

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
КРЫМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА имени В. И. ВЕРНАДСКОГО.
ГЕОГРАФИЯ. ГЕОЛОГИЯ

Научный журнал

Том 5 (71). № 2

Журнал «Ученые записки Крымского федерального
университета имени В. И. Вернадского. География. Геология»
является историческим правопреемником журнала «Ученые записки
Таврического университета», который издается с 1918 г.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского
Симферополь, 2019

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ №ФС77 – 61806 от 18 мая 2015 года
Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и
массовых коммуникаций

**Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования**

«Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

Печатается по решению Научно-технического совета

ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», протокол № ____ от «__» _____ 2019 г.

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, группа научных специальностей 25.00.00. Науки о Земле, дата включения – 12.07.2017 по группам специальностей: 25.00.01 – Общая и региональная геология (геолого-минералогические науки), 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика (геолого-минералогические науки); 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение (географические науки); 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых (геолого-минералогические науки); 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов (географические науки); 25.00.24 – Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география (географические науки); 25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география (географические науки); 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология (географические науки); 25.00.33 – Картография (географические науки); 25.00.25 – Геоинформатика (географические науки); 25.00.36 – Геоэкология (по отраслям) (географические науки), а также в систему «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ)

Редакционная коллегия журнала «Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология» (утверждена решением Научно-технического совета Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, протокол №1 от «05» марта 2018 г.)

Главный редактор – Вахрушев Борис Александрович, д. г. н., профессор

Амеличев Г.Н., к. г. н., доцент
Баранов П.Н., д.г.-м.н., д.г.н., профессор
(Украина)
Боков В.А., д. г. н., профессор
Вольфман Ю.М., к. г.-м. н.
Воронин И.Н., д. г. н., профессор
Дружинин А.Г., д. г. н., профессор
Ергина Е.И., д. г. н., профессор
Ибрагимов А. И. Оглы, д.г.н, профессор
(Турция)
Кочуров Б.И., д.г.н., профессор
Линник В.Г., д.г.н, с.н.с.
Лисецкий Ф.Н., д.г.н., профессор
Никитина М.Г., д. г. н., д. э. н., профессор
Округин В.М., к.г.-м.-н., с.н.с.
Пасынков А.А., д. г. н.
Плохих Р.В., д.г.н., доцент (Казахстан)

Позаченюк Е.А., д. г. н., профессор
Попкова Л.И., д. г. н., доцент
Пустовитенко Б.Г., д. ф.-м. н., с.н.с.
Райко Гнято, д.г.н., профессор
(Республика Сербская)
Совга Е.Е., д.г.н., с.н.с.
Скребец Г.Н., к. г. н., доцент
Старожилов В.Т., д.г.н., профессор
Страчкова Н.В., к. г. н., доцент
(ответственный секретарь)
Танжу Тосун, доктор политологии (Турция)
Холопцев А.В., д. г. н., профессор
Шаповалов Ю.Б., д.г.-м.н., с.н.с.
Шаров Н.В., д.г.-м.н., профессор
Швец А.Б., к. г. н., доцент
Яковенко И.М., д. г. н., профессор

Технический секретарь – Челомова А.А.

Подписано в печать _____.2019. Формат 70х100 1/16 Объем 21,3 усл. п. л. Заказ № ____.

Цена свободная Тираж 50 экз. Дата выхода в свет _____.2019

Отпечатано в управлении редакционно-издательской деятельности ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского» 295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7 <http://sn-geography.cfuv.ru>

РАЗДЕЛ 1.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И
РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

УДК 338.487

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО
СПОРТИВНОГО ТУРИЗМА В КРЫМУ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ

Заславский Г. А.

Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Российская Федерация
E-mail: zaslavskij@yandex.ru

Рассмотрены основные современные тенденции в развитии детско-юношеского спортивного туризма в Крыму в системе дополнительного образования. Определены количественные и качественные показатели данного подвида спортивного туризма. Рассмотрены основные направления и особенности работы с детьми при организации данного вида туризма. Показаны методические аспекты и формы организации спортивного детско-юношеского туризма в Крыму.

Ключевые слова: Республика Крым, спортивный детско-юношеский туризм, тенденции, направления, количественные показатели, перспективы, формы организации.

ВВЕДЕНИЕ

Детско-юношеский спортивный туризм (ДЮСТ) в нашей стране традиционно рассматривается как одна из форм досуга детей и на сегодня представляется как определенный подвид спортивного туризма. Его специфика состоит в том, что кроме отдыха при реализации программ ДЮСТ осуществляется образовательная и воспитательная функции. Сам данный вид туристической деятельности может выступать в качестве инструмента для привлечения детей к здоровому образу жизни. Не меньшее значение имеет формирование географических, экологических знаний, а, так же, умений и навыков поведения в природе, формирование общего спортивного образа жизни в сознании детей.

ДЮСТ на сегодня является достаточно детально проработанным видом туризма с точки зрения методического сопровождения, существующих примеров и форм его организации, учебных программ и реализованных мероприятий.

Отметим, что Республика Крым является регионом с высоким уровнем развития данного вида туризма, как в региональном, так и национальном аспектах. При этом в Крыму к ДЮСТ привлекаются, как местные жители, так и жители других регионов. Это связано, прежде всего с разнообразием природных ресурсов полуострова и сформировавшимися традициями спортивного туризма в целом.

Целью данной работы является рассмотрение существующих тенденций в развитии ДЮСТ в Крыму. Основной аспект при этом необходимо сделать на формы

организации данного вида туристической деятельности, фактические примеры организации и методического сопровождения работы с детьми в данной сфере.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

ДЮСТ в Республике Крым имеет свою сложившуюся историю и разнообразные вехи в развитии присутствующих форм организации данного вида туризма на полуострове. В целом существующие подходы к организации системы ДЮСТ на полуострове определим, как планомерные и оформленные с точки зрения построения компонентов системы и логической организации процесса.

Специфика данного туризма состоит в субъект-объектных отношениях при организации непосредственно процесса работы с детьми. В данном случае, учитывая, что основной целевой категорией данного подвида спортивного туризма выступают дети, к организации самого процесса реализации туристической деятельности предъявляются повышенные требования и стандарты. Как отмечалось выше, они связаны не только с процессом отдыха, но и с образовательной и спортивной составляющими.

Таким образом, ДЮСТ на сегодня представляется как комплексное явление и имеет значение не только, как форма отдыха, но и как способ популяризации здорового образа жизни и образовательной деятельности. Это расширяет круг субъект-объектных отношений, включая в его состав субъекты образовательной деятельности различного уровня. Кроме того, необходимо повышенное внимание к обеспечению техники безопасности и уровню планирования физических нагрузок, в сравнении с общим спортивным туризмом.

