийской впадины [15].

В публикации [8] приведены методические приемы расчета термобарических параметров разреза по данным бурения и меридиональный профиль современных температур (реконструкция) через оренбургский сегмент Предуральского прогиба. На основе термобарической модели региона осуществляется прогноз зон аномально высоких поровых давлений в интервалах разреза и степень катагенетического преобразования органического вещества нефтематеринских пород.

По данным термокаротажа и результатам изучения теплофизических характеристик керна путем моделирования рассчитано геотемпературное поле Астраханского карбонатного массива [5]. При этом определен вклад в структуру фонового теплового потока радиогенной теплогенерации. Полученные данные являются частью геолого-геофизической модели Астраханского газоконденсатного месторождения.

Авторы публикации [16] на примере Северо-Восточной Германии рассмотрели влияние температурных аномалий, связанных с соляными куполами, на зрелость органического вещества и сроки генерации углеводородов. Кроме того, аномалии влияют на процесс циркуляции пластовых вод в мульдах. Это еще одно направление изучения теплофизических характеристик соляно-тектонических структур. Более сложные модели циркуляции пластовых вод в мульдах для этого же региона рассмотрены в публикации [17]. К склону соляного купола приурочена узкая зона, в которой формируется поток восходящих теплых вод, а холодные воды, на удалении от него, двигаются вниз к подошве надсолевых отложений мульды.

Имеется способ поисков соляных куполов [18] с небольшими изменениями теплопроводности по площади. Бурятся вскрывающие его скважины, в них измеряется температура слоя. По полученным данным рассчитываются тепловые потоки и их соотношения. Максимальный тепловой поток соответствует верхней части соляного купола. Более эффективной для картирования соляно-купольных структур будет обычная геотермическая съемка, применяемая как прямой метод поиска месторождений углеводородов [19]. Температура замеряется в мелких скважинах или шурфах ниже слоя, подверженного ее суточным колебаниям (1-2 м).

В зоне сочленения Соль-Илецкого свода и Предуральского прогиба выполнены дистанционные исследования с целью прогноза участков, перспективных на нефть и газ. Они включали и видеотепловизионную съемку. По ее результатам определяется температура поверхности земли в ночное время. Эти данные нуждаются в целенаправленном анализе. Представляется, что возможности видеотепловизионной съемки позволяют выявлять тепловые аномалии, связанные с соляными куполами и грядами.

Теплофизические характеристики соляно-тектонических структур изучаются для определения параметров строительства проектируемых скважин и подсчета запасов залежей углеводородов. На их основе даются обоснования возможности получения термальной энергии из соляных куполов [20]. Знание распределения температур в соляно-тектонических структурах необходимо для математического моделирования их формирования [15, 21].

Геологическое строение Каинсайско-Линевской зоны

Каинсайско-Линевская зона включает запад оренбургской части Прикаспийской впадины. Последняя на севере маркируется склоном бортового уступа Волго-Уральской карбонатной платформы (рис. 1). Административно зона находится на территории Илецкого и Соль-Илецкого районов Оренбургской области.

В 1960-х годах верхние части соляно-купольных структур Каинсайско-Линевской зоны изучены бурением на калийно-магнезиальные соли. По результатам структурного бурения на нефть и газ на глубину 1200 м изучены надсолевые отложения в зоне их примыкания к Буранной соляной гряде. Аэромагнитная съемка масштаба 1:50000 выполнена в 1979-1981 гг. Соляным куполам соответствуют отрицательные аномалии ΔT_a .

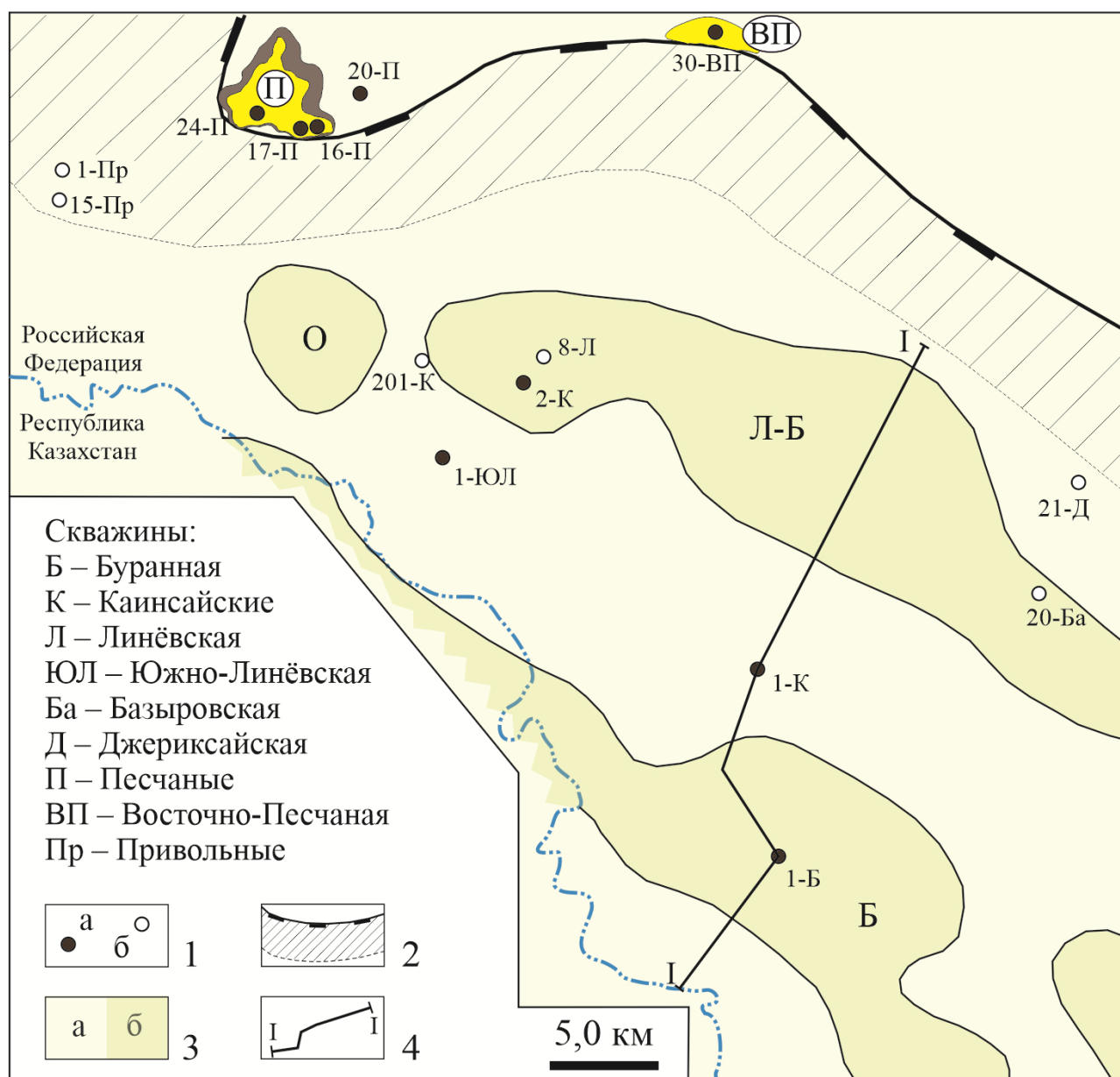


Рисунок 1 – Каинсайско-Линевская зона. Схема геологического строения

Примечание: 1 – скважины, вскрывшие подсолевые карбонаты (а) и не вскрывшие их (б); 2 – склон карбонатной платформы девонско-нижнепермского возраста; 3 – пластовое залегание соленосной толщи кунгурского яруса и мульды (а), соляные купола и гряды (б): Озерский купол (О), Линевско-Базыравская (Л-Б) и Буранная (Б) гряды; 4 – положение сейсмогеологического разреза I-I

До 1993 г. геологоразведочные работы (ГРР) на нефть и газ в Каинсайско-Линевской зоне и на сопредельных площадях выполнялись ГПП «Оренбурггеология». Пробурено пять параметрических скважин (1 и 15 Привольные, 8 Линевская, 20 Базыровская, 21 Джерексаяская) и одна поисковая (16 Песчаная). Все, кроме 21 Джерексаяской, заложены на подсолевые отложения, но вскрыла их только одна – 16 Песчаная, расположенная в зоне бортового уступа карбонатной платформы.

В период 1993-2011 гг. ГРР в Каинсайско-Линевской зоне и на площадях к северу от нее выполнялись ООО «Газпром добыча Оренбург». Они включали сейсморазведку МОГТ в модификациях 2D, ШП и 3D, гравиразведку масштаба 1:25000, низкочастотную акустическую разведку АНЧАР, сейсмическую локацию бокового обзора СЛБО, электроразведку ДНМЭ и газогеохимическую съемку. На подсолевые отложения пробурены четыре скважины. Три параметрические – 1 Каинсаяская (глубина 6516 м), 1 Буранная (6504 м), 1 Южно-Линевская (6145 м), и одна поисковая – 2 Каинсаяская (6581 м).

На надсолевые – поисковая 201 Каинсайская (3202 м). Они решили поставленные задачи, однако не подтвердили прогнозируемые перспективы нефтегазоносности подсолевых и надсолевых отложений.

По данным сейсморазведки МОГТ южнее скважины 1 Каинсайская закартирован выступ кристаллического фундамента, ограниченный с юга разломом (рис. 2). Мощность додевонских отложений, предположительно терригенных ордовикского возраста, севернее скважины достигает 1500 м. В южном направлении они выклиниваются.

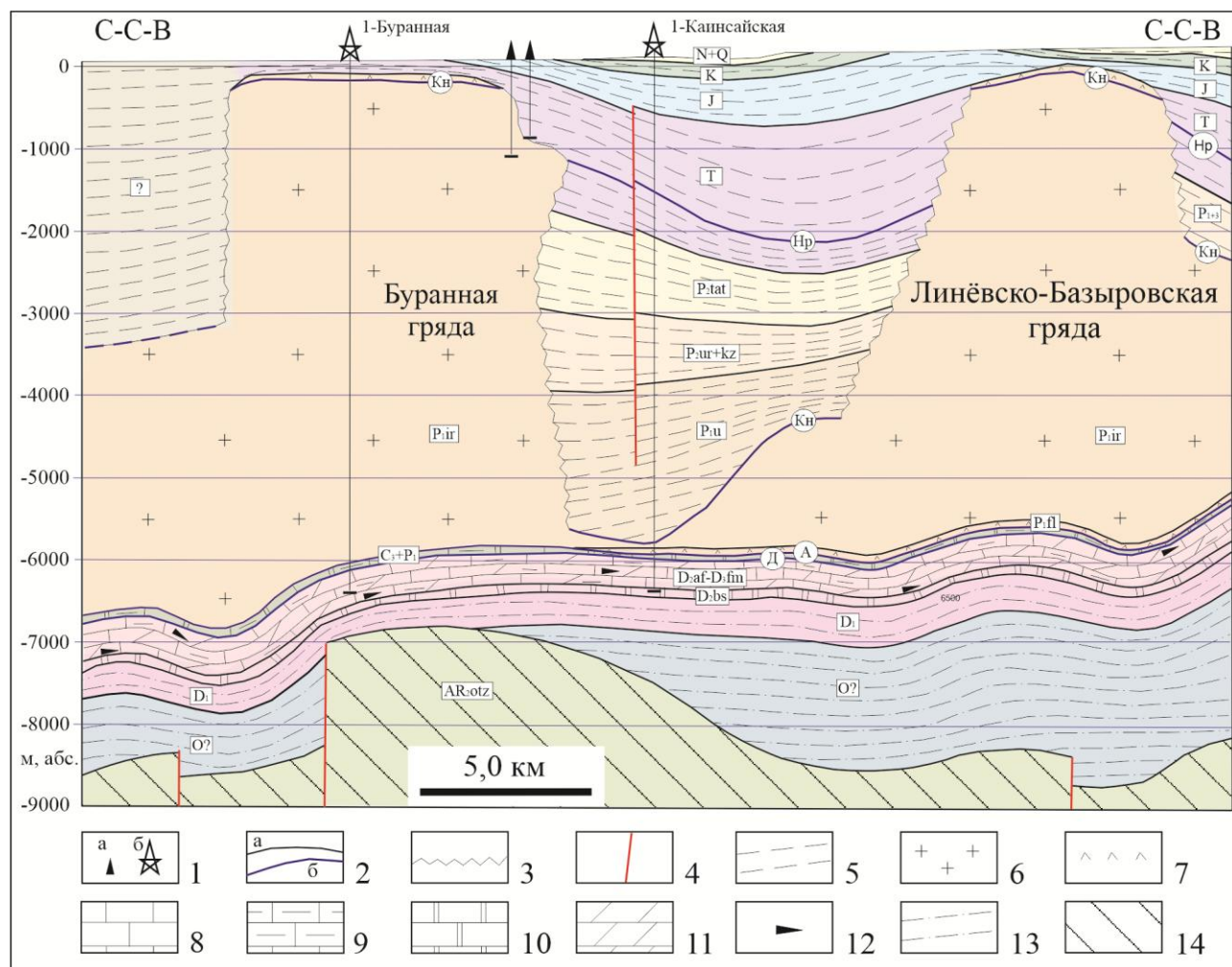


Рисунок 2 – Сейсмогеологический разрез по линии I-I

Примечание: 1 – скважины разведочные на калийно-магнезиальные соли (а), параметрические на нефть и газ (б); 2 – стратиграфические и литологические границы (а и б), в том числе, являющиеся отражающими (б); 3 – субвертикальные склоны соляных гряд; 4 – разломы. Литологические различия пород: терригенные надсолевые отложения (5), отложения соляных гряд, представленные преимущественно галитом (6), ангидриты (7), известняки (8), известняки глинистые (9), доломиты (10), мергели (11), глинистые горючие сланцы (12), терригенные ордовика и нижнего девона (13), кристаллического фундамента (14). Индексы отражающих границ (подписаны в кружочках): Д – кровля девона; А – кровля подсолевых отложений; Кн – кровля солей кунгурского яруса; Нр – кровля пласта песчаника в отложениях триаса.

Литолого-фациальные особенности подсолевых отложений Каинсайско-Линевской зоны охарактеризованы разрезами скважин 1 Бурная (вскрыто 310 м), 1 и 2 Каинсайские (449 и 449 м), 1 Южно-Линевская (109 м). Наиболее древние отложения вскрыты скважиной 2 Каинсайская. Относятся к эмсскому ярусу нижнего девона (вскрыто 20 м). Представлены чередованием аргиллитов, алевролитов, алевро-песчаников и песчаников. Мощность отложений среднего девона (доломиты и известняки) достигает 240 м. Франский ярус сложен доломитами, известняками, аргиллитами, алевролитами и песчаниками. Терригенные

породы преобладают в его верхней части. Состав отложений фаменского яруса – известняки преимущественно микрозернисто-пелитоморфные, аргиллиты, мергели. Мощность отложений верхнего девона – до 245 м. К их кровле приурочена отражающая граница Д.

Окско-серпуховские отложения карбона представлены органогенными доломитами и известняками. Мощность – до 146 м. Ассельский ярус нижней перми сложен тонко-среднезернистыми доломитами, прослоями битуминозными. Артинский ярус – доломитами почти черными, крипто- и микрозернистыми, глинистыми, битуминозными. Это типичные глубоководные депрессионные фации открытого моря. Мощность отложений артинского яруса в разрезе скважины 1 Каинсайская – 37 м. К кровле подсолевых отложений приурочена отражающая граница А.

В скважине 1 Буранная в открытом стволе опробованы отложения девона. Получено 1,5 м³ нефти. При опробовании подсолевых отложений в скважине 1 Каинсайская зафиксирован непромышленный приток газа. Отмечены признаки нефтегазоносности подсолевого разреза скважины 2 Каинсайская. Но притоки углеводородов из пористых пластов не получены.

Высота бортового уступа волго-уральской карбонатной платформы 2000-2200 м. В его верхней части (карбонаты артинского яруса) открыто два месторождения – Песчаное нефтегазоконденсатное (скважины 17, 20 и 24) и газоконденсатное Восточно-Песчаное (скважина 30).

Литологический состав, условия залегания и физические характеристики соленосной толщи кунгурского яруса и надсолевых терригенных отложений Каинсайско-Линевской зоны приведены в публикациях [22-25]. Проявления галокинеза на северо-востоке Прикаспийской впадины имеют те же общие черты, что и в других ее районах. Основные структурные формы – соляные гряды, отдельные купола и мульды. Наиболее протяженный соляно-тектонический элемент представлен Линевско-Базыровской грядой, имеющей длину 90 км, ширину 5-10 км и северо-западно-западное простирание, а также примыкающей к ее западному окончанию системой отдельных куполов (Озерский, Сухореченский и Кончешайский) субширотного простирания. Карачаганакский купол, по-видимому, не является элементом вышеописанной системы и должен рассматриваться как самостоятельная соляная структура. На всем протяжении вышеописанная система куполов и гряд расположена параллельно простиранию бортового уступа волго-уральской платформы, южнее последнего на 8-10 км, и является генетически связанной с ним.

Южнее Линевско-Базыровской гряды расположена система гряд, имеющая северо-западное простирание. Она включает Буранную и Новоивановскую гряды, а также расположенный между их окончаниями Покровский купол. По типу все купола и гряды относятся к прорванным. Они имеют крутые склоны, близкие к вертикальным, осложненные соляными карнизами. Между Линевско-Базыровской и Буранной грядами находится Каинсайская мульда. К кровле соленосной толщи приурочена отражающая граница Кн.

Скважина 1 Буранная расположена в центральной части Буранной гряды. Здесь ширина ее верхней части достигает 8 км. Кепрок в разрезе скважины (интервал 257-297 м) сложен гипсами с карбонатно-глинистыми включениями. Перекрыт терригенными отложениями юры и мела (глины с прослоями песчаников и алевролитов), а также неоген-четвертичными (суглинки и глины). В соленосной толще резко доминирует галит. Имеются пласты ангидритов, терригенных и карбонатных пород, а также пачки калийно-магнезиальных солей. Особенностью разреза скважины является залегание солей непосредственно на подсолевых карбонатах, кровля которых вскрыта на глубине 6194 м. Буранная гряда приурочена к выступу кристаллического фундамента.

Скважины 8 Линевская и 2 Каинсайская расположены на западном окончании Линевско-Базыровской гряды. Вскрытый ими разрез существенно отличается от разреза скважины 1 Буранная. В разрезе скважины 2 Каинсайская глинисто-карбонатно-гипсовая толща (кепрок) вскрыта в интервале 43-295 м. Ниже карбонатно-терригенные породы

уфимского и казанского ярусов перми залегают вперемежку с солями и ангидритами. Залегание пластов от субгоризонтального до $10-30^\circ$ к оси керна. Кровля подсолевых отложений вскрыта на глубине 5851 м. На известняках нижней перми залегает пласт ангидрита мощностью 8 м.

В разрезе скважины 20 Базыровская глины нижней части надсолевого разреза залегают на глубине 508 м непосредственно на солях (кепрок отсутствует). До глубины 2540 м разрез сложен галитом с редкими пропластками аргиллитов, доломитов и ангидритов. Ниже – переслаивание аргиллитов, алевролитов и песчаников. Вблизи забоя (5200 м) в разрезе появляются известняки, доломиты и ангидриты.

Скважина 1 Каинсайская вскрыла разрез межкупольной мульды. Мощность неоген-четвертичных отложений, представленных суглинками, песчаниками и аргиллитоподобными глинами, составляет 58 м. Палеогеновые отложения в ее разрезе отсутствуют. Меловые (мощность 189 м) и юрские (520 м) представлены глинами с прослоями песчаников, мергелей и галечников. Общая мощность отложений триаса 1490 м. Наибольшим содержанием пластов песчаников характеризуется их верхняя часть мощностью 400 м. Мощность отдельных пластов достигает 10-12 м. Выделяется пласт песчаника мощностью 30 м (интервал 1640-1670 м, акжарская свита?), который распространен в пределах всей Каинсайско-Линевской зоны. К его кровле приурочена отражающая граница Нр.

Общая мощность надсолевых отложений перми составляет 3683 м. Они представлены однотипными породами. Глины в основном двух разностей: красно-коричневые аргиллитоподобные плотные или песчанистые рыхлые и темно-бурые плотные. Песчаники среднезернистые, слабой и средней степени окатанности и отсортированности. Кунгурский ярус (интервал 5930-6067 м) сложен слоистой аргиллит-алевролитовой толщей, залегающей на пласте ангидрита мощностью 43 м. Скважина 1 Каинсайская вскрыла бессолевой участок одноименной мульды.

До глубины 4150 м разрез терригенных отложений, вскрытых скважиной 1 Южно-Линевская, не отличается от разреза скважины 1 Каинсайская. Ниже залегает терригенно-галогеменная толща нижеказанского подъяруса средней перми – чередование пластов галита и аргиллита. Имеются пласты алевролитов и песчаников. В отложениях уфимского яруса нижней перми (интервал 5362-5778 м) карбонатно-терригенные породы доминируют над эвапоритами. Кунгурский ярус представлен галогеменно-терригенно-карбонатной толщей. На подсолевых карбонатах (кровля на глубине 6036 м) залегает пласт ангидрита мощностью 11 м. В юго-восточной части Волго-Уральской карбонатной платформы пласт ангидрита, залегающий на подсолевых карбонатах, относится к филипповскому горизонту кунгурского яруса, а соленосные отложения – к иренскому горизонту.

По внутреннему строению соляных куполов и гряд имеются обширные данные бурения на Карачаганакском нефтегазоконденсатном месторождении. Однако, несмотря на это, на сегодня имеются только самые общие представления о формировании этих соляно-тектонических структур. Им соответствует Буранная гряда. В нее выжаты соли из сопредельных мульд. Формирование Линевско-Базыровской гряды, представляющей «слоеный пирог» из надсолевых терригенных отложений и эвапоритов, в эту схему не укладывается.

Горное давление

Плотность интервала разреза 1200-4200 м надсолевых терригенных отложений в скважине 1 Каинсайская оценена по данным геофизических исследований скважин. Она плавно возрастает от $2,20 \text{ г/см}^3$ до $2,50 \text{ г/см}^3$ [23]. В интервале от 4200 м до кровли кунгурского яруса их плотность колеблется вблизи значения $2,50 \text{ г/см}^3$. Очевидно, на глубине порядка 4200 м достигается максимальное гравитационное уплотнение глин. То есть, при формировании мульд нижняя часть надсолевых отложений постепенно погружается на большие глубины. Под действием возрастающего горного давления происходит уплотнение терригенных пород, и, следовательно, возрастание горного давления

на остатки солей, не выжатых в купола. Этот процесс приводит к формированию бессолевых мульд.

Плотность солей в соляных куполах, не включающих пачки надсолевых терригенных отложений, – $2,20 \text{ г/см}^3$. По результатам моделирования гравитационного поля эффективная плотность надсолевой толщи в Каинсайской мульде составляет $2,43 \text{ г/см}^3$. Такое распределение плотностей является физической основой картирования соляно-тектонических структур по данным гравиразведки.

Плотность надсолевых отложений в разрезе скважины 1 Буранная составляет примерно $2,20 \text{ г/см}^3$. Горное давление на кровлю карбонатов (6194 м) – 1363 кг/см^2 . Горное давление на кровлю карбонатов в разрезе скважины 1 Каинсайская (глубина 6067 м) – 1474 кг/см^2 . При плотности подсолевых карбонатов равной $2,70 \text{ г/см}^3$ горное давление в мульде на глубине 6194 м составляет 1508 кг/см^2 . Горизонтальный градиент горного давления под северным склоном Буранной гряды – 145 кг/см^2 (9,6 % от давления в мульде). Это огромная величина, обуславливающая геодинамическую неустойчивость горных пород под и над субвертикальными склонами соляных куполов. В отложениях над ними могут протекать специфические процессы, вносящие вклад в локальные особенности ландшафтогенеза.

Особенности данных термокаротажа

В публикации [26] приведена геотермическая карта на отметку -1000 м центральных районов Приволжского округа, построенная по высокоточным измерениям температуры в скважинах с восстановленным тепловым режимом (термокаротаж выполнен в длительно простаивающих скважинах). В публикации [27] – аналогичная карта для Башкирского Предуралья. Технология ее построения и ограничивающие факторы рассмотрены в публикации [28].

1. Относительно достоверные данные термокаротажа можно получить в скважинах, простаивающих перед его выполнением не менее 1 месяца.

2. Не рекомендуется выполнять термокаротаж в скважинах без достаточной выстойки после цементирования и окончания проходки. При застывании цемента выделяется тепло. Оно выделяется и при разрушении горной породы буровым инструментом.

3. Высокая вероятность недостоверности данных термокаротажа в скважинах с недостаточной выстойкой отмечается на небольших глубинах и в нижней части разреза. В его средней части влияние на достоверность данных термокаротажа техногенных факторов может быть небольшим.

4. Величину геотермического градиента с относительной ошибкой $\pm 5 \%$ можно определить только для больших интервалов разреза (порядка 500-1000 м).

5. Влияние процессов денудации, осадконакопления и неотектонических движений на температурный режим разреза соизмеримо с погрешностью измерения температур.

6. Заметное воздействие рельефа и вариаций климата на температурный режим разреза ограничивается глубиной 150-200 м.

7. В рассматриваемом регионе мощность зоны активного водообмена составляет 100-200 м, а замедленного – 300-400 м.

8. Контроль достоверности данных термокаротажа на небольших глубинах осуществляется по температуре «нейтрального слоя» (примерно на глубине 25 м).

9. Палеоклимат оказывает заметное влияние на температуры геологического разреза до глубины 2000 м.

В термометрии введено понятие «температура «нейтрального слоя» (на глубине за пределами влияния сезонных факторов). В зависимости от широты местности она меняется от 4 до 10°C [26]. При моделировании геотермического поля по линии скважин Джамбай-Кенкияк температура в нейтральном слое принята равной 6°C . «Примерно такая температура была нами при термозондировании реально зафиксирована на «нейтральном слое» (в скважинах на глубине 20-30 м)» [4, с. 93]. Однако, на термограммах скважин восточной части Прикаспийской впадины, приведенных в публикации, «нейтральный слой»

не фиксируется. Это же относится к термограммам скважин Арланской площади Башкирского Предуралья [28] и Таримского бассейна [29]. Выход 2-4 термограмм скважин на температуры «нейтрального слоя» отмечается только в данных, приведенных в публикации [26].

Количественное влияние палеоклимата на термограммы скважин Каинсайско-Линевской зоны можно оценить по данным, приведенным в публикации [30, рис. 3] (83 термограммы по скважинам Урала и Восточной Европы). На глубинах 200-300 м влияние палеоклимата 18-19 вв. не просматривается. В интервале 0-200 м связанные с ним температурные аномалии не превышают $-0,5 - +1,5$ °С.

Фрикционное тепло

Автор публикации [4] рассмотрел вопрос о генерации тепла соляным куполом, находящимся в процессе роста (фрикционное тепло). Его вывод: генерация фрикционного тепла мизерная и этот фактор можно не принимать во внимание при изучении теплофизических характеристик разреза. По нашему мнению, этот вопрос нуждается в специальном изучении.

При бурении скважины 501 Вершиновская (крайний юго-восток Соль-Илецкого свода) в разрезе надсолевых терригенных отложений в интервале 436-1407 м зафиксированы температурные аномалии. Наиболее контрастная в интервале 436,4-470,0 м – максимальная температура 81 °С при номинальной 33-36 °С. По данным бурения и сейсморазведки МОГТ 3D сделано два вывода [31]: увеличение диаметра ствола скважины и осложнения бурения в интервале 436-1407 м связаны с областями дроблений пород вблизи плоскостей разломов; термические аномалии обусловлены разогревом пластов песчаника за счет трения при перемещении по плоскостям разломов. Скорость подъема соляных куполов Баскунчакского массива составляет 4,5-8,0 мм/год [9, 10]. При росте соляного купола формируется фрикционное тепло, главным образом, в локальной зоне его крутого склона. Там, где в надсолевых отложениях над ним сформирована зона геодинамической неустойчивости горных пород, в ней возможны специфические тепловые эффекты.

Данные термокаротажа по Каинсайско-Линевской зоне

При бурении параметрических, поисковых и разведочных скважин ООО «Газпром добыча Оренбург» комплекс геофизических исследований включает и термокаротаж. Общая задача – изучение термических характеристик вскрытого разреза. Термокаротаж проводится и для решения технологических задач – оценки технического состояния скважины (качества цементирования колонн), выявления интервалов поглощения бурового раствора, контроля опробования разреза. Однако эти данные не всегда сводятся в единую термометрическую кривую, характеризующую вскрытый разрез.

На рисунке 3 приведены фрагменты термометрических кривых по скважинам Каинсайско-Линевской зоны. Шаг измерения температуры по разрезу скважин 10 м. Термокаротаж в скважине 1 Южно-Линевская (интервал 0-4849,2 м) выполнен 16.06.1999 г. Ее ствол до глубины 4150 обсажен колонной, ниже открытый. В скважине 2 Каинсайская (0,6-6068,2 м) ствол обсажен до глубины 5890 м. Термокаротаж выполнен 30.05.2002 г. Данных по условиям и срокам выполнения термокаротажа в скважине 1 Буранная (10-6450 м) у нас не имеется. Нижняя часть термограммы скважины 1 Каинсайская (интервал 5850-6520 м) характеризует ее призабойную зону, прогретую бурением. Верхней соответствует нереально низкий градиент температуры. Эти данные не приняты во внимание.

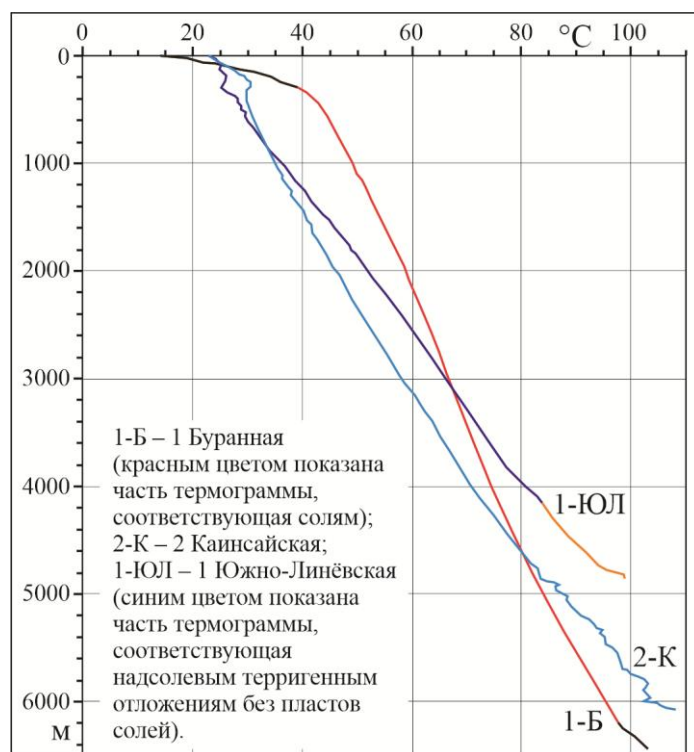


Рисунок 3 – Термограммы по разрезам скважин

Примечание: 1-Б – 1 Буранная (красным цветом показана часть термограммы, соответствующая солям); 2-К – 2 Каинсайская; 1-ЮЛ – 1 Южно-Линевская (синим цветом показана часть термограммы, соответствующая надсолевым терригенным отложениям без пластов солей)

Термограмма скважины 1 Буранная в интервале 500-6180 м соответствует однотипной литологии вскрытого разреза – доминирует галит. Термограмма скважины 1 Южно-Линевская в интервале 500-3800 м – относительно однородному терригенному разрезу. С высокой вероятностью они отражают реальные температуры в разрезах скважин. В термограмме по первой скважине выделяется пять интервалов с незначительно различающимися вертикальными градиентами температуры: 1,1 (500-1040 м), 1,0 (1050-1910 м), 0,8 (1920-4240 м), 1,0 (4250-5350 м) и 1,2 (5360-6180 м) °C/100 м. Средний градиент 0,9 °C/100 м. Температура на глубине 500 м составляет 44 °C, на глубине 6000 – 95 °C, на глубине 6180 – 98 °C.