Отметим, что на разнообразие форм ДЮСТ в Крыму с точки зрения рекреационных занятий накладываются определенные ограничения, связанные с особенностями природных ресурсов. Доминирующими рекреационными занятиями выступают пешеходный туризм и скалолазание.

Рассмотрение современного состояния рынка туристических услуг в области ДЮСТ позволяет выделить основные современные аспекты данного вопроса.

Принципиально важным моментом при рассмотрении тенденций ДЮСТ в Крыму является дифференциация данного сегмента рынка по форме организации системы туризма и ее финансирования.

В общем приближении здесь возможно выделить две формы: государственную и коммерческую. Естественно они принципиально отличаются по основам организации коммерческой составляющей самого туристического процесса, что обуславливает отличия в подходах к материальному обеспечению процесса, но так или иначе в общем виде и в том и в другом случае главной целью ставит отдых детей.

Государственная форма организации ДЮСТ в Крыму является традиционной и имеет историю, насчитывающую более 80 лет практики и опыта работы с детьми в Крыму. Основные современные тенденции в развитии ДЮСТ в Крыму во многом связаны именно с развитием государственной составляющей подсистемы данного вида туризма. Безусловно, это связано с изменением социально-экономической ситуации на полуострове в последние пять лет и с увеличением доли

финансирования учреждений, работающих в данной сфере. Это позволило в определенной мере вернуть позиции государственных учреждений на рынке ДЮСТ. Наиболее важное значение здесь имеет факт того, что сама система организации туристической деятельности на государственном уровне ставит задачи недополучения коммерческой прибыли, а организацию досуга детей, их отдыха и образования.

С организационно-юридической точки зрения подсистема ДЮСТ в республике находится в структуре ведения Министерства образования науки и молодежи Республики Крым в секторе дополнительного образования. Организации, работающие в рассматриваемой сфере туризма, являются государственными бюджетными организациями республиканского и муниципального уровня, финансируемыми за счет бюджетных средств.

Важное значение имеет строгий методический подход при работе данных организаций, осуществляемый на основе нормативно утверждаемых учебных планов и образовательных программ, что достаточно четко регламентирует сам образовательный процесс и процесс отдыха детей как таковой.

Весомое и ключевое внимание уделяется и обеспечению безопасности детей, технике безопасности при реализации спортивной составляющей, антитеррористической деятельности, в соответствии с государственными требованиями и стандартами.

Всего в структуре государственного сектора ДЮСТ работает 47 организаций. Ключевой является Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования Республики Крым «Центр детско-юношеского туризма и краеведения» (ГБОУ ДО РК «ЦДЮТК») расположенный в г. Симферополь. Примечательно, что свою историю организация ведет с 1934 года. Именно для данной организации, в соответствии с Положением о данном центре, в состав целей входит организация и координация бюджетной государственной составляющей спортивного детско-юношеского туризма в Крыму.

Присутствуют так же организации дополнительного образования косвенно задействованные в данной сфере и реализующие свою деятельность в спортивном туризме за счет наличия кружка или секции в своей структуре, организации походов или участия в республиканских или муниципальных мероприятиях. Среди данных организаций отметим наиболее активно участвующие в организации мероприятий, связанных с ДЮСТ: Комплексная детско-юношеская спортивная школа (г. Алушта), Детско-юношеская спортивная школа города Армянска, Детско-юношеская спортивная школа (г. Джанкой), Эколого-биологический центр города Евпатории, Детско-юношеский клуб физической подготовки (г. Керчь), Туристско-краеведческий центр «Киммерия» (г. Керчь), Детский морской центр (г. Ялта), Детский экологический центр (г. Ялта), Детско-юношеский центр по физкультуре и спорту (г. Ялта), Эколого-биологический центр (Джанкойский район), Детско-юношеская спортивная школа (Черноморский район), Республиканский Эколого-биологический центр [1].

Среди наиболее крупных событийных мероприятий ДЮСТ выделяются Профильная туристско-краеведческая оздоровительная смена (ГБОУ ДО РК

«Детский оздоровительный центр «Сокол»), Республиканский семинар-практикум по подготовке инструкторов детского и юношеского туризма «Группа дисциплин – Маршруты» (Юго-Западная часть Горного Крыма), Открытый Фестиваль-конкурс пешеходного туризма, Республиканский этап Всероссийской спартакиады среди организаций дополнительного образования детей физкультурно-спортивной направленности, Туриада для туристов младшего школьного возраста, посвященная Всемирному дню туризма, Республиканский туристический слет «Памяти друга» [2]. Общее число ежегодных мероприятий составляет около 45.

Общее количество педагогического, административного и вспомогательного персонала данных организаций составляет 647 чел. Среди сотрудников данных организаций присутствуют педагоги высшей категории, мастера и кандидаты в мастера спорта, весомую долю составляют молодые специалисты с соответствующим профильным образованием, спортивными разрядами и судейскими категориями.

Важное значение имеет то, что работа с детьми ведется на постоянной основе в виде занятий в профильных кружках с организацией походов, полевых практик, выездов. При этом для работы каждого кружка ведется необходимое методическое сопровождение с разработкой учебно-методического плана работы кружка или дисциплины, четким расчетом часовой нагрузки. Организация каждого событийного мероприятия так же сопровождается нормативно-методическим обеспечением и соответствующей подготовкой.

Так, например, специалистами и методистами ГБОУ ДО РК «ЦДЮТК» разработаны учебно-методические комплексы следующих дисциплин в области детско-юношеского спортивного туризма: «Школа туризма», «Туристы– краеведы», «Азбука туризма», Пешеходный туризм с элементами спортивного туризма», «Юные путешественники», «Спортивный туризм», «Пешеходный туризм», «Юные туристы-спортсмены», «Спортивный туризм и скалолазание». Общее число программ для занятий детей, утвержденных Министерством образования, науки и молодежи Республики Крым составляет 56 [3].

В системе ДЮСТ задействованы разные возрастные категории детей. Обычно занятия в кружках начинаются с 7 лет, максимальные нагрузки приходятся на 10–11 класс.

В состав занятий входит достаточно много форм, это: теоретические и практические занятия в аудиториях, лекции и семинары, тематические конференции, выездные экскурсии, профильные соревнования, турниры, слеты, открытые занятия, обучающие игры и консультации.

Примечательно, что в период школьных каникул работа секций продолжается, согласно плану работ. В данный период обычно проходят основные выездные мероприятия.

Таким образом, в системе ДЮСТ на основании дополнительного образования возможно выделить два явных направления: туристско-краеведческое и физкультурно-спортивное.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО СПОРТИВНОГО ТУРИЗМА В КРЫМУ В СИСТЕМЕ ...

Анализ учебного плана ГБОУ ДО РК «ЦДЮТК» позволяет количественно оценить составляющие численности детей, задействованных в данном направлении спортивного детско-юношеского туризма.

Таблица 1.

Количественная оценка основных направлений в системе детско-юношеского туризма на основании дополнительного образования (составлено по материалам [4])

Направление	Количество, чел.	Сегмент, %	Число групп, ед.	Сегмент, %
Физкультурно-спортивное	672	37	35	37
Туристско-краеведческое	1103	63	59	63
Итого	1175	100	94	100

Всего на сегодня в области ДЮСТ задействовано 1175 детей, работа ведется в 94 группах или кружках. При этом численные показатели за последние пять лет остаются относительно стабильными, что свидетельствует о определенной популярности данного направления среди детей и их родителей. Очень часто можно наблюдать преемственность поколений и семейных подход при участии в слетах, походах и соревнованиях.

Типовой формат работы кружка вне экскурсий составляет две группы по 30 человек с занятиями два раза в неделю. Предусматривается работа в аудиториях, спортивных залах школ, лекционные и практические занятия.

Формат выездных туристических мероприятий может быть разнообразным, включая крупные туристические мероприятия, например, слет «Памяти друга», насчитывающий до 1000 участников практически из всех регионов Крыма. Так же предусматриваются категорийные походы различной продолжительности и степени спортивной нагрузки в зависимости от возрастной категории детей и их уровня подготовки. Проводятся традиционные соревнования по спортивному ориентированию, скалолазанию, разнообразные эстафеты с элементами спортивного туризма для младших групп школьников. Проводятся походы 1–4 категории сложности. В рамках полевых мероприятия дети получают необходимые навыки по работе со специальным снаряжением, умения практического преодоления естественных препятствий, общие навыки работы в коллективе.

В среднем объем получаемых умений, знаний, навыков соответствует объему спортамена I взрослого разряда.

География полевых мероприятий достаточно обширна, присутствуют, как традиционные объекты, такие как, например, урочище Таш-Джарган, долина р. Коккозка, Караби-яйла, так и новые маршруты, охватывающие практически весь Горный Крым. Отметим крайне важные изменения в рассматриваемом вопросе, связанные с развитием и совершенствованием системы ДЮСТ на бюджетной основе, связанные с развитием материально-технической базы в последние 5 лет. Темпы роста достаточно заметны. Так объемы ежегодного финансирования данного

направления дополнительного образования составляют около 20 млн. руб./год. Из них на приобретения спортивного снаряжения и инвентаря ежегодно расходуется около 0,28–0,3 млн. руб./год. В состав оборудования входят кошки, веревки, зажимы, палатки, индивидуальный инвентарь, футболки, кепки, сувенирная и наградная продукция

На рисунке 1 представлены основные показатели ДЮСТ в Республике Крым.

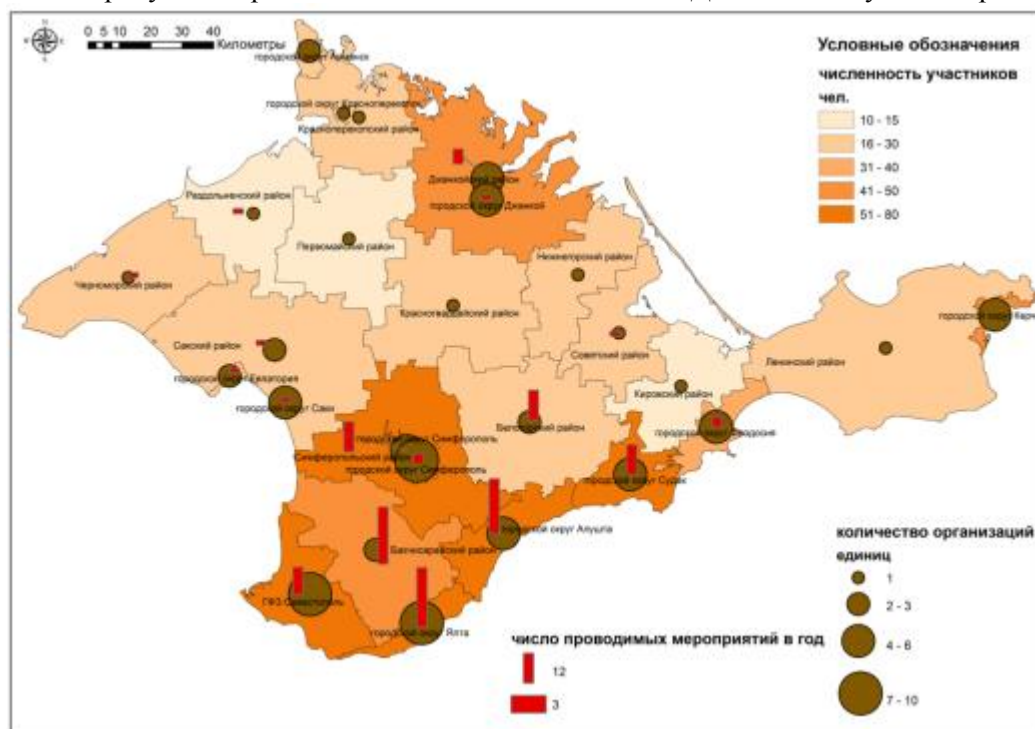


Рис. 1. Основные показатели детско-юношеского спортивного туризма в системе дополнительного образования по регионам Республики Крым.

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ уровня развития детско-юношеского спортивного туризма в системе дополнительного образования Республики Крым показывает, что данное направление туризма в последние годы получило определенную стимуляцию за счет развития материально-технической базы организаций, работающих в данной сфере.

В целом детско-юношеский спортивный туризм в Крыму остается популярным и на сегодня имеет устоявшийся и обновляемый состав участников, сложившиеся традиции, ежегодные туристические мероприятия, которые проводятся на протяжении многих лет.

Крайне важное значение имеет бесплатная, образовательная составляющая данного направления относительно участников, что позволяет привлечь в

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО СПОРТИВНОГО ТУРИЗМА В КРЫМУ В СИСТЕМЕ ...

направление спортивного туризма широкий круг детей, вне зависимости от материального положения семей.

Так же важное значение имеет подбор кадров и наличие кадрового потенциала для работы с детьми в данном направлении туризма. Большое значение имеет наличие методического обеспечения работы с детьми организации техники безопасности при проведении спортивно-туристических мероприятий.

В целом, детско-юношеский спортивный туризм в Крыму еще не достиг своего пика по количественной составляющей, что открывает возможности для дальнейшего развития новых направлений в данной сфере, привлечения больших масс детей, которые в последствии могут стать опытными спортивными туристами, или, по крайней мере выбрать здоровый образ жизни и получить базовые туристические навыки.