В термограмме по скважине 1 Южно-Линевская выделяется два однородных интервала градиентов температуры: 1,5 (500-1900 м) и 1,4 (1910-3800 м) °C/100 м. Температура на глубине 500 м – 29 °C. Экстраполяция линии, аппроксимирующей температуры в нижнем интервале, на глубину 6000 м дает 107 °C, что на 12 °C выше, чем на этой же глубине в скважине 1 Буранная. Термограммы скважин 1 Буранная и 1 Южно-Линевская пересекаются на глубине 3150 м, температура 68 °C. Выше этой глубины соли Буранной гряды прогревают вмещающие терригенные отложения, ниже – остужают их и подсолевые породы. Высокие значения градиента температуры в разрезе скважины 1 Южно-Линевская в интервале 3810-4760 м – 1,5 °C. В средней и нижней его частях имеются пласты солей. Градиент температуры в нем должен быть ниже, чем в терригенных отложениях без солей. Возможно, здесь проявился эффект отвода тепла по латерали в Линевско-Базыровскую гряду. Термокривая ниже глубины 4760 м явно осложнена техногенной помехой – разогревом горной породы буровым инструментом.

Разрез соленосных отложений, вскрытый скважиной 2 Каинсайская, контрастно неоднородный. Однако уверенно выделяются два интервала, в которых термический градиент температуры постоянный: 1,0 (500-1090 м) и 1,2 (1100-3800 м) °C/100 м. Это свидетельствует о том, что размеры неоднородностей в разрезе гораздо меньше тех, на которые реагирует тепловой поток.

Главный вывод: фактические данные, идентифицированные как достоверные, позволяют рассчитать при опоре на известные теплофизические характеристики горных пород геотемпературное поле Каинсайско-Линевской зоны и тепловой поток в подпочвенные отложения и почвенный слой.

Можно осторожно предположить, что верхняя часть термограммы скважины 1 Буранная соответствует реальности. Температур, «нейтрального слоя» на ней не имеется. Температура на глубине 10 м – 14 °С, градиент в интервале 70-150 м – 9,5 °С/100 м. Возможно, малопроницаемые неоген-четвертичные отложения (интервал 6-35 м) прогреты теплом, транспортируемым солями.

Температура на глубине 10-40 м в скважинах 1 Южно-Линевская и 2 Каинсайская 23-24 °С, что кардинально не соответствует температуре «нейтрального слоя». В первой в интервале 190-320 м, температура примерно постоянная. Это может быть связано с влиянием техногенных факторов. В скважине 2 Каинсайская примерно постоянная температура в интервале 270-490 м. Верхние 25 м интервала включают нижнюю часть кепрока, нижняя сложена солями с минимальными включениями глин. Геологических предпосылок для такого распределения температур не имеется. Температурная аномалия связана с техногенными факторами, предположительно, с циркуляцией воды в затрубном пространстве обсадных колонн. Верхние части термограмм (до глубины 500 м) по этим двум скважинам не соответствуют реальным температурам разреза.

Возможное влияние теплового потока соляно-купольных структур на ландшафтогенез

Рассматриваемые в статье соляно-купольные структуры находятся на юге природно-административной зоны «Подуралье» [32]. Здесь развиты черноземы южные дефлированные и темно-каштановые почвы. Имеются солонцы и пески. Средняя температура июля +22 °С, января -15 °С. Среднее количество осадков в год менее 350 мм. Глубина промерзания почвы (включая подпочвенный слой) более 140 см.

Представляется, что главным следствием повышенного теплового потока в почву над соляными куполами и грядами будет меньшая глубина ее промерзания к началу таяния снега по отношению к среднему значению для зоны. Это может иметь серьезные последствия для ландшафтогенеза.

1. Глубина промерзания почвы в зоне степей является одним из факторов, определяющих запасы в ней органического вещества [33]. Чем меньше глубина промерзания, тем длительней период активной жизни почвы и выше продуцирование гумуса.

2. Неглубокое промерзание почвы ведет к быстрому ее оттаиванию весной и более раннему началу впитывания талых вод [34]. То есть, в почву над соляными куполами и грядами поступает их больше. Этим определяется ее повышенная продуктивность относительно средней по зоне.

3. Увеличенное поступление в почву талых вод ведет к сокращению весеннего поверхностного стока и замедлению процессов эрозии почвы и подпочвенного слоя над соляными куполами и грядами.

Факторы по пунктам 2 и 3 оказывают влияние и на продуктивность сельскохозяйственных угодий.

Выводы

Теплофизические характеристики соляно-купольных структур и связанные с ними тепловые потоки до почвы включительно являются органической частью феноменологической концепции ландшафтогенеза. Этот вопрос имеет научное и практическое значение. На основе информации о тепловых потоках к почвенному слою может быть оптимизировано использование сельскохозяйственных угодий. Дальнейшее изучение теплофизических характеристик соляно-купольных структур и степени их влияния

на ландшафтогенез рекомендуется выполнить на нескольких объектах Оренбургской области. Один из них – Буранная соляная гряда.

Список литературы

1. Петрищев В.П. Феноменологическая концепция солянокупольного ландшафтогенеза // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 3(11). С. 148-150.
2. Петрищев В.П., Чибилев А.А. Феноменологическая концепция солянокупольного ландшафтогенеза // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2011. № 1. С. 7-12.
3. Петрищев В.П. Современные тенденции изучения ландшафтного проявления соляной тектоники // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности. Оренбург: Изд-во ОГУ, 2021. С. 238-243.
4. Хуторской М.Д., Поляк Б.Г. Искажения теплового поля при росте соляных куполов // Тепловое поле Земли и методы его изучения. М.: Изд-во РУДН, 2000. С. 24-32.
5. Хуторской М.Д. Геотемпературное поле Астраханского карбонатного массива (Прикаспийская впадина) // Процессы в геосредах. 2018. № 4(18). С. 1226-1239.
6. Рихтер Я.А. Геотермический режим, тепловой и флюидный потоки Прикаспийской впадины // Известия Саратовского университета. Сер. Науки о Земле. 2011. Т. 11. Вып. 2. С. 72-83.
7. Хуторской М.Д. Тепловой поток в областях структурно-геологических неоднородностей. М.: Наука, 1982. 77 с.
8. Шилов Г.Я., Василенко Е.И. Опыт применения термобарических параметров разреза для оценки перспектив нефтегазоносности разреза площадей Предуральяского прогиба // Каротажник. 2013. № 11(233). С. 37-46.
9. Ушивцева Л.Ф., Несмиянова А.С., Острикова Е.Е. Геоморфологическая характеристика и история формирования соляных куполов юго-западного Прикаспия // Геология, география и глобальная энергия. 2020. № 4(79). С. 42-53.
10. Зеленковский П.С., Куриленко В.В. Природно-техногенная система соляного озера Баскунчак и особенности эксплуатации ее ресурсов // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2013. Вып. 4. С. 33-52.
11. Ушивцева Л.Ф., Соловьева А.В. Гидрогеохимические особенности подземных вод четвертичного комплекса отложений Баскунчакского гипсово-соляного массива // Геология, география и глобальная энергия. 2015. № 1(56). С. 92-100.
12. Трапезников Д.Е. Геологическое строение Индерского соляного купола // Горное эхо. 2021. № 3(84). С. 17-22.
13. Петрищев В.П., Норейка С.Ю., Петрищева Н.В., Ахмеденов К.М. Особенности компонентов ландшафтных геосистем солянокупольного происхождения западной части Прикаспийской впадины // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 6(181). С. 189-196.
14. Mello U.T., Karner G.D. and Anderson R.N. Role of salt in restraining the maturation of subsalt source rocks. *Marine and Petroleum Geology*. 1995. vol. 12. no 7. pp. 697-716.
15. Галушкин Ю.И., Яковлев Г.Е. Влияние соленосных отложений на условия нефтегазогенерации породами подсолевого комплекса (северный борт Прикаспийской впадины) // Геохимия. 2007. № 7. С. 691-703.
16. Littke R., Bayer U., Gajewski D., Nelskamp S. Dynamics of Complex Intracontinental Basins: The Central European Basin System. Springer. Berlin. Heidelberg, 2008. 519 p.
17. Canova D.P., Fischer M.P., Jayne R.S. and Pollyea R.M. Advective Heat Transport and the Salt Chimney Effect: A Numerical Analysis. *Geofluids*. 2018. vol. 18. pp. 1-18.

18. Бабаев В.В., Потюкаев Е.М., Золоташко В.И. Способ поисков соляных куполов. Авторское свидетельство SU 1806397, 30.03.1993. Заявка № 4642504 от 12.12.1988.
19. Балеевских М.Е., Блинова В.Н., Липаев А.А. О проблемах прогнозирования нефтегазоносности недр по данным геотермии // Управление техносферой. 2019. Т. 2. № 4. С. 343-356.
20. Gray T.A. Geothermal resource assessment of the Gueydan salt dome and the adjacent southeast Gueydan field, Vermilion Parish, Louisiana. 2010. LSU Master's Theses. 299.
21. Баймухаметов А.А., Мартынов Н.И., Танирбергенов А.Г. Математическое моделирование формирования соляных куполов в земной коре. Алматы, 2017. 242 с.
22. Карнаухов С.М., Политыкина М.А., Тюрин А.М., Леонов Г.В. Надсолевые отложения – новый объект поисков залежей углеводородов на юге Оренбургской области // Геология нефти и газа. 1999. № 3-4. С. 20-27.
23. Тюрин А.М. Геолого-геофизические характеристики пород надсолевого и солевого комплексов северо-восточной части Прикаспийской впадины // Недра Поволжья и Прикаспия. 1999. Вып. 18. С. 37-43.
24. Тюрин А.М. Геолого-геофизические основы изучения перспектив нефтегазоносности надсолевых отложений юга Оренбургской области // Геоинформатика. 1999. № 4. С. 25-33.
25. Тюрин А.М. Строение верхней части соляных куполов Каинсайско-Линевской зоны // Разведка и охрана недр. 2000. № 6. С. 26-28.
26. Христофорова Н.Н., Непримеров Н.Н., Христофоров А.В., Николаев А.В., Христофорова М.А. Тепловой режим и оценка перспектив нефтегазоносности приволжского региона // Георесурсы. 2004. № 1(15). С. 24-27.
27. Голованова И.В., Масагутов И.В. Тепловое поле Башкирского Предуралья // Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2009. С. 104-108.
28. Голованова И.В., Сальманова Р.Ю., Тагирова Ч.Д. Методика расчета глубинных температур с учетом исправленных на влияние палеоклимата значений теплового потока // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 9. С. 1426-1435.
29. Zhuo Q.G., Meng F.W., Zhao M.J., Li Y., Lu X.S., Ni P. The salt chimney effect: delay of thermal evolution of deep hydrocarbon source rocks due to high thermal conductivity of evaporites. *Geofluids*. 2016. vol. 16. issue 3. pp. 440-451.
30. Горностаева А.А., Демежко Д.Ю. Анализ изменений температуры земной поверхности на Урале и в Восточной Европе в 18-19 веках по данным скважинной термометрии // Уральский геофизический вестник. 2013. № 2(22). С. 24-30.
31. Тюрин А.М., Силагина Т.В. Природа термических аномалий в разрезе параметрической скважины 501 Вершиновская // Газовая промышленность. 2013. № 2(686). С. 12-15.
32. Чибилев А.А. (мл.). Физико-географическая и социально-экономическая характеристика природно-административного зонирования Оренбургской области // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2016. Т. 16. Вып. 4. С. 226-231.
33. Безуглова О.С. Современное состояние черноземов Ростовской области и проблемы регионального мониторинга // Актуальные проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почвенные, экологические, биоценоотические аспекты). Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2019. С. 16-21.
34. Рыспеков Т.Р., Балкожа М.А. Современное состояние агроэкосистем подзоны средне-каштановых почв степной зоны Казахстана // Актуальные проблемы устойчивого развития агроэкосистем (почвенные, экологические, биоценоотические аспекты). Симферополь: ИТ «Ариал», 2019. С. 67-70.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 27.01.2022

Принята к публикации 23.03.2022

THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF SALT-DOME STRUCTURES AS A PART OF THE PHENOMENOLOGICAL CONCEPT OF THE LANDSCAPE GENESIS

A. Tyurin

VolgoUralNIPigaz LLC, Orenburg State University, Russia, Orenburg

e-mail: amturin1952@bk.ru

The data of thermal logging in the wells of the Kainsaysko-Linevskaya zone (the north-east of the Caspian depression, the Orenburg region) are considered. The substantiation of the need to study the thermophysical characteristics of salt dome structures and enclosing terrigenous deposits (up to the soil layer) as one of the significant components of the phenomenological concept of landscape genesis is given.

Key words: salt-dome structures, heat flow, thermal logging, landscape genesis, Orenburg region.

References

1. Petrishchev V.P. Fenomenologicheskaya kontseptsiya solyanokupol'nogo landshaftogeneza. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2006. N 3(11). S. 148-150.
2. Petrishchev V.P., Chibilev A.A. Fenomenologicheskaya kontseptsiya solyanokupol'nogo landshaftogeneza. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2011. N 1. S. 7-12.
3. Petrishchev V.P. Sovremennye tendentsii izucheniya landshaftnogo proyavleniya solyanoi tektoniki. Regional'nye problemy geologii, geografii, tekhnosfernoi i ekologicheskoi bezopasnosti. Orenburg: Izd-vo OGU, 2021. S. 238-243.
4. Khutorskoi M.D., Polyak B.G. Iskazheniya teplovogo polya pri roste solyanykh kupolov. Teplovoe pole Zemli i metody ego izucheniya. M.: Izd-vo RUDN, 2000. S. 24-32.
5. Khutorskoi M.D. Geotemperaturnoe pole Astrakhanskogo karbonatnogo massiva (Prikaspiiskaya vpadina). Protsesty v geosredakh. 2018. N 4(18). S. 1226-1239.
6. Rikhter Ya.A. Geotermicheskii rezhim, teplovoi i flyuidnyi potoki Prikaspiiskoi vpadiny. Izvestiya Saratovskogo universiteta. Ser. Nauki o Zemle. 2011. T. 11. Vyp. 2. S. 72-83.
7. Khutorskoi M.D. Teplovoi potok v oblastiakh strukturno-geologicheskikh neodnorodnostei. M.: Nauka, 1982. 77 s.
8. Shilov G.Ya., Vasilenko E.I. Opyt primeneniya termobaricheskikh parametrov razreza dlya otsenki perspektiv neftegazonosnosti razreza ploshchadei Predural'skogo progiba. Karotazhnik. 2013. N 11(233). S. 37-46.
9. Ushvtseva L.F., Nesmiyanova A.S., Ostrikova E.E. Geomorfologicheskaya kharakteristika i istoriya formirovaniya solyanykh kupolov yugo-zapadnogo Prikaspiya. Geologiya, geografiya i global'naya energiya. 2020. N 4(79). S. 42-53.
10. Zelenkovskii P.S., Kurilenko V.V. Prirodno-tekhnogennaya sistema solyanogo ozera Baskunchak i osobennosti ekspluatatsii ee resursov. Vestnik SPbGU. Ser. 7. 2013. Vyp. 4. S. 33-52.
11. Ushvtseva L.F., Solov'eva A.V. Gidrogeokhimicheskie osobennosti podzemnykh vod chetvertichnogo kompleksa otlozhenii Baskunchakskogo gipsovo-solyanogo massiva. Geologiya, geografiya i global'naya energiya. 2015. N 1(56). S. 92-100.

12. Trapeznikov D.E. Geologicheskoe stroenie Inderskogo solyanogo kupola. Gornoe ekho. 2021. N 3(84). S. 17-22.
13. Petrishchev V.P., Noreika S.Yu., Petrishcheva N.V., Akhmedenov K.M. Osobennosti komponentov landshaftnykh geosistem solyanokupol'nogo proiskhozhdeniya zapadnoi chasti Prikaspiiskoi vpadiny. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. N 6(181). S. 189-196.
14. Mello U.T., Karner G.D. and Anderson R.N. Role of salt in restraining the maturation of subsalt source rocks. Marine and Petroleum Geology. 1995. vol. 12. no 7. pp. 697-716.
15. Galushkin Yu.I., Yakovlev G.E. Vliyanie solenosnykh otlozhenii na usloviya neftegazogeneratsii porodami podsolevogo kompleksa (severnyi bort Prikaspiiskoi vpadiny). Geokhimiya. 2007. N 7. S. 691-703.
16. Littke R., Bayer U., Gajewski D., Nelskamp S. Dynamics of Complex Intracontinental Basins: The Central European Basin System. Springer. Berlin. Heidelberg, 2008. 519 p.
17. Canova D.P., Fischer M.P., Jayne R.S. and Pollyea R.M. Advective Heat Transport and the Salt Chimney Effect: A Numerical Analysis. Geofluids. 2018. vol. 18. pp. 1-18.
18. Babaev V.V., Potyukaev E.M., Zolotashko V.I. Sposob poiskov solyanykh kupolov. Avtorskoe svidetel'stvo SU 1806397, 30.03.1993. Zayavka № 4642504 ot 12.12.1988.
19. Baleevskikh M.E., Blinova V.N., Lipaev A.A. O problemakh prognozirovaniya neftegazonosnosti nedr po dannym geotermii. Upravlenie tekhnosferoi. 2019. T. 2. N 4. S. 343-356.
20. Gray T.A. Geothermal resource assessment of the Gueydan salt dome and the adjacent southeast Gueydan field, Vermilion Parish, Louisiana. 2010. LSU Master's Theses. 299.
21. Baimukhametov A.A., Martynov N.I., Tanirbergenov A.G. Matematicheskoe modelirovanie formirovaniya solyanykh kupolov v zemnoi kore. Almaty, 2017. 242 s.
22. Karnaukhov S.M., Politykina M.A., Tyurin A.M., Leonov G.V. Nadsolveye otlozheniya – novyi ob"ekt poiskov zalezhei uglevodorodov na yuge Orenburgskoi oblasti. Geologiya nefiti i gaza. 1999. N 3-4. S. 20-27.
23. Tyurin A.M. Geologo-geofizicheskie kharakteristiki porod nadsolvevogo i solvevogo kompleksov severo-vostochnoi chasti Prikaspiiskoi vpadiny. Nedra Povolzh'ya i Prikaspiya. 1999. Vyp. 18. S. 37-43.
24. Tyurin A.M. Geologo-geofizicheskie osnovy izucheniya perspektiv neftegazonosnosti nadsolvevykh otlozhenii yuga Orenburgskoi oblasti. Geoinformatika. 1999. N 4. S. 25-33.
25. Tyurin A.M. Stroenie verkhnei chasti solyanykh kupolov Kainsaisko-Linevskoi zony. Razvedka i okhrana nedr. 2000. N 6. S. 26-28.
26. Khristoforova N.N., Neprimerov N.N., Khristoforov A.V., Nikolaev A.V., Khristoforova M.A. Teplovoi rezhim i otsenka perspektiv neftegazonosnosti privolzhskogo regiona. Georesursy. 2004. N 1(15). S. 24-27.
27. Golovanova I.V., Masagutov I.V. Teplovoe pole Bashkirskogo Predural'ya. Geodinamika. Glubinnoe stroenie. Teplovoe pole Zemli. Interpretatsiya geofizicheskikh polei. Ekaterinburg: IGF UrO RAN, 2009. S. 104-108.
28. Golovanova I.V., Sal'manova R.Yu., Tagirova Ch.D. Metodika rascheta glubinnykh temperatur s uchetom ispravlenykh na vliyanie paleoklimata znachenii teplovogo potoka. Geologiya i geofizika. 2014. T. 55. N 9. S. 1426-1435.
29. Zhuo Q.G., Meng F.W., Zhao M.J., Li Y., Lu X.S., Ni P. The salt chimney effect: delay of thermal evolution of deep hydrocarbon source rocks due to high thermal conductivity of evaporites. Geofluids. 2016. vol. 16. issue 3. pp. 440-451.
30. Gornostaeva A.A., Demezhko D.Yu. Analiz izmenenii temperatury zemnoi poverkhnosti na Urale i v Vostochnoi Evrope v 18-19 vekakh po dannym skvazhinnoi termometrii. Ural'skii geofizicheskii vestnik. 2013. N 2(22). S. 24-30.
31. Tyurin A.M., Silagina T.V. Priroda termicheskikh anomalii v razreze parametricheskoi skvazhiny 501 Vershinovskaya. Gazovaya promyshlennost'. 2013. N 2(686). S. 12-15.

32. Chibilev A.A. (ml.). Fiziko-geograficheskaya i sotsial'no-ekonomicheskaya kharakteristika prirodno-administrativnogo zonirovaniya Orenburgskoi oblasti. Izv. Sarat. un-ta. Nov. ser. Ser. Nauki o Zemle. 2016. T. 16. Vyp. 4. S. 226-231.

33. Bezuglova O.S. Sovremennoe sostoyanie chernozemov Rostovskoi oblasti i problemy regional'nogo monitoringa. Aktual'nye problemy ustoichivogo razvitiya agroekosistem (pochvennye, ekologicheskie, biotsenoticheskie aspekty). Simferopol': ООО "Izdatel'stvo Tipografiya "Arial", 2019. S. 16-21.

34. Ryspekov T.R., Balkozha M.A. Sovremennoe sostoyanie agroekosistem podzony sredne-kashtanovykh pochv stepnoi zony Kazakhstana. Aktual'nye problemy ustoichivogo razvitiya agroekosistem (pochvennye, ekologicheskie, biotsenoticheskie aspekty). Simferopol': IT "Arial", 2019. S. 67-70.

Сведения об авторах

Анатолий Матвеевич Тюрин

К.г.-м.н., заведующий лабораторией промыслово-геофизических исследований ООО «ВолгоУралНИПИгаз», доцент кафедры геологии, геодезии и кадастра, Оренбургский государственный университет

ORCID ID: 0000-0003-4550-2680

Anatoly Tyurin

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Laboratory of Field and Geophysical Research of «VolgoUralNIPiGaz» LLC, Associate Professor of the Department of Geology, Geodesy and Cadastre, Orenburg State University

Для цитирования: Тюрин А.М. Теплофизические характеристики соляно-купольных структур как часть феноменологической концепции ландшафтогенеза // Вопросы степеведения. 2022. № 1. С. 12-27. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-1-12-27

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р. УРАЛ, ЕГО ПРОБЛЕМЫ И ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Д.В. Магрицкий¹, Л.Е. Ефимова¹, А.В. Гончаров¹, А.Ж. Кенжебаева²

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, Россия, Москва

²МНК «Астана», Казахстан, Нур-Султан

e-mail: magdima@yandex.ru

Нижнее течение р. Урал полностью расположено в пределах Республики Казахстан. Его гидроэкологическое состояние зависит от величины, режима и химического состава речных вод, поступающих с территории Оренбургской области, и от местных природных и антропогенных факторов. О современной ситуации с состоянием нижнего Урала, влиянием на него местной хозяйственной деятельности и др. мало что известно. Весной и летом 2019 г. в низовьях Урала были осуществлены комплексные экспедиционные исследования и позднее – детальный анализ сложившегося здесь водохозяйственного комплекса, его проблем и гидроэкологических последствий его функционирования. Установлена структура современного водохозяйственного комплекса, сложившегося в Западно-Казахстанской и Атырауской областях Казахстана на базе использования вод Урала, определены его параметры, объемы и режим водопользования (для 1980-х гг. и настоящего времени), характер влияния на водные ресурсы реки и качество воды, идентифицированы основные проблемы. Подготовлен каталог всех водопользователей по длине реки, начиная от г. Уральска, создана ГИС гидрографической сети, постов и водопользователей нижнего Урала. Установлено, что в настоящее время объемы безвозвратного водопотребления составляют ~0,80-0,95 км³/год, тогда как в 1980-е годы они достигали 1,56 км³, или 15 % поступавшего с территории РСФСР стока. Главным потребителем была огромная Урало-Кушумская ООС (0,81 км³/год) с наибольшими заборами с апреля по июль. Тем не менее, водного дефицита нет, даже в маловодные годы. Нехватку достаточных расходов воды испытывает природный пойменно-руслевой комплекс, особенно во время половодья, из-за уменьшения размеров и частоты затопления поймы и нерестилищ, плохой «санитарной промывки» русла. Обозначены главные проблемы в водохозяйственном комплексе Атырауской обл. Часть из них связана с низким качеством речных вод, главным образом из-за их загрязнения в средней части бассейна. В пределах казахстанского участка реки сбросов сточных вод в реку практически нет. Воды нижнего Урала характеризуются как «очень загрязненные» и «загрязненные», по классификации Росгидромета. По итогам полевых работ в 2019 г. биоиндикаторы выявили мезотрофно-эвтрофный уровень развития фитопланктона и высокие показатели его видового разнообразия, плохое развитие зоопланктона и зообентоса и средний уровень сапробности, что характерно при экологическом неблагополучии и умеренно загрязненных водах.

Ключевые слова: река, канал, насосная станция, сток, водопользование, качество воды, биоиндикаторы.

Введение

Река Урал – третья по протяженности водная артерия Европы. Ее бассейн имеет площадь 237 тыс. км² (по другим данным, 231 тыс. км²), а вместе с бессточными территориями Урало-Эмбинского междуречья ~380-400 тыс. км² [1, 2]. Бассейн занимает территорию двух государств – Российской Федерации (верхняя и средняя части бассейна) и Республики Казахстан, расположен в лесостепной, степной и полупустынной природных зонах (равнинная часть бассейна) и в присущей для горных областей зоне высотной

поясности, в регионе с крайне неравномерным распределением водных объектов и ресурсов как по территории, так и во времени. Эта неравномерность формирует их серьезный дефицит для региональной экономики и населения. В бассейне р. Урал живет и работает ~3,95 млн чел. [3], расположены крупные промышленные центры, такие как Магнитогорск, Новотроицк, Орск, Оренбург, Уральск, Атырау и Актобе. Здесь много предприятий обрабатывающей и добывающей промышленности, теплоэлектростанций, развитое сельское хозяйство. Причем нагрузка на водные ресурсы реки постоянно увеличивается по мере роста численности населения и развития производства. Кроме того, пересматриваются критерии экологически минимального (или допустимого) стока реки в сторону его увеличения [4]. Тогда как неблагоприятные и климатически обусловленные изменения стока Урала с 2006-2008 гг. [5], сезонное регулирование стока водохранилищами, начиная с 1955 г., и масштабное водопотребление [1, 3, 6-11], по всей видимости, не позволяют в настоящем и будущем удовлетворять все потребности в воде субъектов водохозяйственного комплекса, водных и околотоводных экосистем.

Особенно это ощущается в нижнем течении Урала – на территории Казахстана. Его отличительная черта – это бесприточный участок, начиная от г. Уральска, в окружении сухих степей и полупустынь Прикаспия, тогда как водохозяйственная нагрузка на сток и качество речных вод здесь велики из-за отсутствия других крупных пресноводных источников. Но часть изменений водного и гидрохимического режима «приходит сверху» – с российской территории бассейна [3, 5, 10, 12-14]. В числе главных последствий интегрального антропогенного воздействия – недавнее общее уменьшение стока воды р. Урал, снижение максимальных расходов и уровней воды в половодье со второй половины XX в., площади, глубины и продолжительности затопления поймы и нерестилищ, мутности воды, а также загрязнение и цветение воды, зимние заморы рыбы и т.п. Они порой воспринимаются как результат избыточной и непродуманной хозяйственной деятельности в российском секторе бассейна [13]. При этом фактор естественных климатических изменений, собственная хозяйственная деятельность мало кем рассматриваются.

В последнее время на роль региональных климатических изменений в нарушении сложившегося гидрологического режима Урала и его притоков тоже стали обращать внимание [3, 5, 15, 16,]. Тем не менее, о местном антропогенном влиянии на гидроэкологическое состояние низовьев, особенно в современный период, известно немного по причине отсутствия надежных данных. В 2019 г., при поддержке правительства Атырауской обл. и МНК «Астана», авторами были выполнены гидрометрические и водно-экологические полевые работы на всем протяжении нижнего Урала и проведено обследование состояния его водохозяйственной системы. Вместе с новыми данными стационарных гидрологических наблюдений и гидрохимического мониторинга, материалами по водопользованию и др. это позволило впервые получить достоверное представление о современном водном хозяйстве в нижнем течении Урала, его реальных проблемах и воздействиях.

Материалы и методы

Основным источником данных при проведении исследовательской работы стали итоги двух экспедиций в Уральской и Атырауской областях Республики Казахстан – от г. Уральска до Каспийского моря, в марте и июле 2019 г. Программу полевых работ составили:

- измерения расходов воды в р. Урал и отводящих от него часть речной воды (на орошение и водоснабжение) каналах. Всего было измерено 16 расходов воды с использованием акустического доплеровского профилографа течений (Teledyne RD Instruments RioGrande WorkHorse 600 kHz) и гидрометрической вертушки ИСП-1, а в совсем малых водотоках и со слабым течением – поплавками;

- измерение гидрофизических показателей – температуры, электропроводности и оптической мутности воды в 6 пунктах весной и 23 пунктах летом электрокондуктометром МАРК-603 и турбидиметром НАСН 2100Р. Весовая мутность в отобранных пробах определялась стандартными методами;

- отбор в 6 и 7 пунктах и консервация проб воды (объемом от 30 мл до 1,5 л), их последующий гидрохимический анализ. В лабораториях МГУ (г. Москва) и Атырауского филиала РГП «Казгидромета» стандартными методами определены основной солевой состав, минерализация, биогенные элементы (минеральная и органическая формы фосфора, кремний, аммонийный и нитратный азот), органические вещества (ХПК) и тяжелые металлы (железо, алюминий, марганец, медь, никель, хром и кадмий);

- отбор в 3 и 6 пунктах гидробиологических проб (на фито- и зоопланктон, зообентос), консервация их 4 % формалином, их последующее определение. Определение численности и видового состава в 30 образцах производилось на биологическом и географическом факультетах МГУ имени М.В. Ломоносова. Водоросли подсчитывали в камере Нажотта; биомассу определяли по средним размерам клеток каждого вида в пробе. Подсчет и определение зоопланктона проводили под бинокулярным микроскопом в камере Богорова;

- изучение и описание реальных водохозяйственных условий, включавшее и регистрацию точного местоположения, типа, текущего состояния и технических характеристик объектов водохозяйственного комплекса, связанных с нижним Уралом, таких как каналы с самотечной подачей речной воды и насосные станции, осмотр объектов системы водоподачи и водоотведения в населенных пунктах (прежде всего, водонапорных башен, водозаборных и водоочистных станций, каналов, водоводов, колодцев и т.п.), опрос местного населения по проблемам коммунально-бытового и сельскохозяйственного водоснабжения, установление и картирование объектов водохозяйственной системы и, в целом, населенных пунктов, находящихся в зоне размыва берегов.

Другим важным источником сведений о водохозяйственной отрасли в низовьях Урала и ее показателях стали: «Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов реки Урал» России и Казахстана (в форме опубликованных в 2010-2013 и 2007 гг. в 6 томах отчетов), ежегодные данные по водопользованию и качеству воды из специальных справочников, таких как «Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество» за 2008-2009, 2011, 2013-2016 гг., «Государственный доклад о состоянии окружающей среды Оренбургской области» с 2012 г., «Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов РК» с 1998 по 2018 г., Ежегодники качества поверхностных вод РФ за 2000, 2004-2017 гг., «Обзор качества поверхностных вод на территории РК» за 2011 и 2012 гг., «Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды» за 2016-2019 гг. и др.

Третий источник данных – социально-экономические показатели развития районов (так называемые «паспорта»), данные и генеральные планы по отдельным населенным пунктам Атырауской области (по численности населения, источникам водозабора, степени централизации водоснабжения, наличию колонок, водонапорных башен, о радиационном фоне и минерализации питьевой воды, и др.) за 2012-2019 гг. Объединение этих данных с собранными во время экспедиций 2019 г. материалами и спутниковыми снимками (систем Landsat, Sentinel 2A и Sentinel 2B) позволило получить такие же сведения для неизученных участков нижнего Урала.

Материалы второго и третьего блоков в значительной мере помогли составить представление о структуре, временных аспектах работы и географии водохозяйственного комплекса, связанного с нижним Уралом, о его многолетнем гидрохимическом режиме (см. раздел «Водохозяйственный комплекс»).

Четвертый источник данных – разнообразные и редкие материалы от Жайык-Каспийской бассейновой инспекции по регулированию использования и охране водных ресурсов, Атырауского филиала РГП «Казводхоз», Акимата Атырауской обл., Департамента

экологии по Западно-Казахстанской и Атырауской обл., Атырауского филиала ТОО «КазНИИРХ» и др. организаций.

Пятый блок данных содержит многочисленные сведения из открытых источников, в частности из научных публикаций и монографий, из СМИ, об актуальных или возникавших ранее проблемах водопользования в населенных пунктах Атырауской и Западно-Казахстанской областях, главным образом с начала XXI в. и по настоящие годы.

Аккумуляированные данные позволили, помимо электронной базы данных, создать полноценную и многослойную ГИС нижнего Урала – источник первых в своем роде тематических карт, часть которых приводится в настоящей статье.

Одной из главных задач исследования была количественная оценка современного использования речных вод в рассматриваемом регионе. Поскольку по ЗКО удалось получить более-менее надежные данные по текущему водопотреблению и русловому водному балансу между гидрологическими постами, расчет производился, главным образом, для Атырауской обл., на участке протяженностью около 365 км, для которого не было ни надежных данных стационарных наблюдений за стоком, ни сведений по водохозяйственной активности. Расчет выполнялся нарастающим итогом от одного водопотребителя (i) к следующему по формуле:

$$W_l = \sum_{i \in l}^{i=1..N} W_{AI,i} + \sum_{i \in l}^{i=1..N} W_{IO,i} + \sum_{i \in l}^{i=1..N} W_{HM,i}, \quad (1)$$

где $W_{AI,i}$, $W_{IO,i}$, $W_{HM,i}$ – объемы забранной воды в апреле-июне, июле-октябре и ноябре-марте (тыс. м³) соответственно, W_l – суммарный объем водозабора на участке от 365-го км (от моря) до l -го км. Учитывался забор воды каналами, насосными станциями сельских населенных пунктов, садоводческими товариществами, водозаборами города и промышленных предприятий Атырау. Для последнего, а также хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских поселений принималось, что городской и промышленный суточный водозабор примерно одинаковый в течение года:

$$W_{AI,i} = 91P, \quad W_{IO,i} = 123P, \quad W_{HM,i} = 151P, \quad (2)$$

где P – суточная мощность водозабора (м³/сут.) исходя из проектных его характеристик с коррекцией на реальный водозабор в последние годы и, в частности, в 2019 г. Кроме того, для сельских поселений, имеющих летний водовод, дополнительно суммировались объемы технической воды, забираемой для полива участков и водопоя скота в это время года:

$$W_{AI,i}(\text{ЛВ}) = (0,2 \times n_a + 0,6 \times n_m + 1,1 \times n_n) \times k, \quad (3)$$

$$W_{IO,i}(\text{ЛВ}) = (1,2 \times n_n + 0,7 \times n_a + 0,2 \times n_c) \times k, \quad (4)$$

где n с разным индексом – количество дней в месяце, k – число подворий в населенном пункте. Забор воды каналами оценивался только для вегетационного сезона. Привлекались данные измерений расходов воды в июле 2019 г. и размер пропускной способности каналов. Максимальным забор воды в каналы, с учетом данных учета за 1981-1985 гг. [17], был в июне. За ним следуют май и июль, следующие – август, апрель и сентябрь, октябрь. Именно их отношения между собой определили коэффициенты перехода от измеренных в июле расходов воды и максимально возможном пропускном расходе воды. Были выполнены 2 расчета: для среднего варианта водопользования (на примере 2019 г.) и максимального (с учетом максимальной подачи воды в г. Атырау, увеличенного забора воды каналами (примерно в 2 раза в сравнении с 2019 г.), добавления данных по НС небольших сельхозпредприятий (очень приблизительно) и не больше утвержденных лимитов водопользования, определенных для Атырауской обл. и р. Урал для периода 2016-2025 гг. приказом № 367 от 19 августа 2016 г.

Для оценки степени загрязненности речных вод по состоянию биоценозов нами использован широко известный метод Ф. Вудивисса [18]. Индекс Вудивисса зависит от видового разнообразия и состава донных обитателей. Он оценивается по 10 балльной шкале, которая хорошо коррелируется с 6 балльной шкалой классов качества воды, принятой в Росгидромете. Для оценки экологического состояния водных объектов определяли также видовой состав, численность и биомассу фито- и зоопланктона. Степень эвтрофирования оценивали по биомассе фитопланктона, основываясь на трофической классификации озер [19]. Также анализ состояния (загрязнения) водных объектов охарактеризован с помощью метода сапробности. Индексы сапробности указывают на степень загрязнения водоема органическим веществом и продуктами его разложения. Сапробность определялась методом Пантле и Бука в модификации Сладечека [20], индексы сапробности – по [21]. Вместе с тем нужно отметить, что методам биологического анализа присуща неопределенность, связанная с тем, что ответные реакции живых организмов обусловлены не только антропогенными воздействиями, но и природными факторами, отделить которые непросто. Водные биоценозы очень изменчивы в пространстве и времени и требуют неоднократных исследований.

Результаты и их обсуждение

Морфологические и гидрологические особенности нижнего течения Урала (или Жайыка). В низовьях Урала от г. Уральска (в 185 км ниже от границы Казахстана с Россией) река поворачивает на юг, имеет равнинный характер, течет преимущественно по Прикаспийской низменности (почти 950 км) и впадает у г. Атырау в Каспийское море на высоте – 28 м БС. Участок не имеет боковой приточности, и река теряет часть своих вод на испарение, питание грунтовых вод, обводнение староречий и сухих степей, а также из-за интенсивного забора воды [2, 22]. Общая длина казахстанского участка р. Урала, по новым оценкам, ~1135 км.

Нижний Урал прокладывает себе путь в песчано-глинистых морских и аллювиальных речных отложениях. Постепенное понижение уровня Каспия, а также солянокупольные поднятия привели к врезанию русла реки, последовательному образованию террас, строительству и последующему отмиранию нескольких дельт. Всего таких древних дельт пять – Кушумская эрозионно-аккумулятивная (самая древняя, связана с отступанием раннехвалынского моря, т.е. свыше 40 тыс. л.н.), Мергеневская, Багардайская аккумулятивная (>10 тыс. л.н.), Кызылджарская, Новобагатинская, или Аксайская (начиная с 7-5 тыс. л.н.), – не считая современной дельты [23]. Реликтами древних дельт являются протоки и сухоречья (это прежние дельтовые рукава), часть которых преобразована человеком в каналы. Самый большой из таких древних дельтовых рукавов Кушум отделяется от Урала вправо, после впадения в него последних полноценных притоков – рр. Деркул и Барбастау – и выше поста Кушум (848-й км). Сейчас он часть обширной и сложной обводнительной и оросительной системы. Ниже по течению отделяются вправо Багырдай (у с. Лебедок), Аксай, Нарынка (у п. Карманово), Баксай (у п. Яманхалинки) и др.

Кроме древних дельт хорошо идентифицируются границы речной долины, террасы и пойма [2, 11, 24,]. До п. Чапаево ширина долины 25-40 км, число террас – 3. Верхняя терраса расположена на высоте от 10-12 до 25-30 м над меженным уровнем в реке. Средняя терраса от предыдущей отделена высоким уступом. В исключительно высокие половодья по ее понижениям речные воды заходят далеко вглубь окружающих ее степных пространств. Далее на юг долина реки сужается до 10-15 км. Ниже с. Атамбаева (228-й км) правобережные террасы малозаметны; от русла немного «отступает» левый коренной берег долины. Пойма (или пойменная терраса) хорошо выражена на всем протяжении. Она двухсторонняя, шириной от 1,5 до 7 км и более, ниже с. Атамбаева она заметно расширяется. Пойма возвышается над рекой на 1-6 м, имеет неровную поверхность,

изрезанную протоками, старицами, гривами и грядами. Бровку поймы занимают береговые валы шириной 8-10 м и высотой до 2-3 м. Берега представлены высокими обрывами и песчаными отмелями. Их высота изменяется от 5-8 м на верхнем отрезке участка до 1 м вблизи от моря. В местах приближения к руслу уступов террас или коренных склонов высота берегов достигает 10-20 м.

Русло нижнего Урала очень извилистое с хорошо выраженными меандрами. Ниже п. Тайпак (431-й км), извилистость заметно уменьшается. Еще меньше она, начиная от с. Алмалы (с 80-го км). Ширина меженного русла в среднем диапазоне 100-250 м, глубины относительно небольшие – от 2-6 м на плесах до 1,2-0,5 м на перекатах. Русло и берега подвержены активным переформированиям, хорошо заметным при сравнении разновременных карт и спутниковых снимков.

При впадении в Северный Каспий р. Урал образует современную дельту площадью ~300 км² и длиной ~32 км. Здесь она разделяется на рук. Золотой (его продолжение в море – это Урало-Каспийский канал) и рук. Яицкий с долею стока в июле 2019 г. соответственно 63,7 и 36,3 % (при $Q_{\text{Урал}} = 98 \text{ м}^3/\text{с}$). Размеры и строение дельты меняются вслед за повышением/понижением среднего уровня моря [23]. Пойма и дельта Урала относятся к районам с интразональными типами растительности: ивовыми и тополевыми лесами, кустарником, тростником, луговыми сообществами и др. Их экологическая ценность велика [11, 12, 25].

Нижнее течение р. Урала отличает хорошо выраженное весеннее половодье, довольно низкая летне-осенняя межень с распластанными и мало заметными дождевыми паводками, устойчивая и низкая зимняя межень. По сути, оно имеет черты казахстанского типа водного режима. Весеннее половодье длится в среднем с начала апреля до середины – второй половины июля [2, 22, 26]. На его подъеме и пике река превращается в мощный поток, разливающийся на многие километры и активно размывающий берега и русло. На долю весеннего стока приходится 81-83 % годового стока реки [2, 5]. В зарегулированных и новых климатических условиях, начиная с 1978 г., сток половодья уменьшился на 12 %, максимальные расходы воды на посту Кушум снизились с 3650 (1913-1957 гг.) до 1440 м³/с (1978-2018 гг.), тогда как сток летне-осенней и зимней межени соответственно увеличился. Подъем уровней воды и опасность наводнений во время половодья уменьшились, в том числе по причине защиты берегов дамбами. Антропогенные и климатические факторы благоприятно повлияли на параметры современной летне-осенней межени и летнее водоснабжение. Они увеличили объем стока в июле-ноябре в 1,4-1,6 раза, его долю в годовом стоке (с 12 до 18-20 %). Минимальные расходы воды выросли в среднем с 80-90 до 95-120 м³/с. Тем не менее, годы с дефицитом меженного стока и «цветущей водой» бывают (например 2015 г.). Сама межень стала более продолжительной (на 14-17 сут.). Средний годовой сток р. Урал у г. Оренбург 3,1 км³ (в 1978-2018 гг.), у с. Кушум (Казахстан) – 9,3 км³, на выходе в море – около 7,5 км³. Тогда как в естественных условиях формирования и транзита стока он мог бы быть больше примерно на 2 км³. Многолетние колебания годового стока Урала отличает огромная (среди больших рек) межгодовая изменчивость: водность многоводных и маловодных лет различалась в 9-9,5 раз, в зарегулированных условиях она уменьшилась до 8-9 раз. Сток наносов ~2,4-3 млн т/год. Замерзает нижний Урал во второй половине ноября, правда не всегда или не на всем протяжении; вскрывается в конце марта – начале апреля. Ледоход непродолжительный, может и отсутствовать.

Водохозяйственный комплекс. Согласно собранным материалам и их анализу, главными субъектами водохозяйственного комплекса Западно-Казахстанской обл. (ЗКО), использующими воды нижнего Урала ниже г. Уральска, являются водное хозяйство самого города Уральск и граничащих с ним поселений, а также Кушумский канал огромной Урало-Кушумской ООС. Он отделяется от нижнего Урала вправо на 920-м км (вблизи п. Круглоозерное) и имеет дополнительную подпитку вблизи аула Кушум на 860-м км. Помимо речной воды в бассейне и долине Урала имеет место использование подземных вод

с утвержденными запасами 59,4 млн м³/год. Это месторождения Серебряковское, Уральское, Кулшык и Январцевское.

Население и предприятия г. Уральска, как следует из перечисленных в разделе «*Материалы и методы*» источников, безвозвратно используют 0,011 км³ воды в год. Она забирается насосной станцией (НС) Уральской ТЭЦ (на 960-м км), проходит водоподготовку с освобождением от наносов и органики, подается в магистральные водоводы и далее по распределительным сетям поступает к потребителям. Сточные воды г. Уральска сбрасываются в серию накопителей и биологических прудов, а также на «рельеф местности» (с 2015 г. от этого постепенно уходят). Фактический расход сточных вод, поступающих на механическую очистку, составляет 27,3 тыс. м³/сут.; вода из прудов может быть использована повторно. В р. Урал использованные воды не сбрасываются, но есть сброс речных взвесей со станции водоподготовки (в 200 м ниже а/д моста), которые были уловлены фильтрами, и сброс условно-чистых вод в Солдатскую старицу с охлаждающей системы Уральской ТЭЦ.

Урало-Кушумская ООС образована на месте древней Кушумской дельты и ее бывших рукавов (рис. 1). Первые идеи о создании подобной мелиоративной системы, в которой протока Кушум играла бы роль магистрального канала, датируются 1880-ми годами. К ним возвращались в 1914-1916 гг. и в 1930-х гг. с амбициозными планами орошения 705 тыс. га [27]. В конце концов Кушумский канал пропускной способностью 125 м³/с был построен в 1940 г., а в проектном режиме функционирует с середины 1950-х гг. Урало-Кушумская ООС полностью введена в эксплуатацию в 1974 г. Система самотечная. Задача Кушумского канала снабжать водой разветвленную сеть каналов общей длиной 1232 км, ~100-110 тыс. га орошаемых земель и 2177 тыс. га пастбищ, Кировское, Битикское, Донгелекское и Пятимарское водохранилища, р. Большой Узень, население и предприятия 5 районов. Она решает и экологические задачи, обводняя степные водоемы. Пика водопользования Кушумская ООС достигла в 1980-х гг. [22]. График водоподачи в Кушумский канал совпадает с гидрографом р. Урал: основной водозабор производят во время половодья на реке. К настоящему времени отмечено значительное снижение забора речных вод и площадей реально обводняемых земель. Если в 1980-х гг. объемы изъятия достигали в среднем 822 млн м³/год, то с 2004 г. их оценивают от 533 млн м³/год (данные Казгидромета) до 400 млн м³/год (Казводхоз). Даже при таком сокращении столько безвозвратно речных вод не забирает ни один субъект водохозяйственного комплекса во всем бассейне Урала! Явное уменьшение забора воды отмечено во все месяцы года, пик сместился с мая на апрель. В результате, в границах ООС за 2000-2015 гг. произошло значительное ухудшение состояния почвенно-растительного покрова [28].

Лимитирующими факторами дальнейшего развития Урало-Кушумской ООС, помимо финансирования, служат, по мнению авторов, сомнения по поводу: 1) отрицательных последствий ее эксплуатации, в первую очередь для речного стока и обводнения пойменно-руслового комплекса низовьев Урала; 2) эффективности использования забранных вод из-за больших водопотерь в земляных и открытых руслах каналов на испарение и просачивание, на испарение с водохранилищ, из-за нарушения технологии орошения. Да и само обильное и не всегда продуманное орошение огромных по площади сельхозугодий в условиях засушливого климата и засоления почв вызывает вопросы, как и планы по будущему ООС и увеличения забора воды в канал, в том числе для межбассейновой переброски стока в р. Большой Узень. Цель последней – сокращение объемов закупаемой у РФ волжской воды (в объеме до 20 млн куб. м) и обводнение 130 тыс. га земель.

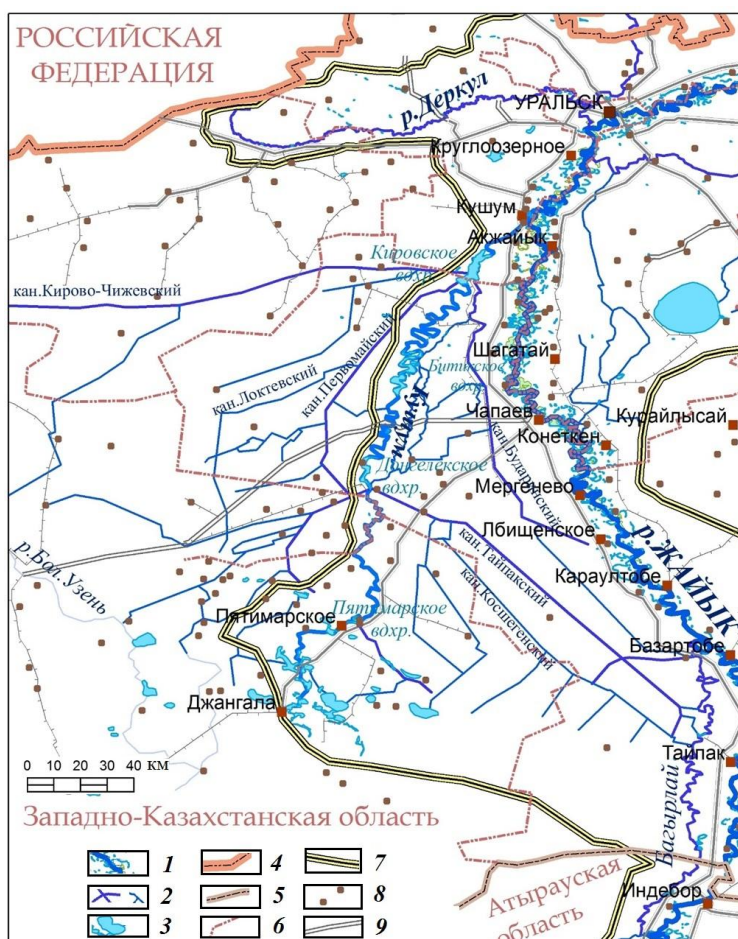


Рисунок 1 – Схема Урало-Кушумской ООС и части русла нижнего Урала в пределах Западно-Каспийской области

Примечание: 1 – река Урал и канал Кушум с пойменно-старичным комплексом, 2 – каналы и притоки, 3 – водоемы, 4 – государственная граница, 5 – граница между областями, 6 – граница между районами, 7 – границы бассейна р. Урал, определенные авторами, 8 – населенные пункты, 9 – транспортная инфраструктура

До границ с Атырауской обл. незначительный забор речных вод небольшими насосными станциями обнаружен еще в нескольких населенных пунктах ЗКО – Дарьинское (1002 км), Акжайык (831), Мерген (640) и Атамекен (515 км от моря).

В Атырауской области практически единственным источником пригодных (для хозяйственного и питьевого водоснабжения) пресноводных ресурсов служат реки, которых мало, и огромные по площади территории относятся к бессточным и пустынным. Это трансграничные река Урал (Жайык) и дельтовый рукав Кигач (Кигаши), реки Уил (Ойыл), Сагиз (Сагыз) и Эмба (Жем). На поверхностные водные объекты в 2008-2017 гг. приходилось 89 % суммарного водозабора в области, а в 2014-2017 гг. – все 99 % [29]. По объемам водопотребления лидируют промышленность и сельское хозяйство – соответственно 95 млн м³/год в 2008-2014 гг. и 81 млн м³/год (только на орошение). Водоемкая и крупная промышленность присутствует, главным образом, в г. Атырау и г. Кульсары, на южных и юго-восточных месторождениях нефти и газа. Обводняемые сельхозугодья тяготеют к долине р. Урал, приморской равнине, дельте р. Волги, долинам рек Уил, Сагиз и Эмба [25]. На третьем месте по объемам водопользования коммунальное хозяйство (30 млн м³), но по приоритету и территориальному распространению оно преобладает. В регионе, с одной стороны, создана сложная мелиоративная сеть, позволяющая распределять воды р. Урал на значительные расстояния и площадь, перебрасывать сток рукава Кигач на крайний юго-восток – почти на 1000 км. С другой, отсутствуют накопители и регуляторы стока – водохранилища, что серьезно ограничивает водопользование в течение года. Единственный

не лимитирующий период – 1-3 месяца половодья. Но во время него затраты на водоподготовку (из-за высокой мутности паводковых вод) очень большие, а где-то использование таких вод попросту невозможно. Отдельным и особым водопользователем являются уникальные и ценные водные и околотоводные экосистемы – в дельтах рр. Волги и Урала, на пойменных лугах и нерестилищах, а также рыбохозяйственная отрасль, занимающаяся как разведением и выращиванием рыбы, так и ее выловом и переработкой. Роль водного транспорта минимальная. Особенность еще в том, что за современный период водохозяйственный комплекс Атырауской области сохранил основные показатели водопользования, за исключением орошаемого земледелия, в 5 раз сократившего объемы забора воды.

Главный субъект водохозяйственного комплекса на базе использования вод р. Урала – это водное хозяйство г. Атырау. Здесь основной забор воды (двумя мощными водозаборами – в 55 и 52 км от моря), производство (водоочистку на 5 станциях общей мощностью ~120 тыс. м³/сут.) и распределение хозяйственно-питьевой воды, а также прием от потребителей города, очистку и сброс сточных вод осуществляет КГП «Атырау Су Арнасы». Часть воды перебрасывается в п. Макат и населенные пункты по трассе магистрального водовода (протяженностью 380 км). Общий забор воды из реки на хозяйственно-питьевые цели равен ~25 млн м³/год (322 л/сут на 1 чел.), предполагаемый максимальный забор ~33 млн м³/год. Крупные промышленные предприятия имеют собственные водозаборы. Они расположены: у ТОО «Атырауский НПЗ» (АНПЗ) в 500 м выше протока Перетаска на левом берегу р. Урал, у АО «Атырауская ТЭЦ» (АТЭЦ) – из протоки Перетаска, у ТОО «Атырауполипропилен» – из подводящего канала АО «АТЭЦ».

Сточные воды левого берега (~60 тыс. м³/сут.) поступают на очистные сооружения ТОО «АНПЗ» и, не пройдя полный цикл очищения, – на поля испарения, или фильтрационные поля («Тухлую балку»). На правобережье также есть поля испарения – пруд-накопитель («Черная речка»). Но строятся новые очистные сооружения (мощностью 70 тыс. м³/сут) с глубокой очисткой сточных вод, что прекратит сброс неочищенных вод на рельеф. Хотя есть противоречивые сведения о том, что часть условно-очищенных сточных вод все же сбрасывается в р. Урал. И использованные воды Атырауской ТЭЦ поступают в канал и удаляются в направлении к морю по руслу бывшей дельтовой протоки Перетаска с возможным перетоком в Приморскую ООС. В ерик Мостовой, а затем в р. Урал ниже города, организованно сбрасываются дождевые воды, собранные спецтехникой на улицах, поступают стоки от домохозяйств и др. В 2015, 2016 и 2017 гг. объемы водоотведения составили 15,5, 18,0 и 18,4 млн м³/год. Из них на промышленные сбросы пришлось 30 %, хозяйственно-бытовые – 70 %.

Второй субъект в/х комплекса Атырауской области – это сельские поселения вдоль Урала, которых 42 и еще 9 садоводческих товарищества (рис. 2). В 2018 г. в них проживало ~117 тыс. населения, что на 22 тыс. больше чем в 2009 г. Для сравнения в г. Атырау в 2019 г. проживало 270 тыс. чел. Лишь часть поселений имеет одну (реже – больше) плавучую НС, напрямую забирающую воду из реки и оборудованную рыбозащитным устройством. Таких НС обнаружено 44. Еще 13 – в садоводческих товариществах. Забираемая вода проходит на местных водоочистных станциях (ВОС) освобождение от наносов и хлорирование. ВОС созданы во многих населенных пунктах и сравнительно недавно (рис. 3). Удаленные из воды наносы помещаются на специальные полигоны, и очищенная вода подается на водонапорные башни, а часть запасается в цистернах, откуда централизованно распределяется по потребителям. В населенном пункте могут быть 2 системы централизованного водоснабжения – летний водовод (с работой несколько часов в день в теплый период года) и сети круглогодичного питьевого-хозяйственного водоснабжения. Практически все системы водоснабжения недавно прошли модернизацию, либо впервые построены. Подвоз питьевой воды автотранспортом теперь практикуется мало и лишь во время ЧС.

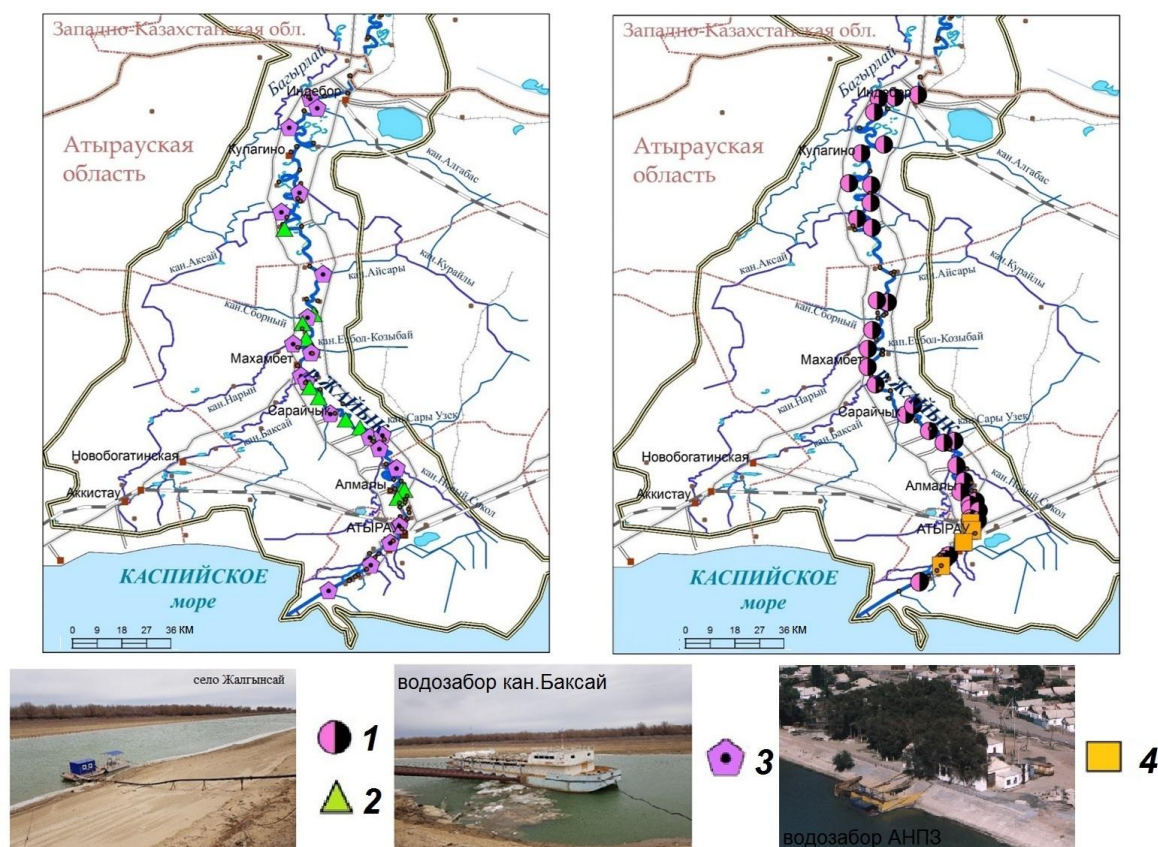


Рисунок 2 – Местонахождение и типы водозаборных сооружений по длине р. Урал, по состоянию на 2019 г. и в пределах Атырауской области

Примечание: Водозаборы сельских населенных пунктов (1) и с/х предприятий (2), каналов (3), городов и крупных промышленных предприятий (4)

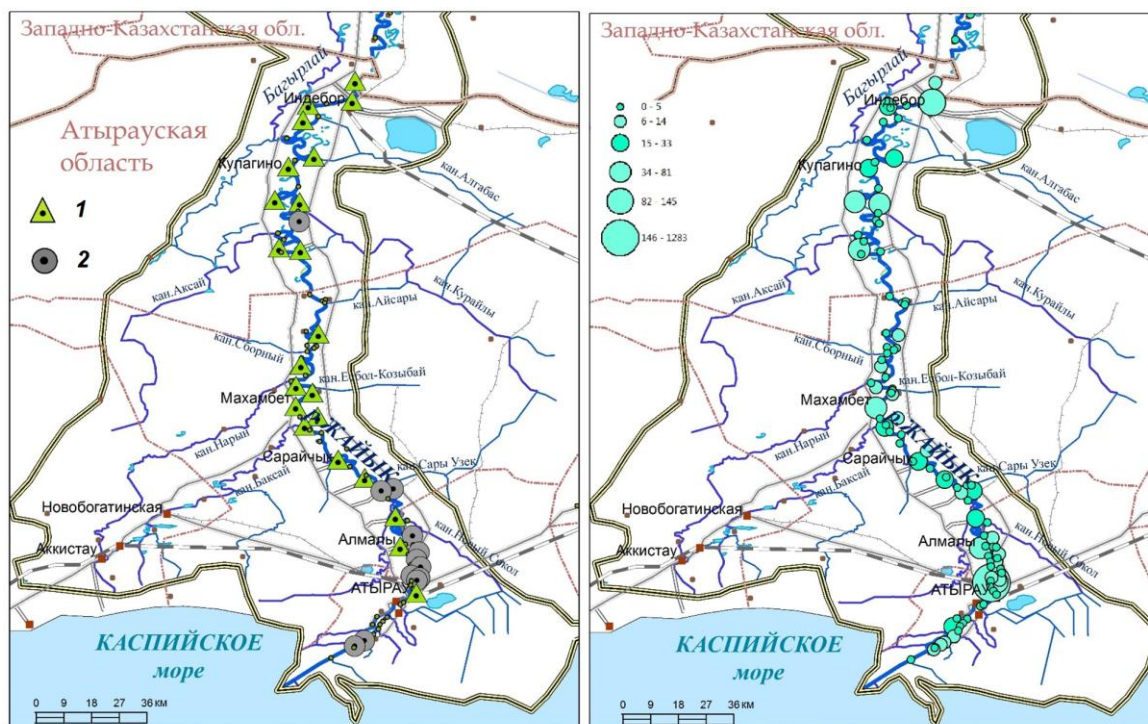


Рисунок 3 – Схема населенных пунктов, имеющих водоочистные станции (ВОС) (левый рисунок) и внутренние поселковые водопроводные сети (правый) с указанием их общей протяженности в км. 1 – есть ВОС, 2 – ВОС отсутствует

Тем не менее, проблемы поселкового водоснабжения сохранились. В их числе: 1) отсутствие горячей воды; 2) перебои в водоснабжении из-за замерзания коммуникаций в холодные зимы, остановок ВОС в половодье в связи с высокой мутностью речных вод; 3) нерегулярность подачи воды в течение суток; 4) недостаточное количество технической воды; 5) водоподготовка не по всему перечню веществ, имеющих превышение по ПДК; 6) повреждение водозаборных систем на размываемых берегах (рис. 4). Опасность последнего в связи со снижением расходов воды половодья уменьшилась, но на отдельных участках зафиксирована. Важной проблемой, ждущей своего решения, остается практически повсеместное отсутствие канализационных сетей и очистных станций. Исключение – г. Атырау и некоторые поселки вблизи него, а также Индербор, Сарайшык и Махамбет. Сейчас стоки поступают в выгребные ямы и септики, которые имеют многие домохозяйства. Переполнение ям устраняется с помощью спецтехники. Но уверенности в том, что это делается своевременно, нет. Но станции по централизованному приему, очистке и утилизации сточных вод есть далеко не во всех населенных пунктах. Однако, явного сброса стоков в р. Урал в 2019 г. не обнаружено.



Рисунок 4 – Типы берегов р. Урал по интенсивности и тенденции их переформирования на участках размещения водозаборных сооружений и населенных пунктов, по данным обследования в 2019 г.