Список литературы

1. Государственные бюджетные образовательные учреждения дополнительного образования Республики Крым / Министерство образования науки и молодежи Республики Крым, 2018. URL: <https://monm.rk.gov.ru/ru/structure/52> (дата обращения 04.12.2018)
2. Муниципальные образовательные организации дополнительного образования / Министерство образования науки и молодежи Республики Крым, 2018. URL: <https://monm.rk.gov.ru/ru/structure/52> (дата обращения 04.12.2018).
3. Информация о численности обучающихся по реализуемым образовательным программам за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов и по договорам об образовании за счет средств физических и (или) юридических лиц / ГБОУ ДО РК «ЦДЮТК», 2018. URL: http://crimuntur.ru/o_nas/ustavnye-dokumenty/ (дата обращения 04.12.2018).
4. Учебный план ГБОУ ДО РК «ЦДЮТК» на 2018 – 2019 год / ГБОУ ДО РК «ЦДЮТК», 2018. URL: http://crimuntur.ru/o_nas/ustavnye-dokumenty/ (дата обращения 04.12.2018).

MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF YOUTH SPORTS TOURISM IN THE CRIMEA IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL EDUCATION

Zaslavsky G. A.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: zaslavskij@yandex.ru*

The article deals with the main current trends in the development of youth tourism in the Crimea in the sector of additional education. The quantitative and qualitative indicators of this subspecies of sports tourism are defined. The main directions and features of work with children at the organization of this type of tourism are considered. Methodical aspects and forms of organization of sports youth tourism in Crimea are shown.

The analysis of the level of development of youth sports tourism in the system of additional education of the Republic of Crimea shows that this direction of tourism in recent years has received some stimulation through the development of material and technical base of organizations working in this field.

In General, youth sports tourism in the Crimea remains steadily popular and today has a well-established and updated composition of participants, established traditions, annual tourist events that are traditionally held for many years.

In total, 1175 children are involved in the field of youth sports tourism, work is carried out in 94 groups or circles. At the same time, the figures for the last five years remain relatively stable, which indicates a certain popularity of this trend among children and their parents. Very often it is possible to observe continuity of generations and family approach with participation in meetings, campaigns and competitions.

The free, educational component of this direction concerning participants is extremely important that allows to involve in the direction of sports tourism a wide range of children, regardless of the financial situation of families.

Also important is the selection of personnel and the availability of human resources to work with children in this area of tourism. It is also important to have a clear methodological support of work with children, a clear attention to safety when working with children.

In general, children and youth sports tourism in Crimea has not yet reached its peak in terms of quantity, which opens up opportunities for further development of new directions in this area, attracting large masses of children who can later become experienced sports tourists, or at least choose a healthy lifestyle and get basic tourist skills.

Keywords: Republic of Crimea, sports youth tourism, trends, directions, quantitative indicators, prospects, forms of organization.

References

1. Gosudarstvennye byudzhetye obrazovatel'nye uchrezhdeniya dopolnitel'nogo obrazovaniya Respubliki Krym (State budgetary educational institutions of additional education of the Republic of Crimea). Ministerstvo obrazovaniya nauki i molodezhi Respubliki Krym, 2018: URL: <https://monm.rk.gov.ru/ru/structure/52> (accessed 04.12.2018) (in Russian).
2. Municipal'nye obrazovatel'nye organizacii dopolnitel'nogo obrazovaniya (Municipal educational organizations of continuing education). Ministerstvo obrazovaniya nauki i molodezhi Respubliki Krym, 2018. URL: <https://monm.rk.gov.ru/ru/structure/52> (accessed 04.12.2018) (in Russian).
3. Informaciya o chislennosti obuchayushchihsya po realizuemym obrazovatel'nym programmam za schet byudzhetnyh assignovaniy federal'nogo byudzheta, byudzhetov sub"ektov Rossijskoj Federacii, mestnyh byudzhetov i po dogovoram ob obrazovanii za schet sredstv fizicheskikh i (ili) yuridicheskikh lic (Information on the number of students on ongoing educational programs at the expense of the federal budget allocations, budgets of the constituent entities of the Russian Federation, local budgets and on education agreements at the expense of individuals and (or) legal entities). GBOU DO RK «CDYUTK», 2018. URL: http://crimuntur.ru/o_nas/ustavnye-dokumenty/ (accessed 04.12.2018) (in Russian).
4. Uchebnyj plan GBOU DO RK «CDYUTK» na 2018 – 2019 god (The curriculum of GBOU DO RK "CDYUTK" for 2018 – 2019. GBOU DO RK «CDYUTK». 2018. URL: http://crimuntur.ru/o_nas/ustavnye-dokumenty/ (accessed 04.12.2018) (in Russian).

Поступила в редакцию 22.03.2019 г.

УДК 911.3

ПЕРИФЕРИЗАЦИЯ КАК ТРЕНД ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

Кузин В. Ю.

Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Российская Федерация

E-mail: vadim-13.06@yandex.ru

Рассматривается специфический тренд пространственного развития постсоветской России – периферизация. Раскрывается её дефиниция, сущность как процесса, внутреннее содержание. Выделяются основные подходы к исследованию периферизации. Отмечена связь с такими процессами как централизация, маргинализация, поляризация. Выделены семь основных факторов периферизации России и раскрывается их содержание. Производится анализ особенностей российской периферизации. Особо отмечено выделение внутренней периферии, являющееся приоритетным именно для отечественной науки. Делается вывод об усилении периферизации в постсоветской России в силу наложения на исторические особенности российского пространства глобализационного процесса и формирования рыночной экономической системы.

Ключевые слова: центр, периферия, периферизация, маргинализация, регион, пространственное развитие, поляризация, конкурентоспособность, фактор, глобализация.

ВВЕДЕНИЕ

Социально-экономическое развитие всегда неравномерно в пространстве. Этому способствует спектр субъективных и объективных факторов, приводящих, в конечном итоге, к различным формам неравенства. Среди них: дифференциация, поляризация, выравнивание, асимметрия. Но, несмотря на многообразие этих форм, в пространственном плане они ведут к формированию функционально различных зон: центров – ядер развития и периферий – зон деградации (а также спектра переходных между ними зон).

Подобное характерно практически для всех стран мира. Не является исключением здесь и Россия.

Пространственное развитие нашей страны после распада СССР явилось результатом интерференции двух процессов: унаследованного советского импульса и формирования рыночной экономической системы. Дополнительно оно усложнялось быстрым и одновременным реформированием всех сфер.

В результате возросло территориальное неравенство, существовавшее всегда, однако обострённое в новых условиях глобализации и усиления влияния конкурентоспособности, присущей крайнему ограниченному числу центров. Большая же часть территории страны испытала, и продолжает испытывать негативные процессы экономической деградации и социальной маргинализации. Фактически, они становятся периферией страны, притом, независимо от физического удаления от ядер развития. Это становится выраженным трендом пространственного развития.

Периферизация является актуальной тематикой исследований в рамках общественной географии. Необходимо отметить, что к настоящему моменту

российской наукой тематика исследования периферизации как процесса несколько отненена исследованиями другого процесса неравенства – поляризации.

Устранение возникающего противоречия – относительно слабая изученность периферизации российской наукой при её актуальности как направления научных исследований мировой – является целью данной статьи.

1. СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА ПЕРИФЕРИЗАЦИИ

В рамках пространственных исследований традиционное понимание периферии, основанное на расстояниях (географических, экономических, социальных) до центра, все чаще дополняется новым, ориентированным на процесс термином «периферизация» [1, 2, 3, 4, 5].

Под ним понимается пространственное расширение периферийных территорий, сопровождаемое негативными социально-экономическими процессами и их нисходящей динамикой [6].

По своей сути, это процесс «создания» и «воспроизводства» периферий посредством механизмов миграции, деградации, многоаспектным ростом зависимостей, фрагментации экономической активности [7], которые приводят к ослаблению и торможению социально-экономического развития территории [2]. Что, в свою очередь, является результатом действия объективных и субъективных процессов [8].

Также под периферизацией понимается растущая зависимость слабозастроенных территорий от своих центров [9, 10]. Необходимо отметить, что зависимость эта проявляется практически во всех сферах, и центров подобных может быть несколько [11].

Периферизация определяется действиями определенных акторов социально-экономического развития, что означает детерминацию периферий не только географическим положением, качеством транспортной инфраструктуры [7], но также и целенаправленными решениями и их часто непреднамеренными – без учёта местных особенностей – побочными эффектами. Соответственно, проблематично выделить какие-либо единые индикаторы или показатели, которые можно использовать для преобразования периферизации в статистически осязаемое и сопоставимое понятие [4]. (Подробнее о выделении периферий и показателях, их характеризующих – см. [6]).

Процесс периферизации обратен централизации - концентрации экономической активности, а также населения в небольшом числе центров. При этом существует взаимосвязь централизации и периферизации: усиление первой расширяет вторую [12].

Централизация и периферизация характеризуются противоположными пространственными процессами: автономия/зависимость; включённость/исключённость; рост/снижение; миграция/эмиграция [13].

С понятием периферизации связана также и маргинализация территории [6]. Под ней понимается такой уровень социально-экономических процессов периферии, при котором территория «исключается» из общего процесса развития [14].

В рамках Международного географического союза Комиссия по вопросам географической маргинальности понимает её как многомерный процесс, который охватывает аспекты недостаточной интеграции, низкого достигнутого уровня развития, а также экономические, социальные, политические и культурные недостатки [15].

Резюмируя, можно выделить следующие подходы к периферизации:

- относительный (реляционный) – связан с обратным понятием централизации в пространственной системе;
- ориентационный – направлен на изучение динамики взлета и падения пространства вместо отдельных локалитетов;
- многомерный – основан на изучении экономических, социальных, политических, коммуникационных и инфраструктурных аспектов;
- мультимасштабный – изучение в разных пространственных масштабах, от глобального до локального;
- временной – роль периферии может измениться в долгосрочной перспективе, и возможна «де-периферизация» (или «рецентрализация») [13].

Этот список подходов может привести к выводу, что периферизация является «размытой» концепцией, имеющей много значений и умозрительный характер [16]. Однако данный процесс активно проявляется в пространстве.

В результате его действия территория становится более удаленной и менее доступной, экономически менее жизнеспособной и политически более зависимой (что может характеризоваться также как «вертикальная периферийность» [17]).

Различают также «активную» и «пассивную» периферизации – первая, вызванная намеренным сокращением транспортных связей, закрытием предприятий и ограничением политического влияния жителей конкретного региона. «Пассивная периферизация» подразумевает, что рассматриваемая территория отстаёт, в сравнении с центром [18], в силу действия объективных причин.

В зарубежных исследованиях по тематике периферизации утверждается, что изучение периферизации как процесса формирования и функционирования периферий должно учитывать как влияние негативных социально-экономических процессов, так и роль стереотипных образов [6] – негативное восприятие территории местными жителями в совокупности с отрицательным восприятием территории как периферийной со стороны других (например – [19, 20]).

Основным последствием периферизации является процесс культурного, демографического, экономического и социального «сжатия» территории, которое ведёт к её ускоренной трансформации с некогда многофункциональной территории к территории с ограниченной специализацией [2]. Таким образом, периферизация приводит к постоянному наличию структурных дефицитов и ограничивает возможности для населения [20]. Эти структурные недостатки не обязательно носят экономический характер, поскольку периферизация – это многомерный и многогранный процесс, который также включает демографические, социальные, инфраструктурные, культурные и политические аспекты [13].

Данный процесс ведёт к формированию на территории своего влияния следующей негативной цепочки последствий: снижение занятости – снижение

платёжеспособного спроса – снижение инвестпривлекательности и возможностей для малого бизнеса – экономический застой – деградация инфраструктуры – отток экономически активного населения [21]. Последнее, при длительном характере своего проявления, способствует процессу отрицательного социального отбора, ещё больше ограничивающим потенциал развития периферийной территории [22].

Периферизация является выраженным трендом пространственного развития, притом – одним из наиболее сильных в постсоветской России [23], ставшим следствием усилившейся контрастности российского пространства (на фоне существенного возрастания факторов конкурентоспособности). Притом, в условиях глобализации, признаков маргинализации для России стало больше, в то же время как центральности – меньше, что на фоне фактически полупериферийного положения страны на международных рынках [14] способствует периферизации.

2. ФАКТОРЫ ПЕРИФЕРИЗАЦИИ

Безусловно, это не единственный фактор периферизации как процесса пространственного расширения периферийных территорий. По мнению автора, применительно к России, таких факторов семь:

- геоположение;
- физико-географические условия и ресурсы;
- расстояние (физическое, экономическое, социальное, коммуникативное);
- «фактор колеи»;
- управленческие решения;
- глобализация;
- инновационная восприимчивость.

Рассмотрим каждый из них подробнее.

Геоположение – традиционный фактор для социально-экономических процессов влияет и на периферизацию. Положение территории относительно центров, полупериферий, периферий, осложняемых трансграничностью, неизбежно детерминирует развитие и «воспроизводство» периферии/«де-периферизацию» локалитетов. Однако необходимо понимать, что в современных глобализованных условиях геоположение не всегда влияет на формирование периферий.

Физико-географические условия и ресурсы – также, в современных условиях влияют не всегда и не кардинально. Но при этом, значение для «природоёмких» видов деятельности по-прежнему велико, ограничивая и сужая «коридор возможностей» для акторов сельского хозяйства, горнорудной, лесной и пр. видов экономической активности. Также стоит учитывать много обсуждаемый (и часто – опровергаемый) фактор современных климатических изменений – глобального потепления, обусловленного человеческой деятельностью, который потенциально может существенно изменить хозяйственной деятельности в России [24], влияя и на процесс периферизации.