Примечание: Типы берегов: 1 – аккумулятивный, 2 – активно намываемый, 3 – размываемый, 4 – опасно размываемый, 5 – защищенный, 6 – стабильный

Следующий субъект в/х комплекса нижнего Урала – это каналы различных мелиоративных систем, которые осуществляют забор уральских вод в Атырауской обл. обычно принудительным образом – с помощью мощных плавучих НС. После сброса воды в магистральный канал она самотеком течет под уклон в земляных руслах, реже – в бетонированных/облицованных, поступает в меньшие по размеру каналы на обводняемые поля и пастбища. Каналы могут также служить дополнительным источником воды для удаленных от реки населенных пунктов. НС и сами каналы функционируют с апреля – мая по сентябрь – октябрь, хотя вода в них может сохраняться и зимой. Самые крупные каналы и их подсистемы: на правом берегу – это Багырлай, Аксай, Сборный, Нарын и Баксай, Черная Речка, на левом – Алгабас-Жорык, Курайлы, Новый Сокол, ерик Мостовой и Перетаска (рис. 2). Всего обнаружено 20 водозаборов в каналы. Самотечным можно считать лишь проток Зарослый в г. Атырау. Большинство каналов, по итогам обследования в 2019 г., были в удовлетворительном состоянии. Расходы воды в июле варьировали от 0,1 до 1,3 м³/с (кан. Баксай). В трех каналах – Курсай, в каналах рядом с селами Карабай и Есбол – ток воды не наблюдался. Проектная пропускная способность главных каналов, в основном, 1-2 м³/с.

Влияние водопользования на водный сток нижнего Урала. Водохозяйственный комплекс, сложившийся на базе использования уральских вод, заметно уменьшает речной сток. Пик водопользования в бассейне Урала пришелся на 1980-е гг. [1, 3, 8]. В это время на казахстанском участке, благодаря ~145 участникам водохозяйственного комплекса, сток реки уменьшался к морю в среднем на 1,56 км³ (~1,15-1,2 км³/год в ЗКО), или 15 % стока, поступающего с территории РСФСР. В маловодные годы (например, в 1984 г.) эта доля увеличивалась как минимум в 1,5 раза. Для сравнения, естественные потери на участке Кушум – Атырау оценивались в 0,16 км³/год при водозаборе на этом отрезке в 0,41 км³/год [17]. Ниже г. Атырау (в 1980-е гг. г. Гурьев), в дельте Урала терялось от 0,54 [30] до 0,40 км³ [31]. Правда, эти оценки представляются авторам завышенными. В итоге общее снижение стока Урала на казахстанском участке в 1980-е гг. было близко к 2 км³/год (с учетом естественных потерь), или ~19,2 % притока с территории РСФСР. Больше всего, конечно, расходовалось в ЗКО – из-за забора воды Кушумским каналом (0,81 км³/год) и выше г. Уральска (0,31 км³/год). Канал забирал воду в течение всего года (63,7 % апрель – июнь, 20,3 % июль – октябрь), тогда как большинство других каналов – только в вегетационный сезон. Сбросов обратно в р. Урал не было и в те годы, что подтверждает полностью безвозвратный характер водозабора на нижнем участке Урала. В 1990-х гг. объемы водопотребления в бассейне Урала резко сократились, главным образом с 1992 по 1999 гг.

Современное хозяйственное уменьшение стока по длине казахстанского участка Урала оценивается авторами, согласно водохозяйственным расчетам и данным наблюдений на постах, примерно в 0,80-0,95 км³/год. Из них 59,5 % в половодье (апрель – июнь) и 23,4 % в июле – октябре. Необходимо отметить, что некоторые данные стационарных наблюдений за расходами воды на казахстанском участке оказались сомнительными. Тогда как от поста Январцево (на границе с РФ) к постам Кушум и Махамбет установлено закономерное гидрометрическое уменьшение стока в диапазоне 0,6-0,8 км³/год (за 2009-2018 гг.), далее к морю водный сток Урала, согласно опять же данным стоковых постов, увеличивается на ~1 км³/год. Относительно надежными данными обладают лишь посты Январцево, Кушум и Индербор.

Сбросов сточных вод в нижний Урал по-прежнему почти нет (за исключением участка в районе г. Атырау), что уравнивает водозабор и безвозвратное водопотребление. По итогам изысканий в 2019 г. и расчетам, объемы забора воды на атырауском участке Урала составили 148 млн м³/год (рис. 5), или 2,6 % годового объема стока за 2010-2018 гг. (5,82 км³/год) на посту Индербор, расположенном на границе ЗКО и Атырауской обл. При максимальном варианте объемы водозабора оценены в 227 млн м³, что меньше утвержденных правительством Казахстана (Приказ от 19 августа 2016 года № 367) для

Атырауской обл. и р. Урал лимитах водопользования в 302 млн м³, из которых 152 млн м³ на коммунально-бытовые промышленные нужды, 76,5 млн м³ – сельское хозяйство, 4,2 млн м³ – рыбную отрасль, 69,8 млн м³ – экологические нужды и прочее.

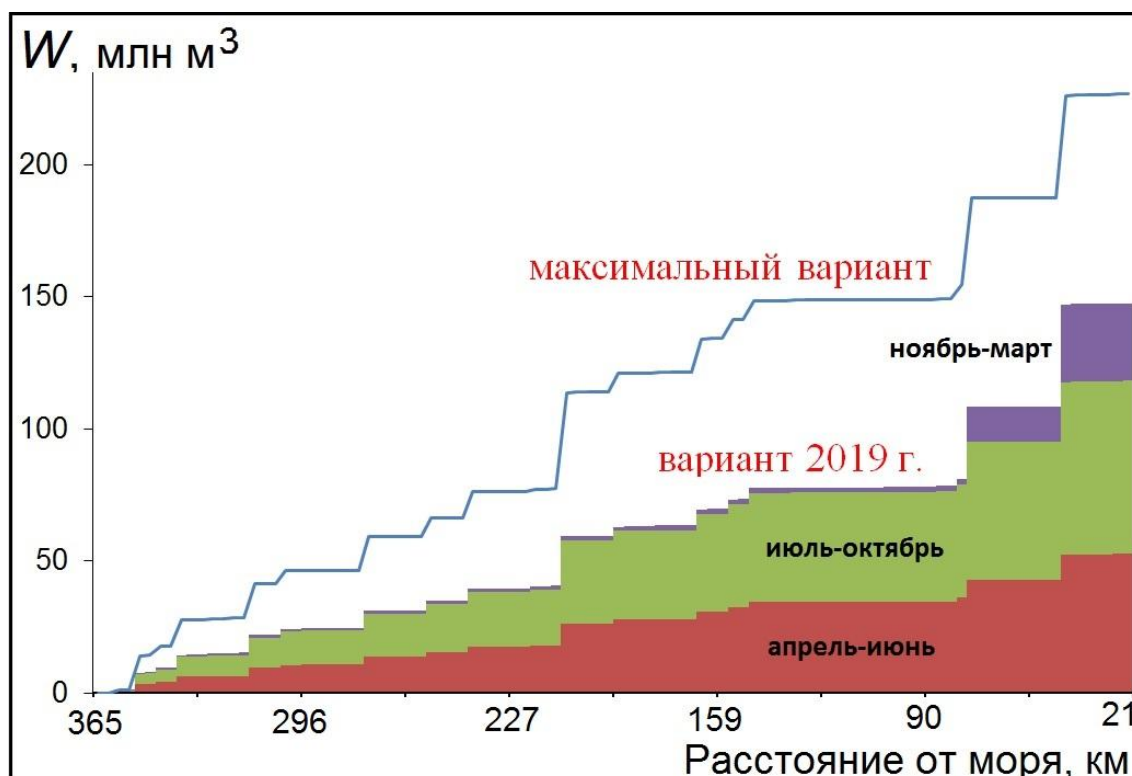


Рисунок 5 – Нарастание годовых объемов забора воды из р. Урал в пределах Атырауской обл. с разделением на сезоны (только для варианта 2019 г.)

Влияние водопользования на качество воды. Современное гидроэкологическое состояние вод в нижнем течении реки Урал определяется как местными природными и антропогенными факторами, так и значительным изменением гидрохимического режима со стороны российской части бассейна, под влиянием также двух групп факторов.

Воды нижнего Урала имеют повышенную минерализацию и смешанный (хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-кальциевый) состав, порой с преобладанием хлоридов и ионов натрия. Главная причина – грунты Прикаспийской низменности насыщены хорошо растворимыми хлоридами; здесь также распространены соляно-купольные структуры. В межень минерализация наибольшая (600-800 мг/дм³), достигая максимальных значений >1000 мг/дм³. Воды половодья имеют среднюю минерализацию (200-500 мг/дм³). В новых условиях она выросла, прежде всего, из-за сокращения стока половодья. В 2019 г. минерализация воды была максимальной в конце зимней межени (760-850 мг/дм³), летом составила 600-650 мг/дм³; воды характеризовались хлоридно-гидрокарбонатно-натриево-магниевым составом. Содержание хлоридов явно увеличивалось к морю. По данным Казгидромета, во время половодья 2019 г. минерализация изменялась в диапазоне 480-540 мг/дм³. Все это свидетельствует о соответствии основного химического состава вод нижнего Урала в 2019 г. средним многолетним величинам.

С территории России поступают, по классификации Росгидромета, «очень загрязненные» и «загрязненные» воды, где источниками загрязнения служат коммунальные и промышленные предприятия как в российской части бассейна, так и в казахстанской – главным образом, в бассейне р. Илек [1, 10, 14, 32, 33]. Часть загрязнений в верхней и средней частях бассейна «поглощают» водохранилища [34]. В низовьях Урала, как выше подмечено, сбросов сточных вод практически нет (за исключением участка в районе

г. Атырау). Но из выгребных ям и септиков сельских поселений, с животноводческих ферм, с городской территории, фильтровальных станций и площадок «сброса сточных вод на рельеф» грунтовыми водами и коллекторно-ливневыми стоками некоторые загрязнения могут попасть в реку. Последняя экологическая катастрофа с гибелью большого количества рыбы (из-за сбросов хлора) случилась в дельте Урала зимой 2018-2019 гг. и ущербом для 2-х осетровых заводов в размере 1,6 млрд тенге. Ранее масштабная гибель рыбы зафиксирована в 1967, 1968, 1973, 1984 и 1987 гг. и тоже зимой [12]. Судоходство практически отсутствует. Поэтому гидроэкологическое состояние реки от границ с РФ к морю либо не меняется ввиду процессов самоочищения в речном потоке и адсорбции на тонкодисперсных взвешенных частицах (преимущественно глинистых) тяжелых металлов (ТМ). С другой стороны, крайне негативно сказывается на качестве воды снижение водности реки [14, 35, 36]. Уровень загрязнения речных вод имеет многолетнюю и сезонную изменчивость. В многолетнем разрезе он несколько лет относительно стабилен, тогда как его сезонные колебания, которые застали и участники экспедиций в 2019 г., могут быть значительными. Как правило, в межень качество воды ухудшается.

«Традиционно» главными загрязняющими веществами (ЗВ) на значительном протяжении Урала считаются медь, железо общее, цинк, шестивалентный хром, свинец, марганец, бор, нитриты, сульфаты и нефтепродукты; показатели ХПК и БПК₅ также превышают ПДК [37]. Повышенные концентрации некоторых из них, например сульфатов, бора, железа общего, – часть естественного геохимического фона. В 2019 г. концентрации ТМ, превышающие рыбохозяйственные нормативы, обнаружены у марганца, хрома, свинца и меди. Наибольшее содержание практически всех ТМ отмечено у пос. Индербор. Ниже по течению реки концентрации снижаются. Превышения ПДК_р-х цинком (15,3-22,7 мкг/дм³) и медью (2-23 мкг/дм³) связаны, по мнению авторов, с техногенным источником – трансграничным переносом с территории РФ и впадением загрязненных притоков выше г. Уральска. Довольно стабильно по длине реки содержание растворенного железа. Его концентрации (140-190 мкг/дм³), несмотря на превышение ПДК, соответствуют природному геохимическому фону. Превышение сульфатами ПДК_р (100 мг/дм³) до 105-115 мг/дм³ отмечено летом 2019 г. между Желаево и Махамбетом; ниже по течению содержание сульфатов снижалось до 70-95 мг/дм³. Превышение ПДК по бору (0,017 мкг/дм³) не обнаружено. Содержание валового фосфора в межень 2019 г. не превышало 60 мкг/дм³. В водах реки наблюдается благоприятное соотношение биогенных элементов, которые являются минеральной основой биопродуктивности как в самой реке, так и в водах Северо-Восточного Каспия. В 2019 г. содержание нефтепродуктов находилось в диапазоне 0,01-0,03 мг/дм³ (от Индербора до 25 км ниже Атырау). ХПК вначале увеличивалось от 5,55-6,25 мг/дм³ (Уральск – Чапаево) до 15 мг/дм³ в 1 км ниже Атырау, но к морю – немного снизилось. Содержание растворенного кислорода варьировало от 5,5 до 10,1 мг/дм³, или в среднем всего 50 % насыщения с уменьшением зимой до 30 %.

Исследование фитопланктона в 2019 г. не выявило существенных отклонений в его развитии. В марте его было значительно меньше (биомасса 0,5-2 мг/л, численность < 3000 кл/мл), чем в июле (биомасса от 3,6 выше г. Уральска до 10,3 мг/л у п. Махамбета, численность от 25 до 71 тыс. кл/мл), что вполне закономерно. Его значительное развитие, соответствующее мезотрофно-эвтрофному уровню, может быть связано с повышенным содержанием биогенных веществ и спокойным течением реки. По длине русла биомасса, как правило, нарастает. Фитопланктон характеризуется высоким видовым разнообразием (индекс Шеннона 2,6-4,9, число видов 54-74). По биомассе преобладают в основном диатомовые и зеленые водоросли, но ниже г. Атырау резко увеличивается биомасса синезеленых водорослей (цианобактерий), что может быть связано с загрязнением. Обнаружена потенциально токсичная водоросль *Cuspidothrix issatschenkoii*. Индексы сапробности, характеризующие содержание в воде органических веществ, находящихся на разных стадиях разложения, невелики и изменяются от 1,6 до 2,1. Это укладывается в

границы b-мезосапробной зоны, свойственной для слабо (умеренно) загрязненных вод. Воды р. Урал ниже г. Атырау не показали повышения сапробности, что благоприятный факт.

Видовое разнообразие бентосных организмов скудное – 39 видов в более чем 14 отобранных пробах, а по отдельным станциям – менее 15. Мало ручейников (Trichoptera) и поденок (Ephemeroptera); преобладают комары-звонцы (Chironomidae), моллюски (больше всего перловиц), малощетинковые черви (Oligochaeta). Это соответствует условиям равнинной реки с небольшой скоростью течения в межень, значительному заилению донных отложений и дефициту кислорода в воде, особенно у дна и подо льдом. Индекс Вудивисса, характеризующий качество воды по зообентосу, мал – в среднем 4 балла («загрязнено»). В марте он составлял 2-7 баллов (то есть от «очень грязно» до «умеренно загрязнено», в июле изменялся – от 7 баллов до 1-2. Все это свидетельствует об экологическом неблагополучии. Значения олигохетного индекса невелики – от 0 до 17 %. Это указывает на отсутствие поступления в водотоки большого количества сточных вод, богатых легкоразлагаемой органикой. Исключение составляет ст. 1 (ниже Атырау), где весной индекс составил 96 %. Биомасса зообентоса сравнительно невелика, увеличиваясь в иловых отложениях. При изучении зоопланктона, отобранного в 2019 г., обнаружены 11 таксонов веслоногих ракообразных (Copepoda) и 10 вествистоусых (Cladocera). Это немного; еще меньше – количественное развитие зоопланктона, что характерно для малопродуктивных водных объектов. Возможно, это следствие повышенной мутности речных вод, дефицита кислорода, развития цианобактерий и др. Биомасса зоопланктона увеличивалась от Уральска к Курилкино (ниже Атырау) – от 0,9 до 6,1 мг/м³, число видов – от 8 до 10. Индекс Шеннона – 1,8-2,5, что немного. Индексы сапробности изменяются от 1,6 до 2,4 – то есть укладываются в границы b-мезосапробной зоны (характеризующей умеренное загрязнение).

Выводы

Установлено, что водохозяйственный комплекс нижнего Урала включает: 1) водохозяйственные системы городов Уральск и Атырау (коммунально-бытовое водоснабжение + водозаборы промышленных предприятий и ТЭС); 2) Урало-Кушумскую ООС, которая снабжается речной водой по Кушумскому каналу; 3) каналы мелиоративных систем в Атырауской обл., осуществляющие забор речных вод с помощью мощных плавучих НС; 4) хозяйственно-питьевое водоснабжение населения, домашнего скота и предприятий сельских населенных пунктов (с помощью малых плавучих НС), главным образом в Атырауской обл.; 5) рыбоохранное и товарное рыбоводство. Его главная особенность – безвозвратное водопотребление, что на бесприточном нижнем участке Урала создает дополнительное (к естественным потерям) уменьшение стока. С другой стороны, почти отсутствие сбросов сточных вод не ухудшает качество речных вод.

Максимальным образом на сток нижнего Урала водохозяйственный комплекс влиял в 1980-е гг., когда благодаря ~145 водопотребителям речной сток уменьшался в среднем на 1,56 км³ (~1,15-1,2 км³/год в ЗКО), или 15 % поступающего с территории РСФСР стока. В маловодные годы эта величина была еще больше. Главным водопотребителем был Кушумский канал (0,81 км³/год). К настоящему времени объемы безвозвратного водопотребления уменьшились до ~0,80-0,95 км³/год. Меньше всего изымается в Атырауской обл.: по итогам изысканий 2019 г. средняя величина составляет 0,15 км³/год, или 2,6 % годового объема стока за 2010-2018 гг. (5,82 км³/год) на посту Индербор, максимальная – 0,23 км³/год. Это меньше утвержденных (для Атырауской обл. и р. Урал) правительством РК лимитов водопользования. То есть воды, в целом хватает, несмотря на маловодный период с 2006/2008 гг. Согласно измерениям расходов воды в каналах в июле 2019 г., суммарный объем забора ими воды из р. Урал не превысил 5,5 м³/с при расходе воды в реке в это время в 100 м³/с, или 5,4 %. То есть даже в межень маловодного года, как 2019 г., в один из самых водоемких (для растениеводства и животноводства) месяцев дефицита в

воде и значительного влияния водозабора на сам речной сток не наблюдалось.

Сильный сезонный водный дефицит испытывает природный пойменно-русловой комплекс, особенно во время половодья из-за снижения параметров и частоты затопления поймы и нерестилищ, плохого «санитарного промыва» русла [4, 38, 39]. Он появился вначале из-за регулирования стока р. Урал и его притоков водохранилищами, в первую очередь, Ириклинским водохранилищем, затем (с конца 1970-х гг.) добавились климатические нарушения водного режима рек бассейна. Так, наиболее низкая эффективность воспроизводства осетровых отмечается при объеме годового стока в среднем $<3,5 \text{ км}^3$, согласно «Схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов реки Урал (Жайык) с притоками» (2007 г.). В эти годы она сокращается в 5-10 раз, как и численность нерестящихся рыб. Такое могло быть, по оценкам авторов, в 1937, 1955, 1967, 1977, 2006 гг. и позднее в 1975, 2009 гг.

Выявлены проблемы в водохозяйственном комплексе Атырауской области, связанные с отсутствием централизованного горячего водоснабжения в населенных пунктах сельской местности и отведения стоков, с перебоями в подаче воды в течение суток, в холодные зимы, высокое половодье и низкую летнюю межень, плохим состоянием сетей, опасностью повреждения объектов на размываемых берегах, неудовлетворительным техническим состоянием каналов и др. В будущем объемы водопользования в РК и нагрузка на речной сток, вероятнее всего, будут расти. В первую очередь, в связи с расширением производственной деятельности, запуском новых промышленных предприятий и месторождений, положительной динамикой численности населения, расширением существующих населенных пунктов и жилого фонда в них, со стремлением обеспечить сельскому населению и домовым хозяйствам круглогодичный доступ к достаточным объемам и нормативного качества пресноводным ресурсам. Фактическое водопотребление населением будут приближать к рекомендуемым нормам – до 125-230 л/сут. на 1 чел. в сельских населенных пунктах (без учета расхода воды на полив и водопой домашнего скота) и 250-350 л/сут. и больше в городе.

Обеспечить доступ к незагрязненным поверхностным пресноводным водоисточникам мешает неблагоприятная гидроэкологическая обстановка. Водохозяйственный комплекс нижнего Урала, как уже ранее отмечено, почти не осуществляет сбросов сточных вод в реку и не загрязняет ее. Исключение – район г. Атырау. Но воды нижнего Урала, тем не менее, характеризуются как «очень загрязненные» и «загрязненные», по классификации Росгидромета. Исследования 2019 г. еще раз подтвердили эти выводы. Это следствие, во-первых, хозяйственной деятельности в верхней и, особенно, в средней части бассейна, и в меньшей мере – особенностей естественного геохимического фона. Во-вторых, внутригодовое перераспределение стока и общее снижение стока с 2006/2008 гг. также могут служить причиной этого ухудшения. В то же время, определенные по итогам полевых работ в низовьях Урала в 2019 г. биоиндикаторы выявили мезотрофно-эвтрофный уровень развития фитопланктона и высокие показатели его видового разнообразия (т.е. благополучие), плохое развитие зоопланктона и зообентоса (экологическое неблагополучие) и средний уровень сапробности, характерный для умеренно загрязненных вод. То есть, проблема загрязнения вод Урала сохраняется, и она требует своего решения в ближайшем будущем.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках госбюджетной темы (I.10, ЦИТИС 121051400038-1), при финансовой поддержке Акимата Атырауской обл. и МНК «Астана». Отдельная благодарность Дуйсенову Руслану, без помощи которого был бы невозможен проделанный объем работ.

Список литературы

1. Вода России. Речные бассейны. Екатеринбург: Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2000. 536 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 2. Урало-Эмбинский район. Л., 1970. 512 с.
3. Магрицкий Д.В., Евстигнеев В.М., Юмина Н.М., Торопов П.А., Кенжебаева А.Ж., Ермакова Г.С. Изменения стока в бассейне р. Урал // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2018. № 1. С. 90-101.
4. Бурлибаев М.Ж., Фашевский Б.В., Опп К., Бурлибаева Д.М., Кайдарова Р.К., Вагапова А.Р. Научные основы нормирования экологического стока рек Казахстана. Алматы: Изд-во «Каганат», 2014. 408 с.
5. Magritsky D., Kenzhebaeva A., Yumina N., Efimova L., Moreido V. Climatic changes and water management in the Ural River basin and their impact on the river water regime. IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2021. vol. 817. pp. 1-10. DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012062.
6. Григорьев О.М. Оценка влияния промышленно-коммунального водопотребления на сток р. Урал // Тр. ГГИ. 1981. Вып. 273. С. 45-61.
7. Давлетгалиев С.К. Поверхностные водные ресурсы рек Жайык – Каспийского бассейна в границах Республики Казахстан // Гидрометеорология и экология. 2011. № 1. С. 56-65.
8. Демин А.П. Использование водных ресурсов России: современное состояние и перспективные оценки: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2011. 51 с.
9. Родионов В.З. Влияние хозяйственной деятельности на сток р. Урала // Тр. ГГИ. 1977. Вып. 239. С. 109-122.
10. Сивохип Ж.Т., Павлейчик В.М. Анализ водохозяйственных противоречий в условиях трансграничного водodelения стока в бассейне реки Урал // Acta Geographica Silesiana. 2015. № 20. С. 49-56.
11. Чибилев А.А. Бассейн Урала: история, география, экология. Екатеринбург, 2008. 312 с.
12. Бурлибаев М.Ж., Курочкина Л.Я., Кашеева В.А., Ерохова С.Н., Иващенко А.А. Дельта реки Урал и прилегающее побережье Каспийского моря. Астана, 2007. 264 с.
13. Курмангалиев Р.М. Экологические проблемы трансграничного водотока реки Урал и пути их решения // Ғылым және білім. 2008. № 3. С. 91-97.
14. Sivokhip Zh.T., Pavleichik V.M., Chibilev A.A., Padalko Yu.A. Problems of Dependable Water Use in the Transboundary Ural River Basin. Water Resources. 2017. vol. 44. no. 4. pp. 673-684.
15. Бубин М.Н. Многолетние колебания сезонного стока рек Челябинской области: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Челябинск, 2007. 20 с.
16. Васильев Д.Ю., Водопьянов В.В., Закирзянов Ш.И., Кенжебаева А.Ж., Семенов В.А., Сивохип Ж.Т. Корреляционные связи многолетних колебаний месячного и годового стока в бассейне реки Урал // Известия РАН. Сер. Географическая. 2020. Т. 84. № 3. С. 414-426.
17. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том V. Вып. 2. Обнинск, Актюбинск, Алматы, 1984-1997.
18. Вудивис Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование / Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. Тр. советско-английского семинара. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. С. 132-161.
19. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 184 с.

20. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III: Методы биологического анализа вод. М.: Издательский отдел Секретариата СЭВ, 1983. 371 с.
21. Баринаева С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.
22. Магрицкий Д.В., Кенжебаева А.Ж. Закономерности, характеристики и причины изменчивости годового и сезонного стока воды рек в бассейне р. Урал // Наука. Техника. Технология (политехнический вестник). 2017. № 3. С. 39-61.
23. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления / Под ред. В.Н. Михайлова М.: ГЕОС, 2013. 703 с.
24. Кокин П.П. Гидрология среднего и нижнего течения реки Урала // Тр. Казахстанского филиала АН СССР. Вып. 11. Большая Эмба. Материалы по водным ресурсам и транспорту Урало-Эмбинской области (Западный Казахстан). Том 2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. С. 87-152.
25. Атлас Атырауской области. Алматы, 2014. 301 с.
26. Красножон Г.Ф., Мазавина С.С. Гидрологический режим устья р. Урал // Комплексные исследования Северного Каспия. М.: Наука, 1988. С. 5-41.
27. Урало-Кушумская проблема. Уральск: Гостипография «им. Луначарского», 1931. 16 с.
28. Онаев М.К. Оценка периодичности затопления и восстановления продуктивности лиманов // Агрономия и лесное хозяйство. 2017. С. 91-93.
29. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. Алматы, Астана, 2010-2018.
30. Георгиевский В.Ю., Цыценко К.В., Шалыгин А.Л. Оценка притока поверхностных вод в Каспийское море // Гидрометеорологические аспекты проблемы Каспийского моря и его бассейна. СПб: Гидрометеоздат, 2003. С. 217-229.
31. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Гидрометеорологические условия. Т. VI. Вып. 1. СПб: Гидрометиздат, 1992. 360 с.
32. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области». Оренбург, 2012-2019.
33. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Информация о наиболее загрязненных водных объектах РФ. Ростов н/Д: ФГБУ ГХИ, 2001-2018.
34. Павлейчик В.М., Сивохип Ж.Т. Миграция загрязняющих веществ в условиях регулирования стока (на примере верхнего течения реки Урал) // Известия Самарского НЦ РАН. 2011. Т. 13. № 1(6). С. 1472-1478.
35. Сергалиев Н.Х., Ахмеденов К.М., Чибилев А.А., Петрищев В.П., Сивохип Ж.Т., Абишева С.Х., Гаврилина И.И. Проблемы трансграничного переноса загрязняющих веществ в бассейне реки Жайык // Малые реки Казахстанско-Оренбургского трансграничного региона: Сб. науч. статей. Уральск, 2015. С. 162-172.
36. Шимшиков Б.Е., Избасарова А.К. Гидрохимическая и токсикологическая характеристики состояния реки Урал в пределах Западно-Казахстанской области // Вестник КазНУ. Серия экологическая. 2014. № 2(41). С. 163-167.
37. Тулемисова Г.Б., Абдинов Р.Ш., Кабдрахимова Г.Ж., Жанетов Т.Б. Экологическое состояние реки Урал // Вестник КазНУ. Серия химическая. 2017. № 2(85). С. 18-24.
38. Гальперин Р.И., Колча Т.В., Авезова А. Река Жайык (Урал): Угроза наводнений в нижнем течении в современных условиях // Гидрометеорология и экология. 2008. № 4(51). С. 155-165.
39. Табелинова А.С. Природные и антропогенные процессы в ландшафтах северо-восточного Прикаспия (Мангыстауская и Атырауская области Казахстана): Автореф. дис. ... канд. геогр. нвук. М., 2019. 25 с.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 04.03.2022

Принята к публикации 23.03.2022

FEATURES OF MODERN WATER USE IN THE LOWER REACHES OF THE URAL RIVER, ITS PROBLEMS AND HYDROECOLOGICAL CONSEQUENCES

D. Magritskiy¹, L. Efimova¹, A. Goncharov¹, A. Kenzhebayeva²

¹Lomonosov Moscow State University, Russia, Moscow

²ISC "Astana", Kazakhstan, Nur-Sultan

e-mail: magdima@yandex.ru

The lower course of the Ural River is completely located within the Republic of Kazakhstan. Its hydroecological condition depends on the size, regime and chemical composition of river waters coming from the territory of the Orenburg region, and on local natural and anthropogenic factors. The current situation concerning the state of the lower Urals and the influence of local economic activity on it are little studied. In the spring and summer of 2019, complex expedition studies were carried out in the lower reaches of the Ural River. Later, the existing water management complex, its problems and the hydroecological consequences of the functioning were analyzed in detail. The structure of the modern water management complex that has developed in the West Kazakhstan and Atyrau regions of Kazakhstan based on the use of the Ural waters was determined; its parameters, volumes and regime of water use (for the 1980s and the present) were revealed; the nature of the impact on the water resources of the river and water quality were considered; the main difficulties are identified. A catalog of all water users in the river valley starting from the city of Uralsk has been prepared; a GIS of the hydrographic network, posts and water users of the lower Ural has been created. It has been determined that at present the volumes of irretrievable water consumption are ~0.80-0.95 km³/year, whereas in the 1980s, they reached 1.56 km³, or 15 % of the runoff coming from the territory of the RSFSR. The main consumer was the huge Ural-Kushum irrigation system (0.81 km³/year) with the largest water intake from April to July. Nevertheless, there is no water shortage, even in low-water years. The lack of sufficient water discharge is experienced by the natural floodplain-channel complex, especially during flood, due to a decrease in the size and frequency of flooding of the floodplain and spawning grounds, poor "sanitary flushing" of the riverbed. The main problems in the water management complex of the Atyrau region are identified. Some of them are related to the poor quality of river waters, mainly due to their pollution in the middle part of the basin. There are little wastewater discharges into the river within the Kazakhstan section of the river. The waters of the lower Ural are characterized as "very polluted" and "polluted", according to the classification of Roshydromet. According to the results of field works in 2019, bioindicators revealed a mesotrophic-eutrophic level of phytoplankton development and high indicators of its species diversity, poor development of zooplankton and zoobenthos, and an average level of saprobity, which is typical for environmental problems and moderately polluted waters.

Key words: river, canal, pumping station, runoff, water use, water quality, bioindicators.

References

1. Voda Rossii. Rechnye basseiny. Ekaterinburg: Izd-vo "AKVA-PRESS", 2000. 536 s.
2. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Tom 12. Nizhnee Povolzh'e i Zapadnyi Kazakhstan. Vyp. 2. Uralo-Embinskii raion. L., 1970. 512 s.
3. Magritskii D.V., Evstigneev V.M., Yumina N.M., Toropov P.A., Kenzhebaeva A.Zh., Ermakova G.S. Izmeneniya stoka v basseine r. Ural. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2018. N 1. S. 90-101.