Расстояние – притом именно как спектр разнообразных «расстояний»: физического (географического), экономического [22, 25], социального [26], коммуникативного [22]. Удалённость в традиционном понимании уходит на второй

план, замещаясь другими, в первую очередь – экономическим расстоянием. Эту тенденцию отметил Всемирный Банк в 2009 году, среди трех базовых факторов пространственного неравенства было отмечено distance – экономическое расстояние, обусловленное не только геоположением и удаленностью от глобальных и внутристрановых рынков, транспортными издержками, но и слаборазвитой инфраструктурой [25]. Экономическое расстояние существенно возросло в постсоветской России, во многом подстёгивая как отток населения в силу высоких транспортных тарифов [22], так и усиливая неустойчивость межрегиональных экономических связей [27]. В результате происходит экономическое отдаление разных частей страны друг от друга (в первую очередь – северных и восточных регионов), и, напротив, – приближение с ростом доступности пространства для жителей столицы, Санкт-Петербурга, ряда нефтегазовых центров [28]. В таких условиях также проявляется значение социального расстояния – уровень и характер информации взаимодействующих людей, связывающие их социальные, экономические, культурные традиции. Это расстояние не зависит от физического и формирует социально-территориальную дифференциацию пространства [26]. В современных условиях информатизации общества существенную роль, частично компенсирующую большую удалённость и расстояния, играет коммуникативное расстояние. Под ним следует понимать уровень развития телекоммуникаций – интернета, сотовой связи, спутниковых технологий и т.д. Их слабое (и выборочное) развитие в условиях информационного общества катализирует процесс периферизации, усиливая «оторванность» территории [22].

«Фактор колеи» (также известный как фактор унаследованного развития, «память пространства», path dependency) – имеющаяся экономическая и социальная структура территории, её исторические особенности развития. Оказывая, как один из важнейших факторов, влияние на концентрацию и дисперсию экономической активности [27], воздействие его на периферизацию нельзя не отметить. Так, большинство предприятий машиностроительного и военно-промышленного комплексов испытали стагнацию, многие закрылись. И в тоже время, существующая инфраструктура оказалась привлекательной для создания новых предприятий автомобилестроительными ТНК. Ещё сильнее влияние «фактора колеи» на сельскую местность, где он становится непосредственным фактором развития [22].

Управленческие решения – как отмечалось выше, целенаправленные решения и часто непреднамеренные (без учёта местных особенностей) эффекты способствуют периферизации [4]. В истории нашей страны подобных управленческих решений (которых правильнее назвать «волюнтаристскими» или «индетерминистскими» [29]) в советское и постсоветское время было немало. Суть их в непонимании сложных механизмов взаимодействия природы и общества, подходам к географическому пространству как источнику максимизации прибыли в минимальные сроки, а также слепое копирование западных идей и подходов [29]. Среди управленческих решений, имевших благие намерения, но вместо этого ускоривших периферизацию, необходимо отметить: коллективизация и её последствия [30]; распахка целинных земель, а также массовая мелиорация (фактически – детериорация) и химизация уже

возделываемых сельхозугодий [29, 30]; ликвидация «неперспективных» деревень и укрупнение колхозов [30]; программа переселения из северных регионов; застройка высокопродуктивных пригородных сельхозугодий. Из неосуществлённых, но озвученных управленческих решений постсоветской России стоит отметить проект создания не менее двадцати агломераций с минимум жителей в пять миллионов [29].

Глобализация – что включение страны в глобальную экономику произошло фактически как полупериферийной зоны. На мировых рынках Россия представлена ограниченным набором экспортируемых товаров и услуг (есть более пессимистичные оценки – отнесение России к мировой внутренней [31] либо внешней периферии [32]). Это неизбежно предопределило селективное распределение выгод от глобализации (бенефициарами выступили крупнейшие города, нефтегазовые центры, морские порты) и, в силу обострения значения немногочисленных конкурентных преимуществ, стимулировало периферизацию на большей части страны.

Инновационная восприимчивость – невысокая восприимчивость к инновациям всех видов и негенерируемость новой информации – неотъемлемая часть периферизационного процесса. В результате внедрение инновационных продуктов идет со значительным временным лагом. Из-за этого запаздывания и в условиях суженного экономического профиля территории часто получают устаревшие к тому моменту инновационные решения [6].

Необходимо также отметить, что Родоман Б.Б. как дополнительный фактор внутренней периферизации выделяет ещё и этнический состав местных жителей [32].

3. ОСОБЕННОСТИ ПЕРИФЕРИЗАЦИИ В РОССИИ

Селективное распределение выгод от глобализации и ограниченность факторов конкурентоспособности отдельных территорий вкупе с отказом от плановой экономики неизбежно усилил тренд периферизации в России. Отказ от выравнивающей политики, и, вместе с тем – фактическое отсутствие стимулирующей в 1990–е гг. – предопределили современную ситуацию, для которой характерно движение «периферии с востока на запад и даже с юга в центр» [33, с.234]. Это движение «приблизило» периферию даже к относительно благополучным центрам, существенно усилив поляризацию и без того поляризованного российского пространства.

В таких условиях произошла ранее не наблюдавшаяся усиленная внутренняя периферизация, для которой характерен пространственный рост внутренних периферий. Под ними понимаются стагнирующие в социально-экономическом плане территории, расположенные вблизи от центра, но обладающие негативными чертами периферии [30].

Стоит отметить, что выделение внутренней периферии как объекта исследований является заслугой советской (российской) социально-экономической географии. Первой существенной работой стала статья Родомана Б.Б. 1987 г., в которой было введено понятие «интрапериферия» [12]. Позже существенный вклад

в исследование проблематики внесли Каганский В.Л. [31] и Нефёдова Т.Г. [22].

Однако приоритетность и перспективность исследований внутренней периферии зарубежные специалисты не заметили. И вот уже крупный зарубежный специалист Манфред Кюн в статье 2014 г. прямо отмечает: «Историк Нольте (1991) ввел термин “внутренняя периферия”» [13, С.372]. Но, как видно по времени публикаций первых советских работ, он её только лишь «переоткрыл».

Так или иначе, охваченная процессом внутренней периферизации часть России, занимает существенную территорию – по некоторым оценкам до 15% территории страны [22]. Она повсеместна и относительна, невозможно точно указать на центральность/периферийность исследуемой территории без привязки к «координатной системе» их детерминации [30].

Выраженной особенностью российской периферизацией является мультимасштабность процесса. Он проявился на всех территориальных уровнях, формируя и распространяя периферийные черты на новые локалитеты. Катализатором этого выступила разреженная система расселения страны, и как следствие – слабая транспортная связность территории. Уже в центральной части страны удаление от крупных городов на 150–200 км означает отсутствие устойчивой дорожной сети, не компенсируемой и современными цифровыми технологиями. Также это приводит к поляризации сельскохозяйственной деятельности, отрицательному социальному отбору, хронической недоинвестированности и росту числа нерентабельных предприятий. Если говорить о конкретных примерах, то практически вся Московская область находится в зоне 5 км удалённости от асфальтированных дорог, в то же время как соседние Ярославская и Костромская – уже имеют обширную внутреннюю транспортную периферию [22]. Около 344 небольших населённых пунктов староосвоенной Воронежской области не имеют устойчивого транспортного сообщения, что является одной из причин оттока населения в более крупные населённые пункты [34]. Много хуже ситуация в северных регионах страны в силу высокой роли авиатранспорта – наиболее дорогого и весьма пострадавшего (резкое «сжатие» аэродромной сети, проблемы с запчастями самолётов, нехватка средств на обновление авиапарка и т.д.) в постсоветское время.

С последним фактом связана ещё одна особенность – активная периферизация России на Севере и в Арктике. Выше уже отмечалось, что эта периферизация предполагает намеренные действия (сокращение транспортных связей, закрытие предприятий и т.д. [18]). Такими действиями стало существенное сокращение северных надбавок и льгот, закрытие большого числа предприятий, сворачивание геолого-разведочных работ, военной инфраструктуры. Квинтэссенцией послужила программа переселения из северных регионов [29]. В результате численность населения (2017 г. в % от 1991 г.) таких северных регионов как Камчатский край составила 66%, Мурманская область – 64%, Магаданская – 37%, Чукотский АО – 31% (рассчитано по [35, 36]).

Относительно новой особенностью российской периферизации является приграничная периферизация. Контактная функция госграниц, несмотря на свой выраженный рост, всё ещё остаётся недостаточно высокой. Тормозится данная

функция посредством колебания курсов национальных валют, особенностями межгосударственных отношений. Но главным тормозом развития является высокая периферизация российских приграничных регионов, сопровождаемая спектром её негативных явлений: слаборазвитой инфраструктурой всех видов, длительным застоем социально-экономического развития, высокими градиентами этого развития между российскими и зарубежными территориями в пользу последних. Совокупно это увеличивает транспортные издержки и ухудшает «прозрачность» границ [11, 37]. В то же время ситуация по другую сторону границы чаще всего также не самая радужная – фактически трансгранично взаимодействуют между собой периферии, не обладающие собственными драйверами роста, что пролонгирует приграничную периферизацию. Ведь как показывают исследования, частота трансграничных связей зависит не столько от близости самой границы, сколько от положения территории в системе «центр-периферия» [38].

4. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ РОССИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПЕРИФЕРИЗАЦИИ

Данные особенности российской периферизации неизбежно влияют и на пространственное развитие страны в целом, большая часть которой относится специалистами к периферии (так, Нефёдова Т.Г. относит к ней 85% территории [22]).

Подобная картина – вовсе не результат рыночных реформ постсоветского времени, это следствие длительного исторического развития. Объективные условия в совокупности с «фактором колеи» способствовали формированию крайне централизованного, «сжатого» государства, которому свойственен «перманентный колониализм» [39] (или по-другому – внутренний колониализм, присущий большим странам [40]), ставший «вековой данностью» отечественного развития [41]. На это накладывались войны, восстановление хозяйства, социальные потрясения, догоняющее развитие. В результате российское пространство устойчиво поляризовано, централизовано, обладает выраженной направленностью центростремительных процессов над центробежными. Потому ситуация существования немногих центров («архипелага городов») в «океане периферии» [42] вовсе не уникальна, а скорее логична.

Однако современная ситуация значительно обострилась в постсоветский период. Углубились и обострились градиенты социально-экономического развития по линиям север–юг, запад–восток, города–сельская местность, административный центр–его окружение. Избирательность процесса глобализации и ограниченность конкурентных преимуществ переформатировали экономический и социальный ландшафты. Существенно возросли централизация и поляризация, став крайне высокими даже по мировым меркам. Это неизбежно приводит к отсутствию роста собственных конкурентных преимуществ регионов, которые сохранили высокую зависимость от федеральных дотаций [43].

Иными словами – это явная ситуация усиления периферизации российского пространства, а также связанных с ним негативных процессов деиндустриализации,

упадка сельского хозяйства, роста зависимости от мировой конъюнктуры цен на добываемые ресурсы. В результате возникающего вследствие этих факторов хозяйственного сжатия усиливается маргинализация социума [6]. Это выражается в усилении уже упоминавшегося «отрицательного социального отбора», утрате местной инициативности и предприимчивости, при одновременном усилении пассивности и равнодушия [33]. Последнее часто катализируется решениями «сверху», по сути своей, «назначающими» ту или иную территорию неперспективной, а соответственно – навязывая ей периферийный статус [44].

Резюмируя, можно отметить, что замедление/ускорение периферизации, а соответственно, и перспективы для периферийных территорий зависят от результатов политики регионального (пространственного) развития. В условиях сокращения региональных трансфертов (–22% в 2014–16 гг. [43]) на передний план выходит использование собственных ресурсов, человеческого капитала периферий. Подобные возможности существенно ограничены, однако вполне используемы для целей социально-экономического развития при условии объективной оценки территории без использования шаблонных подходов и оценок.

ВЫВОДЫ

Под действием объективных и субъективных факторов (геоположение, физико-географические условия и ресурсы, расстояние (в широком его понимании), «фактор колеи», управленческие решения, глобализация, инновационная восприимчивость), а также в результате взаимоналожения процессов унаследованного советского импульса и формирования рыночной экономической системы резко усилился процесс периферизации в России, имевший ещё и устойчивый базис своего развития в силу исторических причин. В результате большая часть территории страны фактически превратилась в периферию, что повлекло за собой экономический застой и социальную деградацию. Подобные зоны «сдвинулись» со своих «традиционных» – удалённых с низким качеством человеческого капитала и слабой транспортной связанностью территорий – зон, приблизившись географически и функционально к действующим центрам. Периферия в силу этого стала повсеместна и относительна.

Процесс периферизации превратился в устойчивый тренд пространственного развития России, во многом детерминируя возможности социально-экономического развития страны, что делает необходимым его дальнейшие исследования.

Список литературы

1. Nitz H. J. Der Beitrag der historischen Geographie zur Erforschung von Peripherien // ed. Nolte H. Europäische Innere Peripherien im 20. Stuttgart: Jahrhundert. Steiner, 1997, pp. 17–36.
2. Keim K.-D. Peripherisierung ländlicher Räume // Aus Politik und Zeitgeschichte. 2006. № 37. P. 3–7.
3. Herrschel T. Regional development, peripheralisation and marginalization - and the role of governance // eds. Herrschel T., Tallberg P. The Role of Regions? Networks, Scale, Territory. Kristianstad: Kristianstad Boktryckeri, 2011, pp. 85–102.
4. Lang T. Shrinkage, metropolization and peripherization in East Germany // European Planning Studies. 2010, № 20 (10), pp. 1747–1754.