4. Burlibaev M.Zh., Fashchevskii B.V., Opp K., Burlibaeva D.M., Kaidarova R.K., Vagapova A.R. Nauchnye osnovy normirovaniya ekologicheskogo stoka rek Kazakhstana. Almaty: Izd-vo "Kaganat", 2014. 408 s.
5. Magritsky D., Kenzhebaeva A., Yumina N., Efimova L., Moreido V. Climatic changes and water management in the Ural River basin and their impact on the river water regime. IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2021. vol. 817. pp. 1-10. DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012062.
6. Grigor'ev O.M. Otsenka vliyaniya promyshlenno-kommunal'nogo vodopotrebleniya na stok r. Ural. Tr. GGI. 1981. Vyp. 273. S. 45-61.
7. Davletgaliev S.K. Poverkhnostnye vodnye resursy rek Zhaiyk – Kaspiiskogo basseina v granitsakh Respubliki Kazakhstan. Gidrometeorologiya i ekologiya. 2011. N 1. S. 56-65.
8. Demin A.P. Ispol'zovanie vodnykh resursov Rossii: sovremennoe sostoyanie i perspektivnye otsenki: Avtoref. dis. ... d-ra geogr. nauk. M., 2011. 51 s.
9. Rodionov V.Z. Vliyanie khozyaistvennoi deyatel'nosti na stok r. Urala. Tr. GGI. 1977. Vyp. 239. S. 109-122.
10. Sivokhip Zh.T., Pavleichik V.M. Analiz vodokhozyaistvennykh protivorechii v usloviyakh transgranichnogo vododeleniya stoka v basseine reki Ural. Acta Geographica Silesiana. 2015. N 20. S. 49-56.
11. Chibilev A.A. Bassein Urala: istoriya, geografiya, ekologiya. Ekaterinburg, 2008. 312 s.
12. Burlibaev M.Zh., Kurochkina L.Ya., Kashcheeva V.A., Erokhova S.N., Ivashchenko A.A. Del'ta reki Ural i prilegayushchee poberezh'e Kaspiiskogo morya. Astana, 2007. 264 s.
13. Kurmangaliyev R.M. Ekologicheskie problemy transgranichnogo vodotoka reki Ural i puti ikh resheniya. Fylym zhane bilim. 2008. N 3. S. 91-97.
14. Sivokhip Zh.T., Pavleichik V.M., Chibilev A.A., Padalko Yu.A. Problems of Dependable Water Use in the Transboundary Ural River Basin. Water Resources. 2017. vol. 44. no. 4. pp. 673-684.
15. Bubin M.N. Mnogoletnie kolebaniya sezonnogo stoka rek Chelyabinskoi oblasti: Avtoref. dis. ...kand. geogr. nauk. Chelyabinsk, 2007. 20 s.
16. Vasil'ev D.Yu., Vodop'yanov V.V., Zakirzyanov Sh.I., Kenzhebaeva A.Zh., Semenov V.A., Sivokhip Zh.T. Korrelyatsionnye svyazi mnogoletnikh kolebanii mesyachnogo i godovogo stoka v basseine reki Ural. Izvestiya RAN. Ser. Geograficheskaya. 2020. T. 84. N 3. S. 414-426.
17. Gosudarstvennyi vodnyi kadastr. Ezhegodnye dannye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. Tom V. Vyp. 2. Obninsk, Aktyubinsk, Almaty, 1984-1997.
18. Vudivis F. Bioticheskii indeks r. Trent. Makrobespozvonochnye i biologicheskoe obsledovanie. Nauchnye osnovy kontrolya kachestva vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam. Tr. sovetsko-angliiskogo seminar. L.: Gidrometeoizdat, 1977. S. 132-161.
19. Trifonova I.S. Ekologiya i suksessiya ozernogo fitoplanktona. L.: Nauka, 1990. 184 s.
20. Unifitsirovannye metody issledovaniya kachestva vod. Chast' III: Metody biologicheskogo analiza vod. M.: Izdatel'skii otdel Sekretariata SEV, 1983. 371 s.
21. Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V. Bioraznoobrazie vodoroslei-indikatorov okruzhayushchei sredy. Tel'-Aviv: Pilies Studio, 2006. 498 s.
22. Magritskii D.V., Kenzhebaeva A.Zh. Zakonomernosti, kharakteristiki i prichiny izmenchivosti godovogo i sezonnogo stoka vody rek v basseine r. Ural. Nauka. Tekhnika. Tekhnologiya (politekhnikeskii vestnik). 2017. N 3. S. 39-61.
23. Ust'ya rek Kaspiiskogo regiona: istoriya formirovaniya, sovremennye gidrologo-morfologicheskie protsessy i opasnye gidrologicheskie yavleniya / Pod. red. V.N. Mikhailova M.: GEOS, 2013. 703 s.
24. Kokin P.P. Gidrologiya srednego i nizhnego techeniya reki Urala. Tr. Kazakhstanskogo filiala AN SSSR. Vyp. 11. Bol'shaya Emba. Materialy po vodnym resursam i transportu Uralo-Embinskoi oblasti (Zapadnyi Kazakhstan). Tom 2. M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1938. S. 87-152.

25. Atlas Atyrauskoi oblasti. Almaty, 2014. 301 с.
26. Krasnozhon G.F., Mazavina S.S. *Gidrologicheskii rezhim ust'ya r. Ural. Kompleksnye issledovaniya Severnogo Kaspiya*. M.: Nauka, 1988. S. 5-41.
27. *Uralo-Kushumskaya problema*. Ural'sk: Gostipografiya "im. Lunacharskogo", 1931. 16 s.
28. Onaev M.K. Otsenka periodichnosti zatopleniya i vosstanovleniya produktivnosti limanov. *Agronomiya i lesnoe khozyaistvo*. 2017. S. 91-93.
29. Resursy poverkhnostnykh i podzemnykh vod, ikh ispol'zovanie i kachestvo. *Ezhegodnoe izdanie*. Almaty, Astana, 2010-2018.
30. Georgievskii V.Yu., Tsytsenko K.V., Shalygin A.L. Otsenka pritoka poverkhnostnykh vod v Kaspiiskoe more. *Gidrometeorologicheskie aspekty problemy Kaspiiskogo morya i ego basseina*. SPb: Gidrometeoizdat, 2003. S. 217-229.
31. *Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morei. Gidrometeorologicheskie usloviya*. T.VI. Vyp. 1. SPb: Gidrometizdat, 1992. 360 s.
32. Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Orenburgskoi oblasti". Orenburg, 2012-2019.
33. Kachestvo poverkhnostnykh vod Rossiiskoi Federatsii. *Informatsiya o naibolee zagryaznennykh vodnykh ob'ektakh RF*. Rostov n/D: FGBU GKHI, 2001-2018.
34. Pavleichik V.M., Sivokhip Zh.T. Migratsiya zagryaznyayushchikh veshchestv v usloviyakh regulirovaniya stoka (na primere verkhnego techeniya reki Ural). *Izvestiya Samarskogo NTs RAN*. 2011. T. 13. N 1(6). S. 1472-1478.
35. Sergaliev N.Kh., Akhmedenov K.M., Chibilev A.A., Petrishchev V.P., Sivokhip Zh.T., Abisheva S.Kh., Gavrilina I.I. Problemy transgranichnogo perenosa zagryaznyayushchikh veshchestv v basseine reki Zhaiyk. *Malye reki Kazakhstansko-Orenburgskogo transgranichnogo regiona: Sb. nauch. statei*. Ural'sk, 2015. S. 162-172.
36. Shimshikov B.E., Izbasarova A.K. Gidrokhimicheskaya i toksikologicheskaya kharakteristiki sostoyaniya reki Ural v predelakh Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti. *Vestnik KazNU. Seriya ekologicheskaya*. 2014. N 2(41). S. 163-167.
37. Tulemisova G.B., Abidinov R.Sh., Kabdrakhimova G.Zh., Zhanetov T.B. Ekologicheskoe sostoyanie reki Ural *Vestnik KazNU. Seriya khimicheskaya*. 2017. N 2(85). S. 18-24.
38. Gal'perin R.I., Kolcha T.V., Avezova A. Reka Zhaiyk (Ural): Ugroza navodnenii v nizhnem techenii v sovremennykh usloviyakh. *Gidrometeorologiya i ekologiya*. 2008. N 4(51). S. 155-165.
39. Tabelinova A.S. Prirodnye i antropogennye protsessy v landshaftakh severo-vostochnogo Prikaspiya (Mangystauskaya i Atyrauskaya oblasti Kazakhstana): Avtoref. dis. ... kand. geogr. nvuk. M., 2019. 25 s.

Сведения об авторах

Дмитрий Владимирович Магрицкий

К.г.н., доцент, старший научный сотрудник, МГУ им. М.В. Ломоносова

ORCID 0000-0002-4953-8376

Dmitriy Magritskiy

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Lomonosov Moscow State University

Людмила Евгеньевна Ефимова

К.г.н., старший научный сотрудник, МГУ им. М.В. Ломоносова

ORCID 0000-0003-2733-9680

Lyudmila Efimova

Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher, Lomonosov Moscow State University

Александр Валентинович Гончаров

К.б.н., ведущий научный сотрудник, МГУ им. М.В. Ломоносова

ORCID 0000-0001-8737-7625

Aleksandr Goncharov

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Lomonosov Moscow State University

Айымгуль Жолдасбайкызы Кенжебаева

Аспирант, МНК «Астана»

Aiymgul Kenzhebayeva

Graduate student, ISC "Astana"

Для цитирования: Магрицкий Д.В., Ефимова Л.Е., Гончаров А.В., Кенжебаева А.Ж. Особенности современного водопользования в нижнем течении р. Урал, его проблемы и гидроэкологические последствия // Вопросы степеведения. 2022. № 1. С. 28-49. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-1-28-49

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В БАЙКАЛЬСКОМ СЕГМЕНТЕ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «ОДИН ПОЯС – ОДИН ПУТЬ»

А.К. Тулохонов¹, Т.А. Болданов^{1,2}, Ц.Ж. Базаржапов^{1,2}, А.В. Бильгаев², А.Б Янгутова², S. Dong², H. Cheng²

¹Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН, Россия, Улан-Удэ

²Институт географических наук и исследований природных ресурсов КАН, Китай, Пекин
e-mail: aktulohonov@binm.ru

В данной статье проанализированы подходы к развитию туристического потенциала в Байкальском сегменте международного транспортного коридора «Один пояс – один путь». Рассмотрены туристические и логистические маршруты в регионе, а также реализация долгосрочной концепции развития конкурентных преимуществ в сфере туризма.

Ключевые слова: туризм, «Один пояс – один путь».

Введение

Развитие индустрии туризма в Байкальском регионе составляет важную часть в структуре экономики международного транспортного коридора «Один пояс – один путь» [1]. Прежде всего следует отметить, что оз. Байкал расположено почти на равном удалении как до ее западных, так и до восточных границ. Это пять часовых поясов до Москвы и четыре до Чукотки. Через Байкальскую природную территорию проходят основные железные дороги Транссиб и БАМ, связывающие центр страны с Дальним Востоком и странами Азиатско-Тихоокеанского региона. Самое кратчайшее расстояние от Москвы до Пекина обеспечивает железная дорога Улан-Удэ – Улан-Батор – Замын-Ууд. В Улан-Удэ расположен один из пяти российских аэропортов, имеющих статус «открытое небо», позволяющий кратковременное безвизовое посещение для туристов из азиатских стран. Он принимает самолеты всех типов и имеет прямое сообщение с Китаем, Монголией, Вьетнамом, Таиландом.

Располагаясь в географическом центре России, Республика Бурятия имеет общую границу с Монголией с дальнейшим выходом в Китай и в страны АТР. Вместе с тем, этот регион представляет самую восточную автономию в составе России, по национальному составу близкую к странам буддийского мира Восточной Азии. В дополнение к этим особенностям следует добавить, что в природе Бурятии сохранились естественные ландшафты альпийской высокогорной тундры, тайги и центрально-азиатских аридных степей как естественная среда обитания степных этносов Великой степи.

Результаты и обсуждение

Традиционно центром притяжения индустрии туризма в регионе является озеро Байкал. Однако, с нашей точки зрения, его потенциал целесообразно расширить за счет новых подходов, которые в состоянии генерировать дополнительное внимание к уникальной природе бассейна оз. Байкал, а также к культуре и истории населяющих народов. В первом приближении, с учетом аттрактивности туристических объектов на Байкале, целесообразно разделить их на природные и историко-культурные памятники, которые в сочетании с этническими особенностями региона создают особую привлекательность к рекреационной индустрии Прибайкалья [2].

Следует отметить, что основные туристические маршруты региона ориентированы на интересы стран Азиатско-Тихоокеанского региона и, в первую очередь, на Китай и Монголию. С этой точки зрения предлагается и логистика маршрута, где он начинается с Иркутска как крупного авиационного и железнодорожного узла, связанного многочисленными рейсами с Москвой и с другими городами на трассе международного транспортного коридора «Один пояс – один путь».

Следующим пунктом после посещения Иркутска с его многочисленными историко-культурными памятниками является пос. Листвянка и его главная достопримечательность – Байкальский музей с его океанариумом, где обитают основные представители байкальской флоры и фауны, включая байкальскую нерпу и омуль. Отдельный раздел музея посвящен экспедиции глубоководных обитаемых аппаратов «Мир», имитирующий через иллюминаторы полное погружение на дно Байкала.

В истоке р. Ангары рождаются многие проблемы, связанные с регулированием уровня оз. Байкал и деятельностью всего каскада Ангарских ГЭС, генерирующих самую дешевую в стране электроэнергию. Строительство в 1957 г. Иркутской ГЭС стало причиной повышения уровня озера на один метр и его превращения в самое большое искусственное водохранилище в мире [3, 4].

Не меньший интерес для туристов представляет Кругобайкальская железная дорога (КБЖД), которая начинается на левом берегу истока Ангары, где расположена ст. Байкал. До 1957 г. эта дорога была частью Восточно-Сибирской железной дороги и ушла под воды Иркутского водохранилища после строительства Иркутской ГЭС [5].

Для научного туризма в рамках путешествия по КБЖД в зимний период после ледостава на Байкале можно посетить Байкальский нейтринный телескоп, расположенный на южном Байкале в 3,5 км от берега. 13 марта 2021 г. на Байкале запущен восьмой кластер глубинного подводного нейтринного телескопа для регистрации элементарной частицы нейтрино. Это самый большой в Северном полушарии нейтринный телескоп для регистрации и исследования потоков нейтрино сверхвысоких энергий от удаленных в космосе источников. С его помощью планируется исследовать процессы, происходившие во Вселенной в далеком прошлом с выделением огромного количества энергии. Он находится на глубине 750 м и представляет более 2 тыс. вертикальных оптических модулей, удерживаемых якорями на дне озера. Это новый этап в развитии нейтринной астрофизики и эффективность этой работы определяется глубиной и чистотой байкальских вод, а также возможностью ремонта и пусконаладочных работ на льду в зимний период [6].

К западу от южной оконечности Байкала расположено одно из самых живописных мест Прибайкалья – Тункинская долина. Одно из самых солнечных мест в России. Здесь находится курорт Аршан и множество других горячих и холодных лечебных источников, туристические и альпинистские маршруты разных категорий сложности, в том числе есть возможность сплава по горным рекам.

На левом берегу р. Иркут в урочище Бадары по трассе на курорт Аршан расположены Сибирский солнечный телескоп и радиоастрофизическая обсерватория Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН, которая ведет наблюдения за солнечной активностью с помощью многочисленных зеркальных антенн (рис. 1).

Особый интерес представляет посещение горячего источника «Вышка» недалеко от районного центра пос. Кырен. Его появление связано с поисками трансурановых элементов, которые проводил в Прибайкалье академик Г.Н. Флеров в пятидесятых годах прошлого века. В этих целях его экспедиция проводила бурение в центре Тункинской впадины, где в результате рифтовых процессов магма максимально близко подходит к верхним слоям земной коры и возникает возможность выхода различных радиоактивных газов на земную поверхность. В результате бурения здесь из скважины многие десятилетия извергается горячая вода с большим содержанием радона, серы и других веществ, создающих бальнеологический эффект [7].



Рисунок 1 – Радиоастрофизическая обсерватория Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН «Бадары»

После посещения Тункинской долины наш маршрут вновь возвращается на трассу вдоль озера и в пос. Танхой, где расположен визит-центр Байкальского биосферного заповедника. Он имеет современную инфраструктуру для обслуживания туристов и ведет научные наблюдения в дельте р. Селенга и в горах Хамар-Дабана. В 2019 г. заповедник посетил и высоко оценил его деятельность Президент РФ В.В. Путин.

Далее по маршруту туристы прибывают в Посольский монастырь – главный центр религиозного туризма на Байкале (рис. 2). Озеро Байкал не только участок Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. На его берегах немало и памятников культуры и истории освоения Азиатской России. Среди них наиболее интересен в культурном и историческом значении Посольский Спасо-Преображенский мужской монастырь, расположенный на восточном берегу озера в с. Посольское, получившего в сентябре 2021 г. статус «Самой красивой деревни России».



Рисунок 2 – Посольский Спасо-Преображенский мужской монастырь

Монастырь построен на байкальском мысу, где в 1651 г. похоронены члены русской посольской миссии в Монголию. Делегация в количестве 20 человек по указу царя Алексея Михайловича везла казну для монгольского хана [8]. В 10 км от Посольского монастыря расположен Международный эколого-образовательный центр «Истомино» Байкальского института природопользования Сибирского отделения РАН, где есть все условия для отдыха и обсуждения итогов первой половины маршрута, и, в том числе, лекций ученых института, посвященных самым интересным результатам научных исследований экосистемы оз. Байкал. На базе этого стационара состоялась в 2013-2015 годах международная швейцарско-российская научно-исследовательская экспедиция «ТрансЕвразийский перелет Леман – Байкал». Во время этой экспедиции проведена крупномасштабная мультиспектральная съемка ландшафтов дельты р. Селенга и Южного Забайкалья с использованием уникального швейцарского гиперспектрального аппарата в более чем 200 спектрах, позволяющего выделить в искусственных цветах самые мелкие детали природной среды. Это единственный научный стационар круглогодичного действия со всей необходимой транспортной и приборной инфраструктурой для ведения различных экспедиционных работ в дельте р. Селенги, а также проведения научных конференций, учебных практик студентов и образовательных программ по экологии, химии, геологии, биологии для школьников старших классов.

Стационар обслуживал уникальную научную экспедицию «Миры» на Байкале», которая продлилась три года, с 2008 по 2010 годы. За время исследования российские аппараты «Мир-1» и «Мир-2» сделали 178 погружений на разных глубинах оз. Байкал, в которых приняли участие 209 гидронавтов из разных стран [9].

За период исследования были получены уникальные результаты, обнаружены новые виды пресноводной флоры и фауны. Впервые на дне озера визуально наблюдались пласты газогидратов как топлива будущего, следы недавнего вулканизма в форме потухших «черных курильщиков», закартированы подводные террасы, свидетельствующие о том, что на ранних этапах своего развития глубина озера не превышала первых сотен метров. Дальнейшее повышение его уровня связано с таянием ледников. Между фазами оледенений озеро имело стабильный уровень, который фиксируется аллювиальными пляжами и абразионными террасами на глубинах 700-8900, 400-500 и 200 и 300 метров (рис. 3).



Рисунок 3 – Погружение на дно Байкала президента Монголии Ц. Элбэгдорж и премьер-министра РФ В.В. Путина (2009)

На дне озера обнаружены губки разных цветов от зеленого до оранжевого. Однако трудно объяснить зачем этим организмам нужна окраска в мире вечной темноты. Таких

объектов, явлений, процессов, для которых может использоваться определение как «впервые в мире», в исследованиях оз. Байкал – множество. На эту тему сделаны научные доклады, написаны многочисленные труды, опубликованные в международных и российских журналах, состоялись десятки пресс-конференций, музейных выставок в российских городах, в Океанографическом музее Монако, в ЮНЕСКО, в Монголии.

Проведенную экспедицию необходимо рассматривать и как важнейшее событие для привлечения внимания к решению экологических проблем сохранения оз. Байкал. В рамках экспедиции прошло несколько научно-практических конференций, посвященных развитию экономики Байкальского региона, подписаны различные соглашения о развитии индустрии туризма на Байкале, привлечении новых инвестиций. Поэтому эту экспедицию можно рассматривать как «окно» в мир для экономики Байкальского региона и байкальского туризма.

Однако исследование Мирового океана продолжается. В 2012 г. погрузился на аппарате собственного изготовления знаменитый кинорежиссер Дж. Кэмерон, снимавший на этих аппаратах кадры оscarоносного фильма «Титаник». Еще во время глубоководного погружения на оз. Байкал он делился с планами своей будущей экспедиции на дно Марианской впадины. В 2019 г. экспедиция «Five Deeps» под руководством американского гидронавта Виктора Весково совершила четыре погружения в разных местах Марианской впадины и определила ее максимальную глубину – 10925 м. В планах этой экспедиции – первое погружение женщины К. Салливан, уже совершавшей полет в космос.

Следует отметить, что информация о глубоководных погружениях, где используются самые современные достижения науки и техники, достаточно скудно освещаются в мировой прессе. По этим сведениям, в конце 1990-х годов максимальные глубины Мирового океана исследовал японский зонд «Кайко», а в 2009 г. аппарат «Nereus» сделал съемку морского дна и собрал образцы донных отложений.

В настоящее время Китайская государственная судостроительная кампания приступила к испытаниям глубоководного обитаемого аппарата, способного к погружению на дно Марианской впадины, которое планируется совершить уже в текущем году.

Кроме религиозного и научного туризма особый интерес в Байкальском регионе вызывает так называемый зимний туризм. Как правило туристический поток возрастает на Байкале в летний период. Между тем, свою специфику имеет зимний туризм, который по своей уникальности вполне может соперничать с более теплым периодом. При этом основной контингент этих туристов все больше составляют жители южных тропических стран, никогда не видевшие экзотический для них прозрачный лед самого глубокого озера планеты.

В зимнее время туристов привлекают горнолыжный спорт на горных склонах Хамар-дабана, в местности Большой Мамай, а в перспективе планируется постройка горнолыжного курорта вблизи особой экономической зоны «Байкальская гавань», где есть шансы для развития горнолыжного спорта. В последние годы появляются разнообразные формы зимнего туризма, например «Байкальская рыбалка», собирающая уже тысячи любителей подледного лова с приглашением медийных лиц. Особые перспективы для привлечения туристов имеет использование национальных особенностей региона.

С этой точки зрения значительные перспективы имеет новая форма проведения Восточного Нового года на льду озера Байкала – самого глубокого озера планеты. Планируется выбрать место вблизи острова Ольхон, имеющего множество сакральных мест, и в равной степени расположено вблизи границ Прибайкальского и Забайкальского национальных парков, Баргузинского заповедника. Для этого необходимо создание соответствующей инфраструктуры и транспортного сообщения между двумя берегами.

Следует отметить, что не в полной мере используется национальный колорит в байкальском туризме. На всем побережье оз. Байкал только деревни Корсаково и Ранжурово могли бы по подобию семейских деревень использовать бурятские традиции приема гостей,

которые в сочетании с байкальскими пейзажами могли бы создать эффект синергетики и тем самым привлечь новых гостей.

Большие перспективы имеет использование бренда «Байкальский продукт» на особо качественных продуктах пищевой промышленности, например, таких как «Вода Байкала», а также на национальных блюдах. При этом целесообразно отметить, что бассейн оз. Байкал – единственный регион в России, где почти полвека законодательно запрещено использование химических удобрений, и вся аграрная продукция в натуральном состоянии соответствует качеству органических продуктов питания, имеющих свой рынок потребителей.

Другим примером развития аграрного потенциала Бурятии является Монголия, которая уже выпускает в экспортном варианте консервированное мясо, приготовленное по стандартам халяльной продукции для иранского рынка. Такая продукция от кормления и забоя готовится под контролем специальных органов и должна соответствовать мусульманским традициям. Такой рынок необъятен для азиатского континента и вполне может быть дополнен продукцией для стран, где есть потребность в кошерной пище. В отличие от Монголии в Бурятии есть не только свои производственные мощности, но и логистика с прямым выходом на тихоокеанские порты.

Огромный потенциал для развития сельского хозяйства и фарминдустрии представляет производство лекарственных препаратов, где используются растения криоаридных ландшафтов Внутренней Азии, которые входят в состав традиционных препаратов индо-тибетской медицины в виде современных бадов. Их ценность, прежде всего, определяется принадлежностью к суровым природным условиям Северной Азии, с недостатком влаги, что заставляет растения и животных вырабатывать биологические способы адаптации к таким условиям. По этой причине продукция, получаемая из них, отличается особыми микробиологическими, вкусовыми и питательными свойствами.

По этим же основаниям высокую ценность имеют самый северный в мире краснодарский чай, сибирская облепиха, панты марала, рыба северных рек, кедровый орех и другие представители живой природы, обитающие в суровых климатических условиях.

Туризм в системе маршрутов транспортного коридора «Один пояс – один путь» предполагает посещение многочисленных религиозно-культурных памятников и в том числе центра российского буддизма – Иволгинского дацана (Центр Буддийской традиционной Сангхи). Здесь начинается новый маршрут «Бурятия – ворота в Центральную Азию». До революции в Бурятии существовало более 40 больших и малых дацанов, в которых служители культа совершали традиционные обряды и молебны, занимались астрологией и лечением методами тибетской медицины. К сожалению, после революции большинство из них было разрушено. Сегодня буддизм возрождается во всех регионах, где проживает бурятское население.

Посещение Иволгинского дацана, это прежде всего знакомство с буддийской архитектурой, посещение музея традиционных искусств и культурных ценностей от многих гостей. Однако наибольший интерес гостей вызывает посещение Музея с нетленным телом Пандито Хамбо ламы Итыгилова, который по религиозным мотивам добровольно ушел из жизни в 1927 г., а в 2002 г. извлечен в нетленном виде и с этого времени находится в музее Иволгинского дацана. Удивительно, что после осмотра тела специалистами сделано заключение, что никакие бальзамация и консервация тела не производились. Такой феномен привлекает внимание и специалистов, и туристов. За эти годы здесь проведены научные конференции. Здесь неоднократно бывали руководители страны В.В. Путин и Д.А. Медведев и другие члены правительства, высокие иностранные гости. По указанию главы государства дацану оказывается материальная помощь, строятся дороги, совершенствуется инфраструктура.

Южнее Иволгинского дацана по маршруту в Монголию расположен пос. Новоселенгинск. С его именем связано формирование знаменитого Селенгинского мушкетерского полка – участника войны 1812 г. За военные заслуги его имя высечено в Георгиевском зале Кремля, на стене Смоленского кремля. В 1854 г. полк принял участие в

обороне Севастополя, и память об этом событии осталась в названии Селенгинской улицы и редута, на котором наши земляки встречали врага. В строительстве крепости принимал участие Абраам Ганнибал – предок А. Пушкина. Здесь же много лет жили декабристы, а Николай Бестужев оставил многочисленные научные труды с описанием природы и быта местных бурят, которые сохраняются в местном краеведческом музее.

Завершается маршрут в г. Кяхта, где еще два века назад проходил Великий Чайный путь, который сформировал один из центров экономики и культуры Азиатской России. И сегодня по количеству церквей Кяхта вполне сравнима с городами Золотого кольца России. Через этот город шли не только чайные караваны. С именем этого города связаны имена первых российских послов, устанавливавших границы с Китаем, а на центральной площади установлен памятник основателю города графу Савве Рагузинскому [8, 10].

Основана Кяхта в 1727 году как торговая слобода, исключительный случай для Сибири. Большинство старинных городов в приграничных территориях в Забайкалье берут свое начало с острога: Нерчинский (1653), Селенгинский (1665), Удинский (1666 г. – ныне г. Улан-Удэ). В 1727 г. российский дипломат граф Савва Лукич Владиславович-Рагузинский заключил с Китаем Буринский договор, определивший южную границу России с Китаем. Новотроицкая крепость заложена в Троицин день 1727 г. на месте Барсуковского зимовья. Существует версия, что С.Л. Рагузинский выбирал место основания с расчетом того, чтобы река вытекала из пределов России, так как опасался отравления источника со стороны китайцев. В этом городе начинались пути многих великих путешественников-исследователей: Н.М. Пржевальского, Г.Н. Потанина, М.В. Певцова, Г.Е. Грум-Гржимайло, В.И. Роборовского, П.К. Козлова, В.А. Обручева, а также других первооткрывателей региона. В сентябре 2020 г. к 175-летию Русского географического общества по инициативе его Председателя С.К. Шойгу и местных меценатов у самой границы сооружен историко-культурный мемориал «Ворота в Азию» с изображениями этих путешественников, который станет достойным завершением маршрута равнодушных туристов (рис. 4).



Рисунок 4 – Мемориальная арка «Ворота в Азию» в г. Кяхта, сооруженная к 175-летию Русского географического общества. На барельефах изображены выдающиеся исследователи Центральной Азии: Н.М. Пржевальский, Г.П. Потанин, М.В. Певцов, Г.Е. Грум-Гржимайло, В.И. Роборовский, Б.Л. Громбчевский, В.А. Обручев, П.К. Козлов

В планах Русского географического общества восстановить дом купца Лушников, где останавливались все знаменитые гости города. Вместе с мемориалом планируется создать туристический кластер с гостиницей, музеем – кабинетом, летним садом. В этом доме родился великий советский агрохимик Герой социалистического Труда Д.Н. Прянишников.

Достойным завершением маршрута станет посещение Кяхтинского краеведческого музея им. академика В.А. Обручева, где сохранились многие уникальные экспонаты, собранные великими путешественниками о природе и культуре народов Центральной Азии. Здесь находятся предметы купеческой истории Сибири, свидетельствующие о расцвете культуры, образования и торговли на Великом Чайном пути.

В Кяхте мы посетили границу с соседней страной – Монголией, и через четыре часа вы можете побывать в ее столице – Улан-Баторе и познакомиться с родиной Чингис-Хана, увидеть древний город Хух-хото и незабываемые просторы Гобийских пустынь. Для российских туристов не требуется виза, и их ждут только новые впечатления. Поэтому мы оставляем за нашими гостями возможность продолжения путешествий, где воедино сливаются интересы получения новых знаний и открытий.

Выводы

В современной геополитической ситуации и западных санкций все привлекательнее становится внутренний туризм, где в равной степени сочетается интерес к уникальным природным памятникам и к истории родных мест. Предложенные объекты и новые подходы к туризму значительно расширяют возможности туристической индустрии с нашими соседями на Азиатском континенте, с которыми у России есть не только экономические, а также культурные и исторические контакты. Таким образом Байкальский сегмент становится реальной «золотой пряжкой» между Западом и Востоком в международном транспортном коридоре «Один пояс – один путь».

Список литературы

1. Mamirkulova G., Mi J., Abbas J., Mahmood S., Mubeen R., Ziapour A. New Silk Road infrastructure opportunities in developing tourism environment for residents better quality of life. *Global Ecology and Conservation*. 2020. vol. 24.
2. Карнышев А.Д. Байкал таинственный, многоликий и разноречивый. Иркутск: Репроцентр, 2014. 602 с.
3. Фролов А.В., Выручалкина Т.Ю. Динамико-стохастическое моделирование многолетних колебаний уровня озера Байкал и стока реки Ангары // *Водные ресурсы*. 2017. Т. 44. № 3. С. 264-274. DOI: 10.7868/S0321059617030099
4. Федорова И.В., Алексеева Е.А. Оценка рисков опасных гидрометеорологических явлений Байкальского региона // *Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: Материалы IX Международной научно-практической конференции*. Нижневартовск, 2021. С. 570-578.
5. Епанчинцев К.И. Кругобайкальская железная дорога: история строительства и функционирования // *Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: Материалы региональной студенческой научно-практической конференции*. Иркутск, 2016. С. 268-272.
6. Иркутская область. Официальный портал. [Электронный ресурс]. URL: <https://irkobl.ru/news/1107299> (дата обращения: 13.03.2021).
7. Солпина Н.Г., Язев С.А., Иванова А.С. Развитие научно-познавательного туризма в Байкальском регионе на базе астрономо-геодезических объектов // *Известия Иркутского государственного университета*. Серия: Науки о Земле. 2009. Т. 2. № 1. С. 160-172.
8. Абаева Л.Л. История Бурятии. Улан-Удэ: Бурятский научный центр Сибирского отделения РАН, 2011. 624 с.

9. Тулохонов А.К. Миры байкальских глубин: итоги и размышления. Улан-Удэ: ЭКОС, 2010. 80 с.

10. Фильшин Н.Г. Кяхта и северный маршрут великого чайного пути // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2017. № 2. С. 57-61.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 15.02.2022

Принята к публикации 23.03.2022

NEW APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF TOURISM POTENTIAL IN THE BAIKAL SEGMENT OF THE INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDOR “ONE BELT – ONE ROAD”

**A. Tulokhonov¹, T. Boldanov^{1,2}, Tc. Bazarzhapov^{1,2}, A. Bilgaev², A. Yangutova²,
S. Dong², H. Cheng²**

¹Baikal Institute of Natural Management, SB RAS, Russia, Ulan-Ude

²Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, China, Beijing
e-mail: aktulohonov@binm.ru

This article analyzes approaches to the development of tourism potential in the Baikal segment of the international transport corridor “One Belt – One Road”. Tourist and logistics routes in the region are considered, as well as the implementation of a long-term concept for the development of competitive advantages in the field of tourism.

Keywords: tourism, “One belt – one road”.

References

1. Mamirkulova G., Mi J., Abbas J., Mahmood S., Mubeen R., Ziapour A. New Silk Road infrastructure opportunities in developing tourism environment for residents better quality of life. *Global Ecology and Conservation*. 2020. vol. 24.

2. Karnyshev A.D. Baikal tainstvennyi, mnogolikii i raznoyazykii. Irkutsk: Reprotsentr, 2014. 602 s.

3. Frolov A.V., Vyruchalkina T.Yu. Dinamiko-stokhasticheskoe modelirovanie mnogoletnikh kolebaniy urovnya ozera Baikal i stoka reki Angary. *Vodnye resursy*. 2017. T. 44. N 3. S. 264-274. DOI: 10.7868/S0321059617030099

4. Fedorova I.V., Alekseeva E.A. Otsenka riskov opasnykh gidrometeorologicheskikh yavlenii Baikal'skogo regiona. Kul'tura, nauka, obrazovanie: problemy i perspektivy: Materialy IKh Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Nizhnevartovsk, 2021. S. 570-578.

5. Epanchintsev K.I. Krugobaikal'skaya zheleznaya doroga: istoriya stroitel'stva i funktsionirovaniya. Nauchnye issledovaniya studentov v reshenii aktual'nykh problem APK: Materialy regional'noi studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. Irkutsk, 2016. S. 268-272.

6. Irkutskaya oblast'. Ofitsial'nyi portal. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://irkobl.ru/news/1107299> (data obrashcheniya: 13.03.2021).

7. Solpina N.G., Yazev S.A., Ivanova A.S. Razvitie nauchno-poznavatel'nogo turizma v Baikal'skom regione na baze astronomo-geodezicheskikh ob'ektov. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle*. 2009. T. 2. N 1. S. 160-172.

8. Abaeva L.L. Istoriya Buryatii. Ulan-Ude: Buryatskii nauchnyi tsentr Sibirskogo otdeleniya RAN, 2011. 624 s.

9. Tulokhonov A.K. Miry baikal'skikh glubin: itogi i razmyshleniya. Ulan-Ude: EKOS, 2010. 80 s.

10. Fil'shin N.G. Kyakhta i severnyi marshrut velikogo chainogo puti. Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika i menedzhment. 2017. N 2. S. 57-61.

Сведения об авторах

Арнольд Кириллович Тулохонов
Д.г.н., академик РАН, научный руководитель, Байкальский институт природопользования СО РАН
ORCID 0000-0001-7589-7121
Arnold Tulokhonov
Doctor of Geographical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Scientific Director, Baikal Institute of Nature Management, SB RAS

Тамир Анатольевич Болданов
Аспирант, Институт географических наук и исследований природных ресурсов, Китайская академия наук
ORCID 0000-0002-4047-3668
Tamir Boldanov
PhD student, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS

Цогто Жамсуевич Базаржапов
Аспирант, Институт географических наук и исследований природных ресурсов, Китайская академия наук
ORCID 0000-0001-9646-0623
Tcogto Bazarzhapov
PhD student, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS

Алексей Владимирович Бильгаев
Аспирант, Институт географических наук и исследований природных ресурсов, Китайская академия наук
Alexey Bilgaev
PhD student, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS

Аяна Банзаровна Янгутова
Аспирант, Институт географических наук и исследований природных ресурсов, Китайская академия наук
Ayana Yangutova
PhD student, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS

Suocheng Dong
Doctor of Science, Director of Research Center for Resource Economics and World Resources, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS

Сочен Донг
Доктор наук, директор исследовательского центра экономики ресурсов и мировых ресурсов, Институт географических наук и исследований природных ресурсов, Китайская академия наук
Hao Cheng
PhD, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS

Хао Чхен
Доктор философии, Институт географических наук и исследований природных ресурсов, Китайская академия наук

Для цитирования: Тулохонов А.К., Болданов Т.А., Базаржапов Ц.Ж., Бильгаев А.В, Янгутова А.Б, Dong S., Cheng H. Новые подходы к развитию туристического потенциала в Байкальском сегменте международного транспортного коридора «Один пояс – один путь» // Вопросы степеведения. 2022. № 1. С. 50-59. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-1-50-59

МОНИТОРИНГ ОБЫКНОВЕННОГО АПОЛЛОНА *PARNASSIUS APOLLO* LINNAEUS, 1758 В ЗАПОВЕДНИКЕ «ШУЛЬГАН-ТАШ»

М.В. Бакалова¹, Н.М. Сайфуллина¹, В.С. Бакалов²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Заповедник «Шульган-Таш», Иргизлы, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия

e-mail: karova@inbox.ru

В статье приведены многолетние данные по экологии и мониторингу редкого вида чешуекрылых – *Parnassius apollo*. Оценка численности локальной популяции на территории заповедника показывает ее линейный рост. Доказывается положительная связь между среднесуточными температурами самого холодного месяца года и летней численностью аполлона. Умеренная антропогенная нагрузка на места обитания *P. apollo* в настоящее время не оказывает значительного влияния на популяцию. Воздействие глобальных изменений климата проявляется в смещении сроков вылета имаго и росте численности популяции. Потенциальной угрозой для вида может быть трансформация мест обитания обыкновенного аполлона: закустаривание горных степей, а также зарастание лугов в результате сокращения площадей сенокосов.

Ключевые слова: *Parnassius apollo*, мониторинг, заповедник «Шульган-Таш», численность популяции, изменения климата, антропогенная нагрузка, закустаривание горных степей, сенокосение.

Введение

Обыкновенный аполлон *Parnassius apollo* (L.) – глобально редкий вид, занесенный в Красный список МСОП (охраненный статус VU – уязвимый вид), Красную книгу России (статус редкости и категория – 2 У – сокращающийся в численности, уязвимый вид) [1], Красную книгу Башкортостана (категория 3 – редкие) [2]. В Красном списке европейских дневных бабочек обыкновенный аполлон указывается как вид, близкий к угрожаемому [3]. На Южном Урале обитает подвид *P. apollo limicola* Stichel, 1907, крупных размеров, самки которого имеют желтоватый цвет крыльев.

Охрана и мониторинг редких видов – одна из задач особо охраняемых природных территорий. В рамках программы Летописи природы, обязательной для всех заповедников, собираются многолетние данные мониторинга живой и неживой природы, которые позволяют анализировать состояние как отдельных видов, так и природного комплекса в целом. Заповедники являются малонарушенными фоновыми территориями, что позволяет оценивать влияние хозяйственной деятельности на природу на сопредельных неохраняемых территориях, а также воздействие на биоту глобальных изменений климата.

Материалы и методы

Исследования проводились в горно-лесном поясе Южного Урала, в заповеднике «Шульган-Таш» и сопредельной территории – восточной части национального парка «Башкирия». В комплексе этот район является частью биосферного резервата «Башкирский Урал» и представляет собой однородную в геоморфологическом и экосистемном отношении среду. Это территория с горными хребтами высотой 400-600 м над уровнем моря, изрезанная руслами рек и речек (рис. 1). Склоны заняты преимущественно смешанными лесами с

фрагментами горных степей, поймы рек – уречьями лесами с фрагментами лугов. Заповедник «Шульган-Таш» находится в междуречье Белой и ее притока – реки Нугуш и занимает площадь 22531 га, из них 94 % занимают леса, 6 % – открытые биоценозы (луга, горные степи и береговые комплексы). Климат континентальный, с суммой годовых осадков 550 мм и среднегодовой температурой воздуха 3,4 °С, с абсолютным минимумом – 46 °С и максимумом +46 °С. Средняя высота снежного покрова составляет 49 см, с абсолютным максимумом в 170 см.

В настоящей работе приведены многолетние данные по экологии обыкновенного аполлона, имеющиеся в электронной базе заповедника, в том числе собранные авторами (разовые наблюдения, ежегодные учеты, фотографирование). Это карточки встреч аполлона (201 карточка – с 1981 по 2021 гг.), а также других видов парусников (396 карточек), сведения учетов *P. apollo* в заповеднике и на сопредельной территории в 2006-2021 гг., данные фенологических анкет (1981-2020), фотографии из фототеки заповедника за разные годы. Использованы также ряды данных электронной базы заповедника по климату (1993-2021 гг.), а также Летописи природы за 2001-2020 гг. Данные обрабатывались с помощью программы Microsoft Office Excel.

Учеты аполлона проводились в 1996-2022 годах в пойме реки Белой (урочище «Капова пещера») на территории заповедника «Шульган-Таш», в период массового лета имаго. В отдельные годы также проводились учеты в 26 кв. заповедника (урочище Куш-елга-тамак), а также хозяйственной зоне национального парка «Башкирия» (пойма реки Белой возле деревни Кутаново, урочище Суска-Морон). Подсчет имаго проводился на постоянных учетных линиях (УЛ) шириной 5-30 м и длиной 110-840 м (в зависимости от общих размеров и протяженности биотопов) в типичных стадиях размножения и питания *P. apollo* (УЛ петрофитная и УЛ кустарниковая горные степи, УЛ заливной и УЛ суходольный луга). В урочище Капова пещера исследованы все типичные станции аполлона, в урочище Суска-Морон в кв. 26 заповедника – петрофитно-кустарниковые степи. По полученным данным определялась плотность имаго аполлона на 1 гектар.



Рисунок 1 – Район исследований *Parnassius apollo* (L.) на территории биосферного резервата «Башкирский Урал»

Результаты и обсуждение

Места обитания. В заповеднике и на сопредельной территории (северная и восточная части биосферного резервата «Башкирский Урал») обыкновенный аполлон распространен широко, но его популяции локальны. Типичными местами обитания *P. apollo* в горно-лесном поясе Южного Урала являются петрофитные и кустарниковые степи на карбонатных почвах, занимающие склоны южной, юго-восточной и юго-западной экспозиции, а также суходольные и мезофильные луга в поймах крупных и средних водотоков (рис. 2). Наиболее высокая численность наблюдается в горностепных биоценозах по высоким берегам крупных водотоков со скальными обнажениями – берегами рек Белая и его притока – реки Нугуш. Наличие комплекса нагорных степей с пойменными лугами – необходимое условие обитания вида. Из-за высокой мозаичности рельефа территории, пригодные для обитания аполлона, имеют небольшие размеры и занимают 6,37 % площади заповедника. Как показывают исследования, горные участки южных экспозиций теплее окружающей среды, что имеет определяющее значение для развития личинок [4]. Популяция аполлона в Башкортостане занимает аналогичные места обитания, преимущественно в горно-лесном поясе республики. Лишь небольшая часть популяции обитает в равнинных местностях, где она наиболее уязвима.

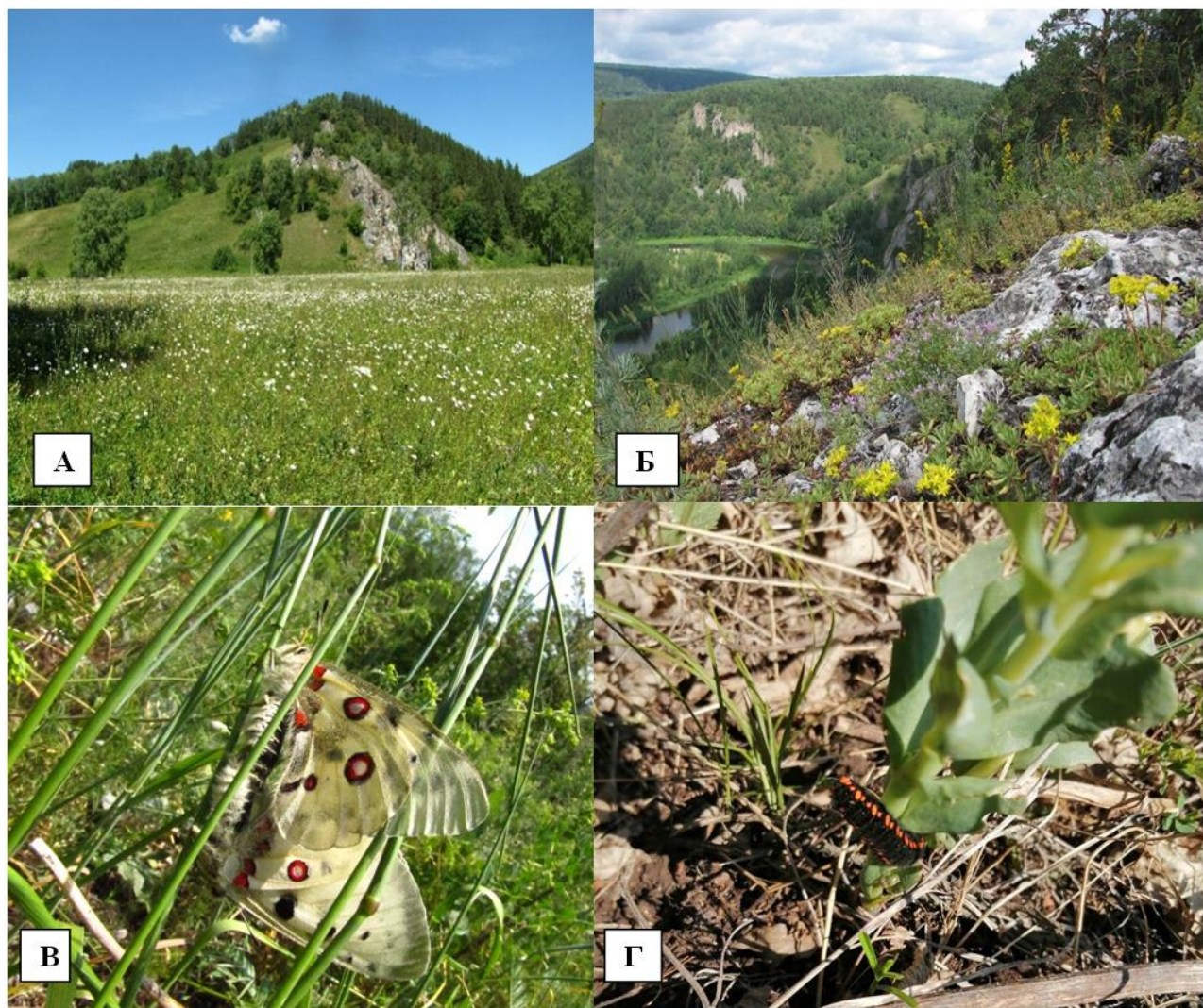


Рисунок 2 – Места учетов и фазы жизненного цикла *Parnassius apollo* (А и Б – урочище «Капова пещера»: А – УЛ суходольный луг, УЛ кустарниковая степь; Б – УЛ петрофитная степь с кормовым растением личинок – *S. hybridum*; В – спаривание, Г – личинка последнего возраста на *T. triphyllum*)

Питание. Стации размножения *P. apollo* – это петрофитные нагорные степи – места произрастания основного кормового растения личинок аполлона – очитка гибридного (*Sedum hybridum* Linnaeus, 1753). Питание личинок отмечено также на более распространенном очитнике трехлистном – *Hylotelephium triphyllum* (Haw.) Holub, 1983, растущем на кустарниковых и петрофитных горных степях, по краям лугов. В последнее десятилетие наблюдаются признаки закустаривания горных степей, что может привести к исчезновению основного кормового растения – очитка гибридного.

Стациями питания имаго являются горные степи и пойменные луга. В годы с высокой численностью бабочки залетают в населенные пункты, где питаются на цветках культурных растений. Зарегистрированы встречи имаго на 13 видах травянистых растений из 8 семейств: Asteraceae (*Carduus acanthoides* (L.), *Centaurea ruthenica* (Lam.), *Centaurea scabiosa* (L.), *Centaurea sibirica* (L.), *Cichorium intybus* (L.), *Inula britannica* (L.)), Caprifoliaceae (*Knautia arvensis* (L.)), Crassulaceae (*Sedum hybridum* (L.)), Lamiaceae (*Origanum vulgare* (L.)), Fabaceae (*Trifolium pratense* (L.)), Campanulaceae (*Campanula persicifolia* (L.)), Caryophyllaceae (*Dianthus barbatus* – культурное растение), Violaceae (*Viola* × *wittrockiana* – культурное растение). В природных условиях аполлон предпочитает кормиться преимущественно на растениях из семейства сложноцветные.

Жизненный цикл. Цикл развития однолетних, в условиях Южного Урала зимуют яйца. Гусеницы последнего возраста отмечались в разные годы в первой и второй декадах мая (8.05 и 15.05). Лет бабочек может продолжаться 1,5-2 месяца, до второй декады августа. Первая встреча имаго регистрировалась в среднем 25 июня ($n = 25$, где n – число лет наблюдений). По многолетним данным, вылет имаго происходит раньше обычных сроков ($r = -0,63$), в среднем на 3-4 недели (рис. 3). Этому, вероятно, способствуют высокие весенние температуры воздуха и более раннее интенсивное таяние снега на южных склонах гор (стациях размножения аполлона). В заповеднике отмечаются процессы изменения климата – удлиняется период межсезонья с малопродуктивными низкими положительными температурами воздуха, наблюдаются резкое повышение весенне-летних температур, сильные зимние оттепели, сокращение количества осадков. Начало схода снега в горностепных биоценозах отмечается в среднем 12 марта ($n = 54$) и происходит в настоящее время с достоверным опережением на 11 дней. Вегетация *S. hybridum* начинается в первой декаде апреля, *T. triphyllum* – во второй декаде. Массовый лет аполлона проходит с конца июня до середины июля. Спаривание в отдельные годы наблюдалось в середине июня и первой декаде июля. Последних бабочек аполлона наблюдатели отмечали 3-18 августа.

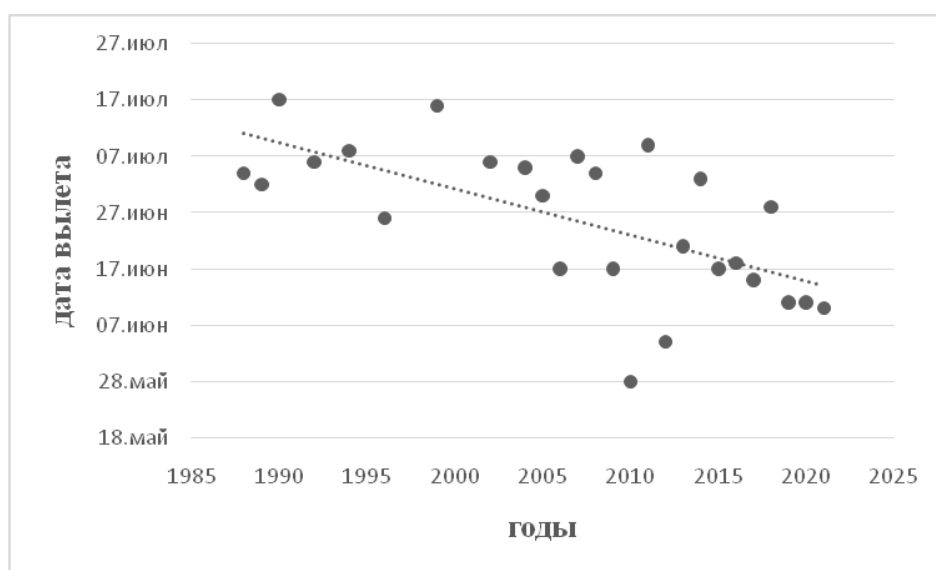


Рисунок 3 – Даты вылета *Parnassius apollo* в заповеднике «Шульган-Таш» и на сопредельной территории (по данным карточек встреч и фенологических анкет)

Численность и встречаемость. Ежегодные наблюдения и учеты численности имаго локальной популяции *P. apollo* в урочище «жордон Капова» свидетельствуют о циклическом характере ее динамики и достоверной тенденции роста ($r = 0,54$) (рис. 4).

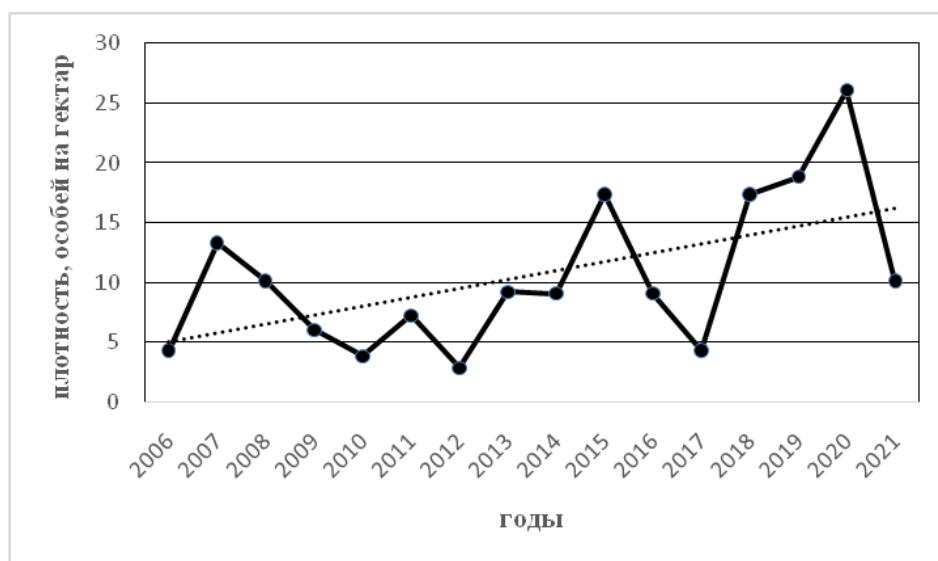


Рисунок 4 – Плотность *Parnassius apollo* на учетной линии «петрофитная степь»

Анализ многолетней встречаемости аполлона в заповеднике и на сопредельной территории (по карточкам разовых наблюдений) и данных учетов на линиях показал их достоверную корреляцию ($r = 0,55$). Это свидетельствует о репрезентативности данных, собранных в форме карточек встреч, и позволяет вовлечь в мониторинг широкий круг наблюдателей. В таблице 1 приведены данные по учетам аполлона в горностепных биоценозах заповедника «Шульган-Таш» и аналогичных станциях в хозяйственной зоне национального парка «Башкирия» (восточная часть парка). Данные указывают на более высокую плотность аполлона в поймах крупных рек и на незначительную разницу в плотности между территорией заповедника и территориями в хоззоне национального парка, где осуществляется умеренный выпас домашнего скота.

Таблица 1 – Плотность аполлона (особей/гектар) в горностепных биоценозах на территории заповедника «Шульган-Таш» и хозяйственной зоне национального парка «Башкирия»

Годы	Заповедник «Шульган-Таш»		Национальный парк «Башкирия»	
	Урочище Кордон Капова, (400 м до р.Белая)	Урочище Куш-елга-тамак, склон к пойме речки Куш-елга	Урочище Сускаморон, надпойменная терраса р.Белой	Урочище Белекейка, склон к пойме ручья Белекейка
2007	13,33	-	3,33	-
2008	10,14	-	13,33	-
2019	18,84	14,28	-	11,66
2020	19,56	14,28	17,50	

Анализ корреляций между сроками вылета аполлона, его плотностью и некоторыми климатическими показателями показал тесную связь между среднесуточной температурой самого холодного месяца года – января, и плотностью в период массового лета (табл. 2). Между среднесуточными температурами других месяцев, как и высотой снежного покрова, и плотностью *P. apollo* зависимости не выявлено. Наибольшее влияние для распространения вида в горных биоценозах Алтая имеет значение количество осадков в самом холодном квартале года [5], в нашем случае, вероятно, определяющий фактор – температуры января. В сильные морозы снег уплотняется, а теплообмен в системе атмосфера – снежный покров –

подстилающие породы зависит от структуры снежной толщи [6].

Таблица 1 – Корреляция между экологическими показателями локальной популяции аполлона в горнотепном биоценозе и некоторыми климатическими данными (2006-2021 гг.)

	Плотность особей	Сроки вылета имаго	Высота снежного покрова в горнотепных биоценозах	Среднесуточные температуры января	Первые проталины на южных склонах в марте
Сроки вылета имаго	0,10				
Плотность особей					
Высота снежного покрова в горнотепных биоценозах	-0,07	0,22			
Среднесуточные температуры января	0,64*	0,26	0,19		
Первые проталины на южных склонах в марте	-0,24	-0,22	0,34	-0,28	

*значимый уровень корреляции при $p < 0,05$

Рисунок 5 показывает корреляционные связи между встречаемостью *P. apollo* и других видов семейства Papilionidae в заповеднике и на сопредельной территории. Наиболее значительно коррелирует встречаемость аполлона с аналогичным показателем у *Parnassius mnemosyne* L. и *Iphiclides podalirius* L. Вероятно, на их популяции действуют одни и те же факторы. Слабая связь между встречаемостью *P. apollo* и *Papilio machaon* L., возможно, связана с тем, что махаон – единственный из парусников заповедника, летающий в горно-лесном поясе Башкортостана в двух поколениях (крайне редко это отмечается у подалирия). Вылет *P. apollo* в более ранние сроки в последние 15 лет способствует совместному обитанию в горнотепных биоценозах с *P. mnemosyne*, вылетающей в конце мая, и численность и морфология которой претерпевают негативные изменения, вероятно, связанные с изменением климата [7].

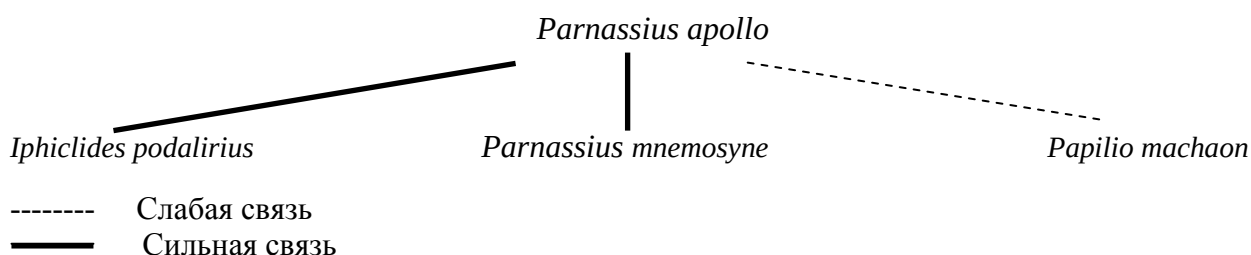


Рисунок 5 – Корреляционные связи (при $p < 0,05$) между многолетней встречаемостью аполлона и других видов парусников в заповеднике «Шульган-Таш» и на сопредельной территории (по данным карточек встреч)

Стациальное распределение. На рисунке 6 показано стациальное распределение имаго *P. apollo* по биотопам в период массового лета. В начале периода лета имаго аполлона появляются на участках петрофитных и кустарниковых степей, где питаются личинки и появляются куколки. Здесь же происходит и спаривание. Массовый лет в горнотепных

биоценозах продолжается до второй декады июля, когда температура поверхности почвы может достигать 70 °С, и надземная часть травянистых растений на петрофитных участках усыхает почти полностью (за исключением суккулентов и некоторых других растений), а в кустарниковых степях – частично. В это время на лугах появляется цветущее разнотравье, и бабочки кормятся там, предпочитая держаться на границе луга и нижней части склонов с кустарниковыми степями. Небольшая часть популяции, преодолевая расстояние в 400-500 м, появляется на лугах вблизи реки Белой. Чаще всего это самки, которые кормятся на разнотравье. Вид не склонен к дальним миграциям, и обычно имаго преодолевают расстояния не более 1,1 км [8]. Передвижения аполлона ограничены сегрегацией ресурсов нектарных растений для имаго и кормовых растений личинок [9].

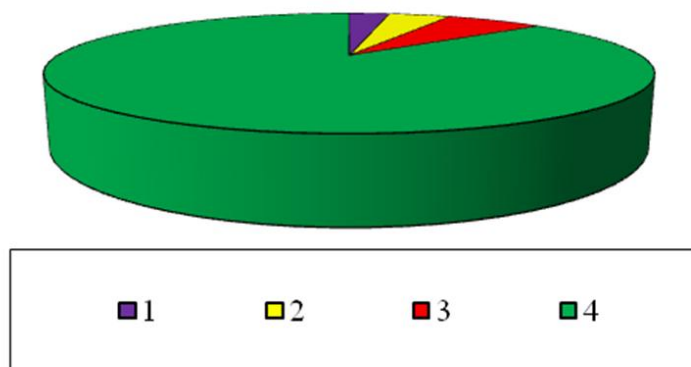


Рисунок 6 – Стациональное распределение встреч *Parnassius apollo* в урочище «Кордон Капова» на учетных лентах (в %)

Примечание: 1 – суходольный луг, 2 – мезофильный луг, 3 – кустарниковая степь, 4 – петрофитная степь

Выводы

1. В заповеднике и на сопредельной территории *Parnassius apollo* является редким локальным видом, популяции которого обитают в местах распространения кормовых растений – очитка гибридного, в меньшей степени – очитника трехлистного. Это нагорные петрофитные и кустарниковые степи, наиболее развитые в поймах рек Белая и Нугуш. Общая площадь пригодных мест обитания для аполлона (горных степей и лугов) составляет 6,37 % территории заповедника (1435,22 га).

2. Сроки вылета имаго обыкновенного аполлона в последние десятилетия значительно сдвинулись на более ранние сроки, что в целом удлинило продолжительность лета на 3-4 недели и позволило использовать новые виды кормовых растений, которые цветут раньше (*Centaurea sibirica*). Имаго *P. apollo* стали отмечаться совместно с имаго *P. mnemosyne*, что может создавать конкуренцию за ресурсы в горностепных биоценозах. Численность *P. apollo* имеет признаки 3-6 летней цикличности и имеет тенденцию к росту. В отличие от *P. mnemosyne*, размеры имаго и сроки спаривания у *P. apollo* не изменились, что свидетельствует о благополучном состоянии популяции. Из климатических факторов, влияющих на численность аполлона, выявлено негативное влияние низких температур самого холодного месяца года – января.

4. Глобальные изменения климата (частые зимние оттепели, высокие весенние и летние температуры, летние засухи) в настоящее время не приводят к деградации популяции аполлона в заповеднике и на сопредельной территории. Умеренное антропогенное воздействие не приводит к сокращению численности вида. Демографические и социальные изменения (отток сельского населения в города, снижение поголовья домашнего скота) благоприятны для популяции аполлона. Но снижение поголовья домашних животных приводит к сокращению площади выкашиваемых лугов и дальнейшей их деградации:

зарастанию, снижению видового разнообразия травянистых растений – источников пыльцы и нектара. Закустаривание горных степей и зарастание лугов – это признаки изменения климата и социальных процессов, которые могут привести в будущем к трансформации местообитаний *Parnassius apollo* и сокращению его популяции.

Благодарности

Работа выполнена по теме государственного задания ФГБУ «Государственный природный заповедник «Шульган-Таш» МПР РФ.

Список литературы

1. Перечень объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации // Приложение к приказу Минприроды России от 24.03.2020 г. № 162. 22 с.
2. Красная книга Республики Башкортостан. Животные. Т. 3. Уфа: Башкортостан, 2014. 180 с.
3. Van Swaay C., Cuttelod A., Collins S. et al. European Red List of Butterflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2010. 48 p.
4. Ashton S., Gutierrez D., Wilson R.J. Effects of temperature and elevation on habitat use by a rare mountain butterfly: Implications for species responses to climate change. *Ecological Entomology*. 2009. no. 34(4). pp. 437-446.
5. Малков П.Ю., Каранин А.В. Биоклиматическое моделирование пространственного распределения *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Papilionidae) на Алтае // Евразийский энтомологический журнал. 2020. № 19(5). С. 237-244.
6. Чернов Р.А. Экспериментальное определение эффективной теплопроводности глубинной изморози // Лед и Снег. 2013. № 3(123). С. 71-77.
7. Бакалова М.В. Парусники (Papilionidae / Lepidoptera) заповедника «Шульган-Таш» и изменение климата // Устойчивое развитие территорий: теория и практика: материалы X Всероссийской научно-практической конференции. Т. 2. Сибай, 2019. С. 51-54.
8. Аникин В.В. Пространственная организация популяции *Parnassius apollo* (L., 1758) (Lepidoptera, Papilionidae) на участке лес – меловая степь национального парка «Хвалынский» // Теоретические проблемы экологии и эволюции: материалы VI Любимцевских чтений. Тольятти, 2015. С. 41-42.
9. Chuluunbaatar G, Boldbaatar J, Reading R.P. Ecology of Two Apollo Butterflies (*Parnassius apollo* Linnaeus, 1758 and *Parnassius nomion* Fischer de Waldheim, 1823) of the Khentii Mountain Range in Mongolia. *Mongolian Journal of Biological Sciences*. 2019. no 65(72). pp. 65-72.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 15.02.2022
Принята к публикации 23.03.2022

MONITORING OF THE COMMON APOLLO PARNASSIUS APOLLO LINNAEUS, 1758 IN THE SHULGAN-TASH RESERVE

M. Bakalova¹, N. Saifullina¹, V. Bakalov²

¹Federal State Budgetary Institution “Reserve “Shulgan-Tash”, Irgizly, Russia

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

“Bashkir State University”, Ufa, Russia

e-mail: kapova@inbox.ru

The article presents the long-term data on ecology and monitoring of a rare species of Lepidoptera – *Parnassius apollo*. Estimation of the local population on the territory of the reserve shows its linear growth. A positive relationship is proved between the average daily temperatures of the coldest month of the year and the summer abundance of *Apollo*. Moderate anthropogenic pressure on the habitats of *P. apollo* does not currently have a significant impact on the population. The impact of global climate change can be noticed in a shift of the timing of the imago emergence and an increase in the population. A potential threat to the species may be the transformation of the habitats of the common *Apollo*: the bushing of mountain steppes, as well as the overgrowth of meadows as a result of the reduction in hayfields.

Key words: *Parnassius apollo*, monitoring, Shulgan-Tash Nature Reserve, population size, climate change, anthropogenic pressure, bushing of mountain steppes, haymaking.

References

1. Perechen' ob'ektov zhivotnogo mira, zanesennykh v Krasnuyu knigu Rossiiskoi Federatsii. Prilozhenie k prikazu Minprirody Rossii ot 24.03.2020 g. N 162. 22 s.
2. Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan. Zhivotnye. T. 3. Ufa: Bashkortostan, 2014. 180 s.
3. Van Swaay C., Cuttelod A., Collins S. et al. European Red List of Butterflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2010. 48 p.
4. Ashton S., Gutierrez D., Wilson R.J. Effects of temperature and elevation on habitat use by a rare mountain butterfly: Implications for species responses to climate change. *Ecological Entomology*. 2009. no. 34(4). pp. 437-446.
5. Malkov P.Yu., Karanin A.V. Bioklimaticheskoe modelirovanie prostranstvennogo raspredeleniya *Parnassius apollo* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera, Papilionidae) na Altae. *Evraziatskii entomologicheskii zhurnal*. 2020. N 19(5). S. 237-244.
6. Chernov R.A. Eksperimental'noe opredelenie effektivnoi teploprovodnosti glubinnoi izmorozhi. *Led i Sneg*. 2013. N 3(123). S. 71-77.
7. Bakalova M.V. Parusniki (Papilionidae. Lepidoptera) zapovednika “Shul'gan-Tash” i izmenenie klimata. Ustoichivoe razvitie territorii: teoriya i praktika: materialy X Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. T. 2. Sibai, 2019. S. 51-54.
8. Anikin V.V. Prostranstvennaya organizatsiya populyatsii *Parnassius apollo* (L., 1758) (Lepidoptera, Papilionidae) na uchastke les – melovaya step' natsional'nogo parka “Khvalynskii”. *Teoreticheskie problemy ekologii i evolyutsii: materialy VI Lyubishchevskikh chtenii. Tol'yatti*, 2015. S. 41-42.
9. Chuluunbaatar G, Boldbaatar J, Reading R.P. Ecology of Two *Apollo* Butterflies (*Parnassius apollo* Linnaeus, 1758 and *Parnassius nomion* Fischer de Waldheim, 1823) of the Khentii Mountain Range in Mongolia. *Mongolian Journal of Biological Sciences*. 2019. no 65(72). pp. 65-72.

Сведения об авторах:

Марина Викторовна Бакалова

К.б.н., ведущий научный сотрудник, ФГБУ «Заповедник «Шульган-Таш»
Минприроды России
ORCID 0000-0002-0843-6197

Marina Bakalova

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Federal State Budgetary Institution
“Shulgan-Tash Reserve” of the Ministry of Natural Resources of Russia

Наиля Марксовна Сайфуллина

К.б.н., зам. директора по научной работе, ФГБУ «Заповедник «Шульган-Таш»
Минприроды России
ORCID 0000-0001-7497-3559

Nailya Saifullina

Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Research, Federal State Budgetary
Institution “Shulgan-Tash Nature Reserve” of the Ministry of Natural Resources of Russia

Владимир Сергеевич Бакалов

Магистрант 1 курса обучения биологического факультета кафедры экологии
БЖ, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
ORCID0000-0003-4680-2503

Vladimir Bakalov

1st year undergraduate student of the Faculty of Biology, Department of Ecology and Life
Sciences Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bashkir State
University”

Для цитирования: Бакалова М.В., Сайфуллина Н.М., Бакалов В.С. Мониторинг
обыкновенного аполлона *Parnassius apollo* Linnaeus, 1758 в заповеднике «Шульган-Таш» // Вопросы степеведения. 2022. № 1. С. 60-69. DOI: 10.24412/2712-8628-2021-4-60-69

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГОЛОВЬЯ ЗУБРОВ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ОРЛОВСКОЕ ПОЛЕСЬЕ»

П.А. Лапин, П.И. Гуров, Х.Ш. Мирзоев

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева», Россия, Орел
e-mail: pal9@yandex.ru

В статье представлена характеристика поголовья зубров в национальном парке «Орловское полесье», расположенном на территории трех областей: Орловской, Брянской и Калужской. Анализируется численный состав зубров по группам за последние два года, места их обитания и методы организации наблюдения за ними.

Ключевые слова: Орловская область, зубр, маршрутный учет.

Введение

Орловская область входит в Центральный федеральный округ, расположена на границе трех природных зон – таежной, широколиственных лесов и лесостепи. Многообразие флоры, характерное для данного региона, обусловлено разнообразием природных ландшафтов. В области обитают 7 видов пресмыкающихся, 12 видов земноводных, 256 видов птиц и 70 видов млекопитающих, а также 1 вид круглоротых и 38 видов рыб [1].

Территория лесного фонда области составляет 172,5 тыс. га, а всего лес занимает 208,2 тыс. га. Наиболее часто встречающимися являются твердолиственные насаждения дуба обыкновенного, чистые и смешанные с платановидным кленом, площадью 33 %, далее идут осинники и березняки площадью 22 %, а также сосняки, ельники, обыкновенный ясень, липа, вяз и иные древесные породы [2].

В отличие от соседних областей, леса в Орловском регионе представлены обособленными небольшими лесными участками, разбросанными по территории неравномерно. Наиболее массивные леса расположены в Дмитровском районе и национальном парке «Орловское полесье» [3].

В статье основное внимание уделено состоянию и размножению вольноживущих зубров в парке «Орловское полесье» [4]. В настоящее время в парке насчитывается пять групп, самые многочисленные – это алексинская, красниковская и авдеевская. Две остальные группы – боровская и пешковская на данный момент времени представлены немногочисленными особями [5]. Национальный парк «Орловское полесье» был основан в 1994 году с целью сохранения природных комплексов и восстановления популяции редких животных в Центральной России. Через два года, в 1996 году, началось активное заселение зубров из разных центров разведения, в том числе из ряда европейских государств, что позволило сосредоточить в национальном парке почти весь мировой генофонд данного животного. В первый год образования парка было завезено 10 зубров, затем в течение пяти лет еще 55. Спустя два года на свет появился первый теленок, и с этого времени наблюдается постоянный рост поголовья животных [6].

В целом в национальном парке «Орловское полесье», охватывающем территории нескольких областей, особенно велико разнообразие пресмыкающихся и земноводных [7]. Исследования, проведенные на территории парка, выявили наличие 10 видов рептилий, 11 видов амфибий и 5 видов пресмыкающихся [8]. Всероссийскую известность парк «Орловское полесье» получил благодаря реализации межрегиональной программы возрождения зубров в России, согласованной с губернаторами Брянской, Калужской и

Орловской областей в январе 1997 года и утвержденной Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды [9].

Материалы и методы

Объектом исследования является поголовье зубров на территории национального парка Орловской области и прилегающих лесных массивов Брянской и Калужской областей. Определение числа взрослых особей зубров с их телятами на протяжении с 2001 г. по 2020 г. осуществлялась путем мониторинга с помощью устройств GPS-сопровождения и данных дистанционного зондирования, полученных со спутникового оборудования. Также использовались данные Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный парк «Орловское полесье», полученные путем метода статистического анализа за рассматриваемый период времени в Брянской, Калужской и Орловской областях.

Для обработки полученных результатов использовались данные дистанционного зондирования, полученные следующими способами:

- 1) применением беспилотных летательных аппаратов Phantom совместно с тепловизорами, позволяющих определять высокую точность учета численности животных в труднодоступных местах;
- 2) использованием устройств GPS-сопровождения и спутниковых ошейников;
- 3) применением лесных камер, а именно устройств видео- и фотофиксации методом синхронной фоторегистрации;
- 4) использованием картографических баз данных и геоинформационных систем-модулей;
- 5) применением классических методов наземной регистрации;
- 6) методом тропления следов по снегу.

Необходимо обратить внимание на метод использования лесных камер (фотоловушек) для организации наблюдений за животными. Данный метод прост в использовании, удобен и позволяет увидеть скрытые моменты жизни стада: поведение детенышей и их родителей, предпочтения в еде и отношения между членами группы. Камеры фиксируются в местах, которые зубры часто посещают и где находятся подолгу, например, подкормочные площадки и солонцы. Камеры не доставляют неудобства животным, не причиняют им беспокойства. По отснятым кадрам определяются период активности животных, время посещения ими подкормочных площадок, частота приходов к солонцам.

Результаты и обсуждение

С 1996 г. по 2001 г. в национальном парке «Орловское полесье» в рамках «Программы сохранения российского зубра» выпущено 65 особей зубров, привезенных с разных центров разведения животных. Данные зубры сформировали три группы с местом обитания в лесах национального парка Орловской области и прилегающих лесных массивов Брянской и Калужской областей. Они образовали так называемую Среднерусскую популяцию [10]. Данная популяция состоит из пяти групп (табл. 1). На данный момент на территории национального парка «Орловское полесье» обитает популяция зубра с самым высоким на планете уровнем генетического разнообразия, насчитывающая 490 особей, из них 81 – новорожденных телят (рис. 1).

Таблица 1 – Сводная таблица по численности зубров популяции национального парка «Орловское полесье»

Группа	2020 год			2021 год		
	Численность взрослых особей	Численность телят	Всего	Численность взрослых особей	Численность телят	Всего
Алехинская	143	18	161	152	33	185
Красниковская	99	13	112	110	9	119
Авдеевская	92	18	110	105	32	137
Боровская	19	4	23	23	6	29
Пешковская	18	2	20	19	1	20
Итого	371	55	426	409	81	490



Рисунок 1 - Зубры с телятами в национальном парке «Орловское полесье»

Так как зубры являются вегетарианцами, для них оборудовано около сотни солонцов, которые, в отличие от подкормочных площадок с сеном и зерном, выкладываются круглый год по мере истощения [11]. При нехватке соли у зубров может возникнуть снижение иммунитета и аппетита, а также появиться слабость.

Подкормка животных особенно важна в зимний период времени. Зубры в естественных условиях без затруднений перезимовывают самые суровые зимы. Однако без поддержки со стороны человека вероятно повышение смертности, особенно среди молодняка [12-13]. Специалистами парка с установлением холодов и снежного покрова производится обустройство подкормочных площадок. Именно рядом с ними осуществляется видеофиксация животных с целью определения численности взрослых особей и телят.

В отличие от круглогодичного оборудования солонцов, подкормка сеном и овсяными хлопьями осуществляется в национальном парке только в период с ноября по март. Ввиду особенностей строения желудка зубров не может его переварить, так как зерно проходит транзитом через него. Поэтому в национальном парке с помощью специальных

дробильных аппаратов производится измельчение зерна до хлопьевидного состояния, и в таком виде оно практически полностью усваивается зубрами [14].

На рисунке 2 изображены сезонные перемещения по территории национального парка «Орловское полесье» трех самых многочисленных групп зубров с посещениями ими подкормочных площадок, отслеживаемые с помощью GPS-ошейников.

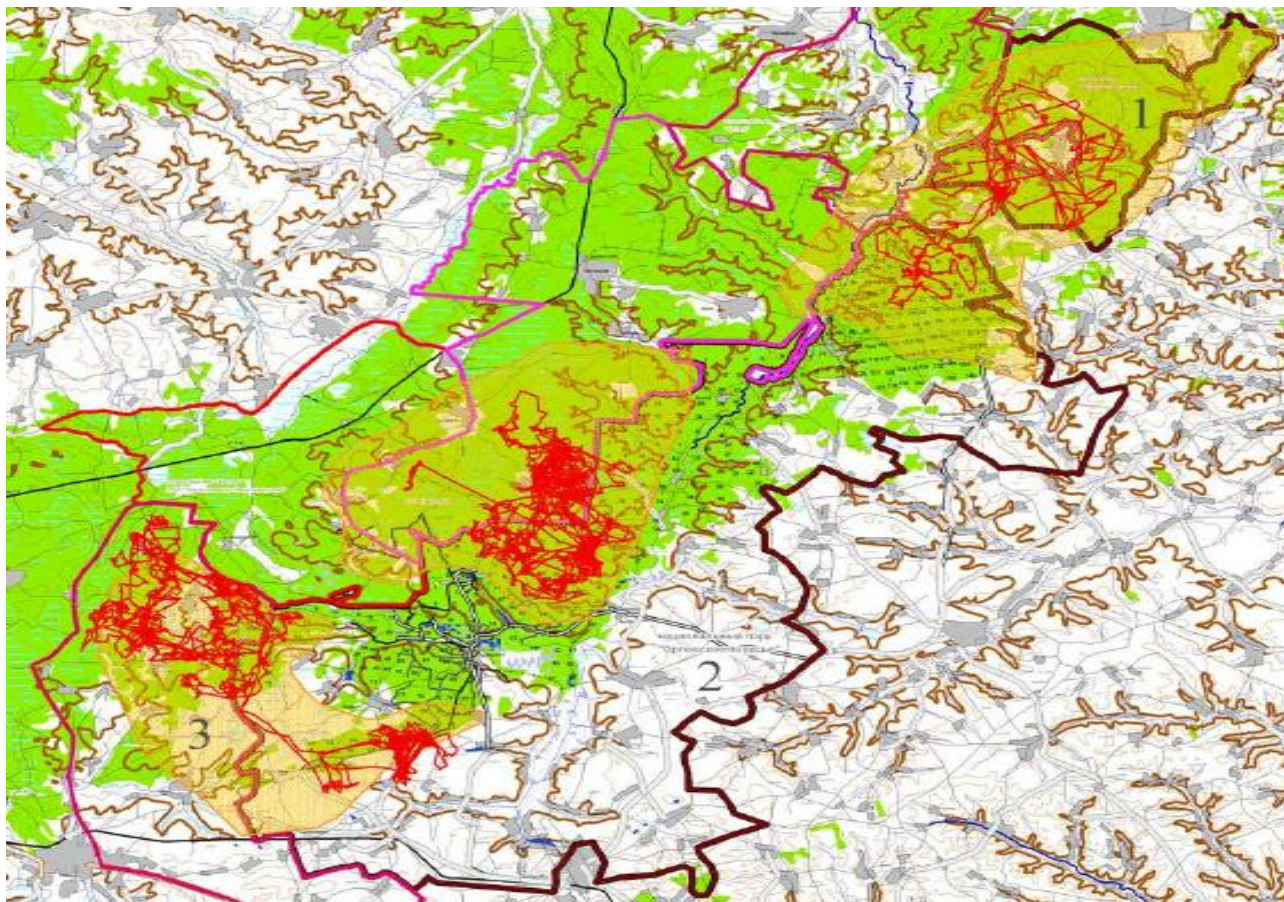


Рисунок 2 – Треки перемещения по территории национального парка «Орловское полесье» трех основных групп зубров по данным GPS-ошейников: 1 – красниковская (северная), 2 – авдеевская (центральная) и 3 – алексинская (южная)

Исследование численности животных и маршрутов их перемещения позволило определить приблизительные границы обитания зубров и оптимизировать мероприятия по учету их числа. Анализ полученных данных за 2001-2020 гг. показал, что резкого расширения площадей основных стад не наблюдается. Это свидетельствует о благоприятных условиях для жизни и размножения зубров на территории национального парка «Орловское полесье» [15].

Выводы

Программа возрождения зубров, осуществляемая на территории национального парка «Орловское полесье», имеет ключевое значение для сохранения популяции этих животных.

По результатам данных учетных работ за 2020 год в национальном парке «Орловское полесье» подтверждено обитание почти 500 зубров. Общая популяция зубров в Орловской, Калужской и Брянской областях насчитывает более 770 животных, она является самой многочисленной в России и второй в мире. Это так называемая Среднерусская популяция. Больше зубров только в Кавказском заповеднике, где животные имеют до 5 % крови

бизонов. Среднерусская популяция превышает беловежскую популяцию в составе польской и белорусской вместе взятых.

Благодаря дистанционному мониторингу было определены основные маршруты перемещения зубров по территории Орловской, Брянской и Калужской областей. В весенне-летний период животные активно перемещаются по лесным массивам, а осенью и зимой стараются держаться ближе к подкормочным площадкам. Анализ флоры парка соответствует потребностям зубрам, что способствует росту популяции этих животных.

В национальном парке «Орловское полесье» в целях создания безопасных условий для обитания и размножения популяции зубра на прилегающих к Орловскому Полесью территориях была достигнута договоренность о взаимодействии с большинством фермерских хозяйств и сельскохозяйственных предприятий, что значительно уменьшает негативные риски контактов людей и животных.

Зубры, уничтоженные в дикой природе сто лет назад, благодаря стараниям и трудолюбию неравнодушных людей, возвратились в свою природную среду обитания и стали живым символом национального парка «Орловское полесье».

Список литературы

1. Постановление Правительства Орловской области от 15 августа 2019 года № 472 об утверждении государственной программы Орловской области «Охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов и экологическая безопасность Орловской области» // Государственная система правовой информации. Официальный интернет-портал правовой информации. 2005-2022. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5700201908210006> (дата обращения: 17.01.2022).
2. Постановление Правительства Орловской области от 9 октября 2019 года № 566 об утверждении государственной программы Орловской области «Развитие лесного хозяйства Орловской области» (с изменениями на 13 января 2022 года) // Государственная система правовой информации. Официальный интернет-портал правовой информации. 2005-2022. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5700201910110003> (дата обращения: 18.01.2022).
3. Орловское Полесье. М.: Изд-во «Интербук – бизнес», 2001. 300 с.
4. Заблוצкая М.М. Современные проблемы восстановления зубра в России // Проблемы сохранения и восстановления зубра: Сборник научных трудов. Данки, 2004. 47 с.
5. Вышегородских Н.В. Особенности состояния вольноживущей группировки зубра на территории НП «Орловское Полесье» // Изучение и сохранение экосистем национального парка «Орловское Полесье». Орел, 2007. С. 112-117.
6. Гераськина Н.П., Абадонова М.Н., Борисова М.С. Динамика численности зубра европейского BISON BONASUS (LINNAEUS, 1758) в национальном парке «Орловское полесье» и проблема расширения территории кочевков // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2013. Т. 22, № 4. С. 117-121.
7. Николаева А., Николаев В. Земноводные и пресмыкающиеся Орловской области // Природные богатства Орловского края. Орел: Изд-во «Орелиздат», 1997. С. 154-163.
8. Климов А.С., Нумеров А.Д., Труфанова Е.И., Ушаков М.В., Мизин Ю.А. К фауне земноводных и пресмыкающихся национального парка «Орловское Полесье» // Состояние и проблемы экосистем Среднерусской лесостепи. Воронеж, 2003. С. 17-21.
9. Приказ Госкомэкологии РФ от 31 марта 1997 года № 133 «О Федеральном экологическом фонде Российской Федерации» // ООО «НПП "ГАРАНТ-СЕРВИС"». Портал ГАРАНТ.РУ. 2014-2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/2157628/> (дата обращения: 18.01.2022).

10. Териофауна России и сопредельных территорий: Международное совещание IX Съезд Териологического общества при РАН РФ (1-4 февраля 2011 г., Москва). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011 // 2011 www.dissers.ru - Бесплатная электронная библиотека. [Электронный ресурс]. URL: <http://dissers.ru/nauchnie-zhurnali/a8.php> (дата обращения: 19.01.2022).
11. Пригоряну О.М., Гераськина Н.П., Абадонова М.Н. Зубры Центральной России. Возвращение в природу. Национальный парк «Орловское полесье», 2015. 104 с.
12. Перерва В.И. Возвращение зубра. М.: Колос, 1992. 207 с.
13. Стратегия сохранения зубра в России. М.: 2002. 45 с.
14. Казьмин В.Д., Абрамов Е.С. Проблемы создания популяции вольноживущих зубров в национальном парке «Орловское полесье» // Проблемы сохранения и восстановления зубра. Брянск, 2004. С. 61-64.
15. Karpachev A., Prigoryanu O. Prospects of settlement of bison (*Bison bonasus*) from free-ranging populations in Orlovskoye Polesie National Park. Biological Communication. 2018. vol. 63. pp. 140-142.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 02.03.2022

Принята к публикации 23.03.2022

CHARACTERISTICS OF THE BISON POPULATION IN THE ORYOL POLESIE NATIONAL PARK

P. Lapin, P. Gurov, H. Mirzoev

Orel State University named after I.S. Turgenev, Russia, Orel

e-mail: pal9@yandex.ru

The article presents the characteristics of the bison population in the Oryol Polesie National Park located on the territory of three regions: the Orel, Bryansk and Kaluga. The numerical composition of bison by groups over the past two years, their habitats and methods of organizing observation of them are analyzed.

Key words: Orel region, bison, route accounting.

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva Orlovskoi oblasti ot 15 avgusta 2019 goda N 472 ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Orlovskoi oblasti "Okhrana okruzhayushchei sredy, ratsional'noe ispol'zovanie prirodnikh resursov i ekologicheskaya bezopasnost' Orlovskoi oblasti". Gosudarstvennaya sistema pravovoi informatsii. Ofitsial'nyi internet-portal pravovoi informatsii. 2005-2022. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5700201908210006> (data obrashcheniya: 17.01.2022).
2. Postanovlenie Pravitel'stva Orlovskoi oblasti ot 9 oktyabrya 2019 goda N 566 ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Orlovskoi oblasti "Razvitie lesnogo khozyaistva Orlovskoi oblasti" (s izmeneniyami na 13 yanvarya 2022 goda). Gosudarstvennaya sistema pravovoi informatsii. Ofitsial'nyi internet-portal pravovoi informatsii. 2005-2022. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5700201910110003> (data obrashcheniya: 18.01.2022).

3. Orlovskoe Poles'e. M.: Izd-vo "Interbuk – biznes", 2001. 300 s.
4. Zablotskaya M.M. Sovremennye problemy vosstanovleniya zubra v Rossii . Problemy sokhraneniya i vosstanovleniya zubra: Sbornik nauchnykh trudov. Danki, 2004. 47 s.
5. Vyshegorodskikh N.V. Osobennosti sostoyaniya vol'nozhivushchei gruppirovki zubra na territorii NP "Orlovskoe Poles'e". Izuchenie i sokhranenie ekosistem natsional'nogo parka "Orlovskoe Poles'e". Orel, 2007. S. 112-117.
6. Geras'kina N.P., Abadonova M.N., Borisova M.S. Dinamika chislennosti zubra evropeiskogo BISON BONASUS (LINNAEUS, 1758) v natsional'nom parke "Orlovskoe poles'e" i problema rasshireniya territorii kochevok. Samarskaya Luka: problemy regional'noi i global'noi ekologii. 2013. T. 22, N 4. S. 117-121.
7. Nikolaeva A., Nikolaev V. Zemnovodnye i presmykayushchiesya Orlovskoi oblasti. Prirodnye bogatstva Orlovskogo kraja. Orel: Izd-vo "Orelizdat", 1997. S. 154-163.
8. Klimov A.S., Numerov A.D., Trufanova E.I., Ushakov M.V., Mizin Yu.A. K faune zemnovodnykh i presmykayushchikhsya natsional'nogo parka "Orlovskoe Poles'e". Sostoyanie i problemy ekosistem Srednerusskoi lesostepi. Voronezh, 2003. S. 17-21.
9. Prikaz Goskomekologii RF ot 31 marta 1997 goda N 133 "O Federal'nom ekologicheskom fonde Rossiiskoi Federatsii". OOO "NPP "GARANT-SERVIS". Portal GARANT.RU. 2014-2022. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://base.garant.ru/2157628/> (data obrashcheniya: 18.01.2022).
10. Teriofauna Rossii i sopredel'nykh territorii: Mezhdunarodnoe soveshchanie IX S'ezd Teriologicheskogo obshchestva pri RAN RF (1-4 fevralya 2011 g., Moskva). M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2011. 2011 www.dissers.ru - Besplatnaya elektronnyaya biblioteka. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://dissers.ru/nauchnie-zhurnali/a8.php> (data obrashcheniya: 19.01.2022).
11. Prigoryanu O.M., Geras'kina N.P., Abadonova M.N. Zubry Tsentral'noi Rossii. Vozvrashchenie v prirodu. Natsional'nyi park "Orlovskoe poles'e", 2015. 104 s.
12. Pererva V.I. Vozvrashchenie zubra. M.: Kolos, 1992. 207 s.
13. Strategiya sokhraneniya zubra v Rossii. M.: 2002. 45 s.
14. Kaz'min V.D., Abramov E.S. Problemy sozdaniya populyatsii vol'nozhivushchikh zubrov v natsional'nom parke "Orlovskoe poles'e". Problemy sokhraneniya i vosstanovleniya zubra. Bryansk, 2004. S. 61-64.
15. Karpachev A., Prigoryanu O. Prospects of settlement of bison (Bison bonasus) from free-ranging populations in Orlovskoye Polesie National Park. Biological Communication. 2018. vol. 63. pp. 140-142.

Сведения об авторах:

Павел Алексеевич Лапин

К.т.н., доцент кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере и защиты человека в чрезвычайных ситуациях, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева

ORCID 0000-0002-6056-8402

Pavel Lapin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety in the Technosphere and Human Protection in Emergency Situations, Orel State University named after I.S. Turgenev

Павел Иванович Гуров

Д.м.н., профессор кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере и защиты человека в чрезвычайных ситуациях, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева

Pavel Gurov

Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Life Safety in the Technosphere and Human Protection in Emergency Situations, Orel State University named after I.S. Turgenev

Хуршед Шодиевич Мирзоев

Магистрант кафедры безопасности жизнедеятельности в техносфере и защиты человека в чрезвычайных ситуациях, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева

Khurshed Mirzoev

Magister of the Department of Life Safety in the Technosphere and Human Protection in Emergency Situations, Orel State University named after I.S. Turgenev

Для цитирования: Лапин П.А., Гуров П.И., Мирзоев Х.Ш. Характеристика поголовья зубров в национальном парке «Орловское полесье» // Вопросы степеведения. 2022. № 1. С. 70-77. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-1-70-77

ОЗИМАЯ РОЖЬ В СТЕПНОМ ОРЕНБУРЖЬЕ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

Ю.А. Гулянов

Институт степи УрО РАН, Россия, Оренбург

e-mail: orensteppe@mail.ru

В статье представлены данные, свидетельствующие о существенном сокращении производства зерна озимой ржи в РФ. На примере Оренбургской области показано не вполне обоснованное сокращение доли озимой ржи в структуре посевных площадей, особенно в хозяйствах Предуральской лесостепной провинции, характеризующейся более благоприятными климатическими условиями. К ряду факторов, значительно снижающих стабильность валовых урожаев, отнесена и высокая вариабельность сохранности посевов, свидетельствующая о низкой адаптивности возделываемых сортов и применяемых технологий к климатическим и антропогенным особенностям. Отрицательная направленность (тренд) динамики урожайности также включена в число определяющих дестабилизирующих факторов. Проанализированы причины нестабильности ржаного производства, как объективного, так и субъективного характера, требующие решения на региональном и государственном уровнях. К числу первоочередных отнесен несправедливо утраченный статус озимой ржи как важнейшей продовольственной культуры, веками использующейся для приготовления традиционного российского хлеба, выразившийся еще и в неадекватной сельскохозяйственным затратам закупочной цене. Нивелирование большой разницы в закупочной цене ржи и пшеницы признано важным фактором, способным оказать решающее влияние на положительную динамику посевов ржи, особенно на фоне наблюдающегося в последние десятилетия неуклонного увеличения стоимости средств производства. Более активному продвижению озимой ржи на поля может способствовать и актуализация ее физиологических и технологических преимуществ, благоприятствующих повышению урожайности и экономической целесообразности возделывания при интеллектуальном сопровождении технологических приемов, а также расширение спектра ее хозяйственного использования.

Ключевые слова: озимая рожь, структура посевных площадей, валовой сбор, технологические преимущества, экономическая целесообразность, закупочная цена.

Введение

Озимая рожь является традиционной для России хлебной культурой, обладающей наряду с отменными пищевыми достоинствами еще и общеизвестными конкурентными способностями – высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и адаптивностью.

В условиях современных природных и социально-экономических вызовов, связанных с перестройкой сельскохозяйственного сектора экономики, устойчивым повышением засушливости климата и снижением плодородия обрабатываемых земель, эти качества наделяют ее неоспоримыми преимуществами перед другими зерновыми культурами в формировании высоких и устойчивых урожаев.

По площадям посева озимой ржи и валовым сборам зерна на протяжении длительного времени Россия занимала лидирующее положение в мире. Еще в начале XX века ее посевы размещались на площади в 25-27 млн га или практически половине мировой площади. К середине столетия, в основном из-за изменения кулинарных и технологических предпочтений, площадь под рожью сократилась до 12-14 млн га [1]. Следует отметить, что в

этот период, характеризующийся активным продвижением озимой пшеницы, озимая рожь занимала еще более чем в два раза большие площади.

В последующие годы тенденция перестройки структуры посевных площадей сохранилась, и сегодня (2021 г.) посевной клин озимой ржи в России составляет чуть более 1,0 млн га или 6,6 % от площади посева озимой пшеницы (15,66 млн га). Объем производства зерна колеблется на уровне 2,0-2,5 млн т, а в последние годы нередко снижается до 1,7-1,8 млн т (1,7 млн т в 2021 г.) и составляет чуть более 3,0 % от валового сбора озимой пшеницы (52,9 млн т) [2]. По этому показателю Россия занимает только третью строчку в мировом рейтинге, уступая Германии, с урожаем около 3,0 млн т, и Польше (2,5-2,7 млн т) [3].

Основными поставщиками зерна озимой ржи на российский рынок (более 1,0 млн т) являются регионы Приволжского федерального округа, где под ее посев отводится до 750,0 тыс. га. Наибольший средний урожай за истекшее пятилетие (2017-2021 гг.) был получен в Республике Башкортостан – 270,0 тыс. т. В Республике Татарстан и Оренбургской области собрали на 6,3-6,7 % меньше (252,0-253,0 тыс. т), а в целом указанные три региона обеспечили более 55,0 % окружного и более 33,0 % федерального сбора.

Среди указанных регионов наибольшей стабильностью валовых сборов отличается Республика Башкортостан. В Республике Татарстан и в Оренбургской области изменчивость урожаев по годам значительно выше, с коэффициентом вариации 44,0-49,1 % [2].

Существенное влияние на динамику валовых сборов оказывает нестабильность посевных площадей (чаще сокращение) и урожайности озимой ржи. Если в Оренбургской области и Республике Башкортостан динамика посевных площадей менее выражена и не всегда связана с их сокращением, то в Республике Татарстан наблюдается устойчивый отрицательный тренд, составивший только за 2017-2021 гг. 42,0 тыс. га. В целом по Приволжскому федеральному округу сжатие ржаного поля оказалось еще большим и составило 102,0 тыс. га.

В среднем по России озимая рожь практически вдвое уступает озимой пшенице по урожайности – 1,72 т/га против 3,43 т/га (2021 г.). В регионах же ее традиционного возделывания эта разница заметно нивелируется. Так, в целом по Приволжскому федеральному округу в среднем за 2017-2021 гг. урожайность озимой пшеницы превысила урожайность озимой ржи на 0,70 т/га (2,59 т/га и 1,89 т/га соответственно) или 37,0 %. В Оренбургской области эта разница оказалась равной 0,46 т/га (33,0 %), в Республике Башкортостан – 0,57 т/га (28,3 %) и 0,58 т/га (23,3 %) – в Республике Татарстан. Наибольшая стабильность урожайности в указанный период, с коэффициентом вариации 15,5 %, наблюдалась в Республике Башкортостан, здесь же отмечался и ее наименьший отрицательный тренд. В Республике Татарстан и Оренбургской области указанные показатели оказались выше.

В Оренбургской области площадь посева озимой ржи, как и в Приволжском федеральном округе или стране в целом, также заметно ниже площади, ежегодно занимаемой озимой пшеницей. В то же время следует отметить расширение ржаного поля в последние несколько лет (2017-2021 гг.), ставшее следствием целенаправленной политики администрации области по увеличению площади озимого клина в структуре посевных площадей. Благодаря этому в краткосрочной ретроспективе наметилось небольшое расширение ржаных полей, составившее около 6 тыс. га. В долгосрочной же ретроспективе (2008-2021 гг.) по-прежнему сохраняется отрицательный тренд, примерно той же величины (5,7 тыс. га).

Основная цель исследований заключалась в актуализации представлений об озимой ржи как важнейшей полевой культуре разностороннего хозяйственного использования, анализе современного состояния и оценке перспектив ее производства в условиях Оренбургского Предуралья.

Для достижения намеченных результатов были сформулированы следующие задачи:

- провести анализ результативности производства зерна озимой ржи в Оренбургской области, выявить территории, вносящие наибольший вклад в областной урожай;
- определить тенденции изменения (тренд) слагаемых урожай структурных элементов, их связь и влияние на валовой урожай;
- актуализировать основные проблемы, препятствующие стабилизации производства зерна озимой ржи и определить пути расширения спектра ее хозяйственного использования.

Материалы и методы

Объектом исследований выступали сведения о площадях посева, уборки, урожайности и валовых сборах зерна озимой ржи в муниципальных образованиях Оренбургской области за 2008-2021 гг., предоставленные Министерством сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области и размещенные в Единой информационно-статистической системе РФ (ЕМИСС) [2]. В качестве источника данных использовали также материалы собственных экспедиционных и полевых исследований.

Группировка административных районов по природным зонам (лесостепная, степная и сухостепная) и природно-сельскохозяйственным провинциям (Предуральская лесостепная, Заволжская степная, Казахстанская степная, Заволжская сухостепная и Казахстанская сухостепная) осуществлялась на основе природно-сельскохозяйственного районирования Оренбургской области [4].

При обработке цифрового материала применяли общепринятые методы статистического анализа [5].

Результаты и обсуждение

По итогам анализа результативности производства зерна озимой ржи в Оренбургской области за истекший четырнадцатилетний период (2008-2021 гг.) определены территории, вносящие наибольший вклад в областной урожай. Из более чем 240 тыс. т среднего за указанный период урожая 69,5 % получено в хозяйствах Заволжской степной, 24,5 % – Предуральской лесостепной и 5,6 % – Заволжской сухостепной природно-сельскохозяйственных провинций, географически приуроченных к Оренбургскому Предуралью (далее провинций) (рис. 1).



Рисунок 1 – Валовой сбор озимой ржи по природно-сельскохозяйственным провинциям с наибольшим участием в формировании областного урожая, 2008-2021 гг.

В расположенных в Зауралье Казахстанской степной и Казахстанской сухостепной провинциях суммарный валовой сбор не превысил 1,0 %. Эти территории, как правило, не

являются традиционными для возделывания озимых культур, страдающих здесь от сильных морозов в часто повторяющиеся малоснежные зимы, суховеев и скудных осадков в весенне-летний период. Посевы озимой ржи здесь носят эпизодический характер и размещаются на относительно небольших площадях. К примеру, в Казахстанской степной провинции за анализируемый период ежегодные посевы отмечались только в Кувандыком районе на 873 га в среднем. В Адамовском и Новоорском районах из четырнадцати лет озимую рожь высевали в 7-11 лет (на 263 и 290 га), в Гайском районе – три года (36 га), а в Квакерском районе не высевали совсем. В еще более неблагоприятной в климатическом отношении Казахстанской сухостепной провинции не всегда успешные попытки вырастить урожай озимой ржи предпринимаются только хозяйствами Домбаровского района – в 6 лет из 14 (на 184 га в среднем). Сохранность посевов здесь не превышает 50,0 %, урожаи низкие (0,3-0,5 т/га), а в отдельные годы посевы не убираются совсем ввиду отсутствия экономической целесообразности.

В целом по области, в особенности с учетом высокого урожая чрезвычайно благоприятного для озимых культур 2019-2020 с.-х. года, за анализируемый период наблюдается тенденция к наращиванию производства зерна озимой ржи, составившая 7,8 тыс. т. Положительная динамика в 46,0 тыс. т отмечена в хозяйствах Заволжской степной и в 7,9 тыс. т – Заволжской сухостепной провинций. Весомый вклад в областной урожай внесли хозяйства Красногвардейского, Октябрьского, Первомайского, Сакмарского и Курманаевского районов, собравшие в среднем по 6,5-9,5 тыс. т в год. Урожаи Оренбургского и Илекского районов составили по 12,0-13,0 тыс. т. Еще более высокий урожай (16,5-19,5 тыс. т) был получен в Сорочинском и Новосергиевском районах, а абсолютным лидером стал Тоцкий район со средним урожаем более 25,0 тыс. т в год.

На этом фоне абсолютно нелогичным выглядит отрицательный тренд валового урожая в климатически более обеспеченной Предуральской лесостепной провинции, составивший, несмотря на высокий урожай 2019-2020 с.-х. года, более 45,0 тыс. т. Изменение суммарного урожая в меньшую сторону отмечено в хозяйствах практически всех, за исключением Пономаревского, приуроченных к указанной провинции административных районов.

Анализ слагаемых урожай структурных элементов подтвердил существенную зависимость валовых сборов озимой ржи от размеров посевных площадей и их сохранности к уборке, уже отмечавшуюся нами в отношении пшеницы озимой и яровой [6, 7]. Связь между указанными параметрами сильная, причем от размера уборочных площадей валовой сбор зависел в большей степени ($r = 0,90$), нежели от размера посевных площадей ($r = 0,73$). Наибольшее сокращение посевных площадей отмечено в Предуральской лесостепной провинции, составившее за анализируемый период около 34,0 тыс. га. Вследствие этого, несмотря на значительно возросшую долю озимой ржи в структуре посевных площадей в хозяйствах Заволжской степной (на 25,0 тыс. га) и Заволжской сухостепной провинций (на 4,5 тыс. га), в целом по области сохраняется их отрицательный баланс.

На этом фоне положительная динамика сохранности посевов озимой ржи в территориях ее традиционного возделывания может рассматриваться в качестве оптимистичного прогноза повышения валовых сборов (рис. 2).

При среднеобластных значениях сохранности посевов на уровне 94,3 % с коэффициентом вариации по годам 10,4 % за анализируемый период площадь продуктивных посевов относительно засеянных площадей увеличилась на 7,6 п.п. (процентных пункта). Примечательно, что, как и прежде, в условиях современных климатических и антропогенных изменений, сохранность посевов озимой ржи повышается в северо-западном направлении. В хозяйствах Заволжской сухостепной провинции она составила в среднем 90,5 %, в Заволжской степной – 94,6 %, а в Предуральской лесостепной оказалась еще на 1,5 п.п. выше.

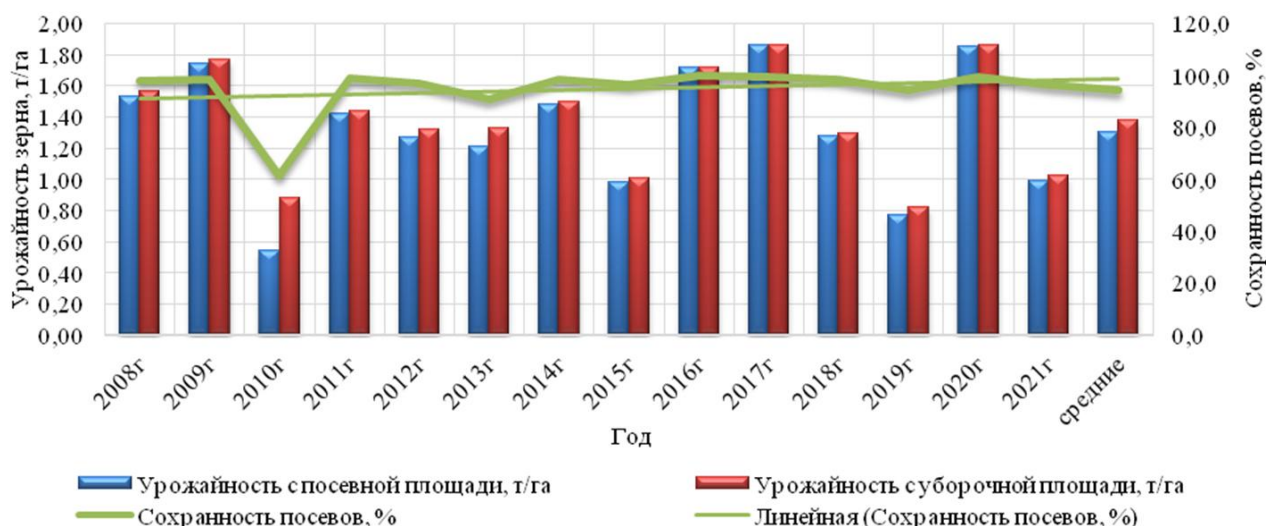


Рисунок 2 – Динамика сохранности посевов озимой ржи и урожайности зерна с посевной и уборочной площади в целом по Оренбургской области, 2008-2021 гг.

На фоне сохраняющей в целом по области отрицательный тренд площади посева озимой ржи положительная динамика сохранности посевов сопровождалась более чем 10,0 % прибавкой уборочной площади (на 18,0 тыс. га). Наибольшая прибавка отмечена в Заволжской степной (41,0 тыс. га) и Заволжской сухостепной провинциях (6,9 тыс. га), которая и обеспечила положительный баланс, несмотря на отрицательную динамику в Предуральской лесостепной провинции (более 30,0 тыс. га).

Как и предполагалось, сильно связанным валовой сбор зерна оказался и с урожайностью, причем от урожайности с уборочной площади он зависел в большей степени ($r = 0,79$), нежели с посевной ($r = 0,77$). Наиболее высокий коэффициент корреляции (r) отмечен в Заволжских степной и сухостепной провинциях, превысивший среднеобластной показатель на 0,04-0,05 единиц.

Оренбуржье характеризуется невысокой урожайностью хлебных злаков. В среднем (за 2008-2021 гг.) она составила 0,88 т/га по яровой пшенице и 0,95 т/га по ячменю, а в отдельные, особенно засушливые годы, не превышала 0,42-0,44 т/га (2010 г.). Озимая пшеница практически ежегодно формировала более высокую урожайность (1,64 т/га в среднем). Только ей по урожайности уступала озимая рожь (1,38 т/га), превосходящая все яровые зерновые культуры.

Природно-сельскохозяйственные провинции Оренбургской области характеризуются различной урожайностью озимой ржи и ее временной вариабельностью. Более высокая по годам (1,55-1,49 т/га) и менее изменчивая урожайность, с коэффициентом вариации 17,1-19,8 % с уборочной и посевной площади, отмечена в хозяйствах Предуральской лесостепной провинции. В Заволжской степной провинции средняя за анализируемый промежуток времени урожайность оказалась на 0,14-0,15 т/га ниже и на 11,9-15,6 п.п. изменчивее. Еще на 0,12-0,17 т/га собрали меньше с каждого гектара уборочной и посевной площади в хозяйствах Заволжской сухостепной провинции, а вариабельность составила 33,1-42,3 %. В целом по области урожайность озимой ржи оказалась равной 1,38-1,30 т/га уборочной и посевной площади с коэффициентом вариации 25,5-30,5 % (рис. 3).

Представляет определенный интерес направленность динамики урожайности озимой ржи (тренд) за анализируемый промежуток времени (2008-2021 гг.). Она вполне убедительно объясняет не настолько возросший валовой сбор зерна, насколько ожидалось от увеличения доли озимой ржи в структуре посевных площадей, прежде всего в хозяйствах Заволжской степной провинции. Отрицательный тренд урожайности, составивший в среднем по области 0,12 т/га, наблюдался во всех природно-сельскохозяйственных провинциях, за исключением

Предуральской лесостепной, где он остался практически нулевым (плюс 0,02 т/га). В Заволжской степной провинции «западение» урожайности оказалось менее выраженным, чем в среднем по области (0,10 т/га), а в Заволжской сухостепной – самым высоким из территорий традиционного выращивания озимой ржи (0,16 т/га).

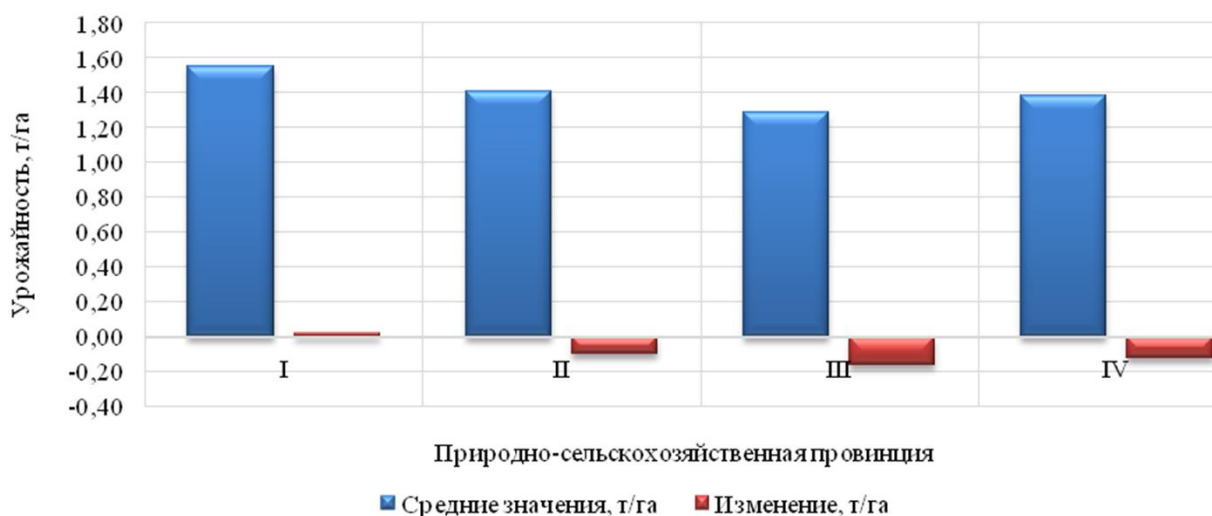


Рисунок 3 – Средние значения и изменение урожайности озимой ржи с уборочной площади по природно-сельскохозяйственным провинциям с наибольшим участием в формировании областного урожая

Примечание: I - Предуральская лесостепная, II - Заволжская степная, III - Заволжская сухостепная, IV - в целом по области, 2008-2021 гг.

Подводя итог анализу современного состояния производства зерна озимой ржи в Оренбургской области, следует отметить, что наращиванию и стабилизации урожаев препятствует не вполне обоснованное сокращение ее доли в структуре посевных площадей, особенно в хозяйствах Предуральской лесостепной провинции, с более благоприятными климатическими условиями. Значительно снижает урожайные перспективы высокая вариабельность сохранности посевов, свидетельствующая о низкой адаптивности возделываемых сортов и применяемых технологий к климатическим и антропогенным изменениям. Более высокая зависимость валовых урожаев от уборочной площади по сравнению с посевной является убедительным тому подтверждением. Отрицательная направленность (тренд) динамики урожайности также не способствует улучшению ситуации в лучшую сторону.

Детальный анализ указанных проблем в производстве озимой ржи выявил наличие вполне очевидных причин, как объективного, так и субъективного характера, требующих решения как на региональном, так и на государственном уровнях.

В первую очередь необходимо вернуть озимой ржи несправедливо утраченный статус важнейшей продовольственной культуры, веками использующейся для приготовления традиционного российского хлеба, и выразить это в адекватной сельскохозяйственным затратам закупочной цене.

Прежде всего большая разница в цене ржи по сравнению с пшеницей оказывает решающее влияние на динамику посевов ржи, особенно на фоне наблюдающегося в последние десятилетия неуклонного увеличения стоимости средств производства [8].

Следует признать, что ржаной хлеб и сегодня пропагандируется как хлеб для здорового питания, хотя значительно уступает в объемах производства пшеничному, да и встретить в продаже чисто ржаной хлеб сегодня достаточно проблематично. А ведь его пищевые и целебные преимущества вполне очевидны. Это не только широкий микроэлементный (Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn и др.) и витаминный состав (B1, B2, B4, B5, B6), но и высокие

антиоксидантные свойства (витамин Е), а также способность нормализовать свертываемость крови (витамин К) и улучшать ее микроциркуляцию (витамин РР) [9].

Более активному продвижению озимой ржи на поля может способствовать актуализация ее физиологических и технологических преимуществ, благоприятствующих повышению урожайности и экономической целесообразности возделывания при интеллектуальном сопровождении технологических приемов [10], а также расширение спектра ее хозяйственного использования.

Многие исследователи отмечают способность озимой ржи лучше других зерновых культур использовать биоклиматический потенциал территории, особенно в морозные и сильно засушливые годы, и формировать урожай не ниже озимой пшеницы [11]. В благоприятные же годы при посеве высокоурожайных адаптивных сортов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия ее урожайность может превышать урожайность озимой пшеницы и достигать 4 т/га и более [8]. Этому в определенной степени способствует более мощная корневая система, эффективно поглощающая воду и элементы минерального питания, включая труднорастворимые соединения фосфора, а также развитая надземная масса, угнетающая сорную растительность, конкурирующую за жизненно важные факторы внешней среды [12].

В условиях Оренбургской области озимая рожь отличается более высокой сохранностью посевов, превышающей по этому показателю озимую пшеницу (на 2,0 п.п. в среднем за 2008-2021 гг.) и меньшей среди других зерновых культур вариабельностью урожайности по годам – 27,1 % против 34,7 % у пшеницы озимой, 28,9 % у пшеницы яровой и 33,2 % у ячменя.

Способность озимой ржи хорошо перезимовывать и быстро наращивать достаточно развитую вегетативную массу с NDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс) на уровне 0,70-0,75 единиц уже к середине мая, когда яровые культуры еще только высеваются или формируют всходы, позволяют ей заложить репродуктивные органы в более благоприятных метеорологических условиях и сформировать урожай до наступления июльской засухи (рис. 4).



Рисунок 4 – Визуализация временной динамики развития вегетативной массы озимой ржи (в выделенном четырехугольнике слева) и яровой пшеницы (в выделенном четырехугольнике справа) по NDVI весной (а, 18 мая) и летом (б, 22 июня) 2021 г. в Тоцком районе Оренбургской области, Заволжская степная природно-сельскохозяйственная провинция

Из технологических преимуществ озимой ржи следует отметить относительно низкие затраты на производство в современных экстенсивных системах земледелия, в связи с чем ее часто относят к культурам низкого экономического риска [11].

Отличающаяся более высоким выходом соломы на единицу зернового урожая, озимая рожь является ценной культурой в севооборотах с мульчированием полей пожнивными остатками, что особенно важно в условиях повышающейся засушливости климата и обеднения почвы органическим веществом.

Перспективно использование вегетативной массы озимой ржи ранней весной в системе зеленого конвейера для пополнения кормового рациона сельскохозяйственных животных и защиты пастбищ от чрезмерного выпаса, когда пастбищные растения еще недостаточно развиты. С этой же целью можно рассматривать озимую рожь как поукосную или пожнивную культуру во второй половине лета, в период снижающейся продуктивности пастбищ, особенно в более влагобеспеченной Приуральской лесостепной провинции (рис. 5).



Рисунок 5 – Общий вид высокопродуктивного агроценоза озимой ржи на черноземах южных Заволжской степной природно-сельскохозяйственной провинции, Оренбургский район Оренбургской области

Выращивание озимой ржи для заделки в почву в качестве зеленого удобрения (сидерата), что иногда практикуется в огородничестве, может использоваться для восполнения вынесенных из почвы урожаями элементов минерального питания и воспроизводства органического вещества.

Следует признать, что при современных экстенсивных технологических подходах, основанных на необоснованно переоцененной неприхотливости культуры, озимая рожь уступает по урожайности озимой пшенице. Это зачастую выступает объективным сдерживающим фактором к расширению ее производства.

Практика передовых хозяйств, применяющих прогрессивные технологии возделывания, а не оправдывающих неприхотливостью культуры ее размещение на худших землях, игнорирование удобрений, сортосмены и сортообновления, а также результаты научных исследований указывают на существенное увеличение продуктивности ржаных полей при адаптации элементов технологии к потребностям культуры. Такой подход не предполагает полного отказа от каких-либо элементов технологии, а лишь позволяет более гибко подходить к их выбору.

При таком подходе современные сорта озимой ржи обеспечивают высокие продуктивность, стабильность и качество, необходимые для поддержания продовольственной безопасности. По результатам исследований ученых Оренбургского НИИСХ, наиболее приспособленными к условиям основных зон возделывания озимой ржи в области следует считать сорта селекции НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов) Саратовская 5, Саратовская 6 и Марусенька (предпочтителен для центральной и южной зон области). В северной зоне хорошо проявляет себя сорт Чулпан 7, селекции Башкирского НИИ земледелия и селекции полевых культур [8].

В заключение следует отметить, что в дополнение (скорее в первую очередь) к перечисленным технологическим приемам «реабилитации» озимой ржи не менее важно формирование к ней нового отношения. Следует вернуть ей доверие и полагаться на нее, как доверял ей всенародно любимый киногерой, председатель сибирского колхоза «Красный партизан» Панкрат Назаров. Нужно научиться относиться к этой культуре так же вдохновенно, как и к другим обитателям степи, выбравшим ее местом своего «проживания» и определяющим ее неповторимые, завораживающие ландшафты. Не менее важно привить к ней уважение, беречь и сохранять сложившиеся веками добрые отношения к хлебным нивам, как это описано в романе Михаила Шолохова «Тихий Дон», и она, несомненно, отзовется хорошими урожаями: *«... Зима. Но под снегом все же живет степь. Там, где как замерзшие волны, бугрится серебряная от снега пахота..., там вцепившись в почву жадными живучими корнями, лежит поваленное морозом озимое жито. Шелковисто-зеленое, все в слезинках застывшей росы, оно зябко жмется к хрупкому чернозему... и ждет весны, солнца, чтобы встать, ломая стаявший паутинно-тонкий алмазный наст, чтобы буйно зазеленеть в мае. И оно встанет, выждав время! Будут биться в нем перепела, будет звенеть над ним апрельский жаворонок. И также будет светить ему солнце, и тот же будет баюкать его ветер. До поры, пока вызревший полновесный колос ... не поникнет усатой головой, не ляжет под косой хозяина и покорно уронит на току литые, тяжеловесные зерна [13, с. 115].*

Выводы

В результате социально-экономических преобразований в аграрном секторе экономики РФ произошло существенное снижение производства зерна озимой ржи, отчетливо проявившееся и в степном Оренбуржье. Стабилизации урожаев и поддержанию их на высоком уровне в современных условиях препятствует не вполне обоснованное сокращение ее доли в структуре посевных площадей, высокая вариабельность сохранности посевов и отрицательная направленность (тренд) динамики урожайности.

Среди очевидных причин сложившейся ситуации следует выделить несправедливо заниженный статус озимой ржи как важнейшей продовольственной культуры, выразившийся, прежде всего, в необоснованно низкой закупочной цене.

Более активному продвижению озимой ржи на поля может способствовать нивелирование ярко выраженного диспаритета закупочной цены и стоимости средств производства, актуализация ее физиологических и технологических преимуществ, благоприятствующих повышению урожайности и экономической целесообразности возделывания при интеллектуальном сопровождении технологических приемов, а также расширение спектра ее хозяйственного использования.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках НИР ОФИЦ УрО РАН (ИС УрО РАН) «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация

взаимодействия природных и социально-экономических систем», № ГР АААА-А21-121011190016 -1.

Список литературы

1. Курылева А.Г. Озимая рожь в Удмуртской Республике // Пермский аграрный вестник. 2017. № 4(20). С. 81-86.
2. ЕМИСС. Государственная статистика. Валовой сбор сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/30950> (дата обращения: 08.02.2022).
3. Золкин А.Л., Матвиенко Е.В., Шанина Е.Н., Калякина В.М. Современное состояние и тенденции мирового производства зерна // Управленческий учет. 2021. № 7-1. С. 231-237.
4. Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области / Под ред. В.К. Еременко, А.Г. Крючкова, В.Е. Тихонова, Н.П. Часовских, Г.И. Белькова. Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 1999. С. 6-117.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Гулянов Ю.А. Адаптация приемов возделывания озимой пшеницы к климатическим особенностям // Земледелие. 2004. № 4. С. 28-29.
7. Гулянов Ю.А. Адаптация технологических приемов возделывания озимой пшеницы в степных районах Южного Урала // Агробиологические особенности, технологии возделывания и параметры моделей высокопродуктивных агроценозов полевых культур в засушливых условиях Южного Урала: сборник научных трудов. Оренбург: Издательство Оренбургского государственного аграрного университета, 2006. С. 10-23.
8. Крючков А.Г., Бесалиев И.Н., Панфилов А.Л. Озимая рожь в Оренбуржье: сорта, урожайность и экологическая пластичность // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 6(56). С. 11-14.
9. Костюченко М.Н., Шапошников И.И., Косован А.П. Проблемы развития рынка хлебобулочных изделий с использованием ржаной муки в Российской Федерации // Хлебопродукты. 2020. № 8. С. 6-10. DOI: 10.32462/0235-2508-2020-29-8-6-10.
10. Гулянов Ю.А. Возможности интеллектуальных цифровых технологий в экологизации ландшафтно-адаптивного земледелия степной зоны // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4(78). С. 8-11.
11. Горянина Т.А. История возделывания озимой ржи в Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2-2(82). С. 276-279.
12. Лешик Н.В., Радовня О.С. Озимая рожь – знакомый незнакомец // Наше сельское хозяйство. 2021. № 13(261). С. 80-87.
13. Шолохов М.А. Тихий Дон (собр. соч. в 9 т., Т. 3). М., 2001. 115 с.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 17.02.2022
Принята к публикации 23.03.2022

WINTER RYE IN THE STEPPE ORENBURG REGION IN THE CONTEXT OF THE REFORMATION OF THE AGRICULTURAL SECTOR OF ECONOMY

Yu. Gulyanov

Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Orenburg

e-mail: orensteppe@mail.ru

The article presents data indicating a significant reduction in the production of winter rye grain in the Russian Federation. The example of the Orenburg region shows an unjustified reduction in the share of winter rye in the structure of sown areas, especially in the farms of the Cis-Ural forest-steppe province, which is characterized by more favorable climatic conditions. A number of factors that significantly reduce the stability of gross yields include a high variability in the safety of crops, confirming a low adaptability of cultivated varieties and applied technologies to climatic and anthropogenic features. The negative direction (trend) of yield dynamics is also included in the number of determining destabilizing factors. The reasons for the instability of rye production, both objective and subjective, are analyzed. They require solutions at the regional and state levels. The unfairly lost status of winter rye as the most important food crop that has been used for the preparation of traditional Russian bread for centuries, and also expressed in an inadequate purchase price, was also among the top priorities. Leveling the large difference in the purchase price of rye and wheat is recognized as a significant factor that can have a decisive impact on the positive dynamics of rye crops, especially on the background of a steady increase in the cost of production means observed in the last decades. A more active promotion of winter rye to the fields can also be facilitated by the actualization of its physiological and technological advantages, favoring to increase the yield and economic feasibility of cultivation with intelligent support of technological methods, as well as expanding the range of its economical use.

Key words: winter rye, structure of sown areas, gross harvest, technological advantages, economic feasibility, purchase price.

References

1. Kuryleva A.G. Ozimaya rozh' v Udmurtskoi Respublike. Permskii agrarnyi vestnik. 2017. N 4(20). S. 81-86.
2. EMISS. Gosudarstvennaya statistika. Valovoi sbor sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/30950> (data obrashcheniya: 08.02.2022).
3. Zolkin A.L., Matvienko E.V., Shanina E.N., Kalyakina V.M. Sovremennoe sostoyanie i tendentsii mirovogo proizvodstva zerna. Upravlencheskii uchet. 2021. N 7-1. S. 231-237.
4. Sistema ustoichivogo vedeniya sel'skogo khozyaistva Orenburgskoi oblasti. Pod red. V.K. Eremenko, A.G. Kryuchkova, V.E. Tikhonova, N.P. Chasovskikh, G.I. Bel'kova. Orenburg: Orenburgskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1999. S. 6-117.
5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
6. Gulyanov Yu.A. Adaptatsiya priemov vozdeleyvaniya ozimoi pshenitsy k klimaticheskim osobennostyam. Zemledelie. 2004. N 4. S. 28-29.
7. Gulyanov Yu.A. Adaptatsiya tekhnologicheskikh priemov vozdeleyvaniya ozimoi pshenitsy v stepnykh raionakh Yuzhnogo Urala. Agrobiologicheskie osobennosti, tekhnologii vozdeleyvaniya i parametry modelei vysokoproduktivnykh agrotsenozov polevykh kul'tur v zasushlivykh usloviyakh Yuzhnogo Urala: sbornik nauchnykh trudov. Orenburg: Izdatel'stvo Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2006. S. 10-23.
8. Kryuchkov A.G., Besaliev I.N., Panfilov A.L. Ozimaya rozh' v Orenburzh'e: sorta, urozhainost' i ekologicheskaya plastichnost'. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. N 6(56). S. 11-14.

9. Kostyuchenko M.N., Shaposhnikov I.I., Kosovan A.P. Problemy razvitiya rynka khlebobulochnykh izdelii s ispol'zovaniem rzhanoi muki v Rossiiskoi Federatsii. Khleboprodukty. 2020. N 8. S. 6-10. DOI: 10.32462/0235-2508-2020-29-8-6-10.
10. Gulyanov Yu.A. Vozmozhnosti intellektual'nykh tsifrovyykh tekhnologii v ekologizatsii landshaftno-adaptivnogo zemledeliya stepnoi zony. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. N 4(78). S. 8-11.
11. Goryanina T.A. Istoriya vozdeleyvaniya ozimoi rzhi v Samarskoi oblasti. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. 2018. T. 20. N 2-2(82). S. 276-279.
12. Leshik N.V., Radovnya O.S. Ozimaya rozh' – znakovyye neznakovyye // Nashe sel'skoe khozyaistvo. 2021. N 13(261). S. 80-87.
13. Sholokhov M.A. Tikhii Don (sobr. soch. v 9 t., T. 3). M., 2001. 115 s.

Сведения об авторах:

Юрий Александрович Гулянов

Д.с.-х.н., профессор, ведущий научный сотрудник отдела степеведения и природопользования, Институт степи УрО РАН

ORCID 0000-0002-5883-349X

Yuriy Gulyanov

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Leading Researcher, Department of Steppe Studies and Nature Management, Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Для цитирования: Для цитирования: Гулянов Ю.А. Озимая рожь в степном Оренбуржье в условиях реформирования аграрного сектора экономики // Вопросы степеведения. 2022. № 1. С. 78-89. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-1-78-89

Институт степи Уральского отделения Российской академии наук – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ведет прием статей на бесплатной основе для их публикации в издании «Вопросы степеведения».

Публикация статей осуществляется по следующим группам специальностей:

25.00.00 Науки о Земле:

- 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов;
- 25.00.24 Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география;
- 25.00.26 Землеустройство, кадастр и мониторинг земель;
- 25.00.27 Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия
- 25.00.36 Геоэкология (по отраслям).

03.02.00 Общая биология:

- 03.02.01 Ботаника;
- 03.02.04 Зоология;
- 03.02.05 Энтомология;
- 03.02.08 Экология (по отраслям);
- 03.02.13 Почвоведение;
- 03.02.14 Биологические ресурсы.

06.00.00 Сельскохозяйственные науки:

- 06.01.01 Общее земледелие, растениеводство;
- 06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель.

Рукописи принимаются на русском и на английском языках.

Издание выходит 4 раза в год.

Журнал включен в системы Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Статьям присваивается цифровой идентификатор DOI.

Электронная версия номеров журнала размещается на сайте издания, в Научной электронной библиотеке.

Подробнее об издании: <http://steppe-science.ru>

Адрес редакции издания:

460000, Россия, г. Оренбург, ул. Пионерская, дом 11. Институт степи УрО РАН,
e-mail: steppescience@mail.ru

© Институт степи УрО РАН, 2022