5. Peripheralization. The Making of Spatial Dependencies and Social Injustice / eds. Fischer-Tahir A., Naumann M. Wiesbaden: Springer VS. 2013. 320 p.
6. Анохин А. А., Кузин В. Ю. Подходы к выделению периферии и периферизация в пространстве современной России // Изв. РГО. 2019. Т. 151. Вып. 1. С. 3–16.
7. Kühn, M., Weck, S. Peripherisierung – ein Erklärungsansatz zur Entstehung von Peripherien // eds. Bernt M., Liebmann H. Peripherisierung, Stigmatisierung, Abhängigkeit? Wiesbaden: VS Verlag. 2013. pp. 24–46.
8. Balogh P. The Land of Storms and the region where the country's heart beats: changing images of peripherality in Hungary // Hungarian Geographical Bulletin. 2015. № 64(3). pp. 219–231.
9. Stigmatisierung, Abhängigkeit? Deutsche Mittelstädte und ihr Peripherisierung, Umgang mit Peripherisierungsprozessen / eds. Bernt M., Liebmann H. Wiesbaden: Springer. 2013. 231 p.
10. Komlosy A. An den Rand gedrängt: Wirtschafts- und Sozialgeschichte des oberen Waldviertels // Österreichische Texte zur Gesellschaftskritik. Wien: Verlag für Gesellschaftskritik. 1988. Bd. 34.
11. Толстогузов О. В. Типология периферийных регионов и особенности граничной периферии Северо-Запада России // Региональная экономика: теория и практика. 2010. № 47. С. 6–13.
12. Родоман Б. Б. Экспрессный транспорт, расселение и охрана природы // Методы изучения расселения. М.: Ин-т географии АН СССР, 1987. С. 44–54.
13. Kühn M. Peripheralization: Theoretical Concepts Explaining Socio-Spatial Inequalities // European Planning Studies. 2014. № 23(2). pp. 367–378.
14. Пространство современной России: возможности и барьеры развития (размышления географов-обществоведов) / Отв. ред. Дружинин А. Г., Колосов В. А., Шувалов В. Е. М.: Вузовская книга, 2012. 336 с.
15. Issues in Geographical Marginality. General and Theoretical Aspect / eds. Jones G., Leimgruber W., Nel E. Grahamstown: Rhodes University. 2007. 49 p.
16. Crone M. Re-thinking “peripherality” in the context of a knowledge-intensive, service-dominated economy / eds. Danson M., De Souza P. Regional Development in Northern Europe. Peripherality, Marginality and Border Issues. London: Routledge. 2012. pp. 49–64.
17. Кайбичева Е. И. Такая многоликая периферия, или к вопросу о типологии периферийных регионов // Вестн. Самарского гос. эконом. ун-та. 2017. № 7 (153). С. 23–29.
18. Leibert T., Golinski S. Peripheralisation: The Missing Link in Dealing with Demographic Change? // Comparative Population Studies. 2016. Vol. 41(3–4). pp. 255–284.
19. Bürk T. Voices from the margin: The stigmatization process as an effect of socio-spatial peripheralization in small-town Germany / eds. Fischer-Tahir A., Naumann M. Peripheralization. The Making of Spatial Dependencies and Social Injustice. Wiesbaden: Springer VS. 2013. pp. 86–168.
20. Beetz S. Peripherisierung als räumliche Organisation sozialer Ungleichheit / eds. Barlösius E., Neu C. Peripherisierung - eine neue Form sozialer Ungleichheit? Berlin: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften. 2008. pp. 7–16.
21. Дегтярёв П. Я., Жусупова Г. Б., Пряхин Г. Н. Экономические аутсайдеры периферии // Вестник Челябинского государственного университета. 2012. № 8. С. 91–93.
22. Нефедова Т. Г. Российская периферия как социально-экономический феномен // Региональные исследования. 2008. № 5(20). С. 14–30.
23. Дружинин А. Г. Полизависимость в центрo-периферийной стратификации территориальной организации общества: основы концепции // Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. 2014. № 3. С. 29–40.
24. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. 896 с.
25. World Development Report. Reshaping Economic Geography. Washington, DC: World Bank, 2009. 420 p.
26. Изард У. Методы регионального анализа: введение в науку о регионах. М.: Прогресс, 1966. 660 с.
27. Кузин В. Ю. Экономическая и социальная поляризация регионов России: некоторые тренды // Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. 2018. № 7. С. 263–270.
28. Трейвиш А. И. Сжатие социального геопространства: между реальностью и утопией // Демоскоп Weekly. 2012. № 507–508. С. 1–27.

ПЕРИФЕРИЗАЦИЯ КАК ТРЕНД ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

29. Чистобаев А. И. Сюжеты из практики управления развитие территорий в СССР и современной России // Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. 2018. № 7. С. 13–24.
30. Родоман Б. Б. Российская внутренняя периферия // Науки. Инновации. Технологии. 2014. № 4. С. 139–147.
31. Каганский В. Л. Внутренняя периферия – новая растущая зона культурного ландшафта России // Известия РАН. Серия географическая. 2012. № 6. С. 23–34.
32. Родоман Б. Б. Российская внутренняя периферия: взгляд в разных приближениях, на разных уровнях // Российская глубинка – модели и методы изучения. Сборник статей. М.: Эслан, 2012. С. 41–48.
33. Крюков В. А. Растущая периферия // Восток России: проблемы освоения – преодоления пространства. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2017. С. 234–236.
34. Початков А. А. Территориальная организация грузовой автотранспортной системы Воронежской области: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Воронеж: ВГУ, 2011. 19 с.
35. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2002. Стат. сб. М.: Госкомстат России, 2002. 863 с.
36. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018. Стат. сб. М.: Росстат, 2018. 1162 с.
37. Межевич Н. М. Развитие приграничных российских регионов в свете Концепции Минрегионразвития // Российское экспертное обозрение «Новый поворот в региональной политике?». 2005. № 1(13). С. 41–43.
38. Морачевская К. А. Приграничность и периферийность как факторы развития приграничных с Белоруссией регионов России: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2013. 22 с.
39. Родоман Б. Б. Страна перманентного колониализма. Подумаем о моральных аспектах // Здоровый смысл. 2008/2009. № 1. С. 38–41.
40. Лаженцев В. Н. Территориальное развитие как экономико-географическая деятельность (теория, методология, практика) // Экономика региона. 2013. № 1. С. 10–20.
41. Гладкий Ю. Н. Региональная социально-экономическая асимметрия – «вековечный удел» России? // Проблемы и пути социально-экономического развития: город, регион, страна, мир. Сборник статей. Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, 2017. – С. 98–102.
42. Трейвиш А. И. Центр, район и страна. Инерции и новации в развитии российского крупногородского архипелага // Крупные города и вызовы глобализации. Смоленск: Ойкумена, 2003. С. 54–71.
43. Convergence without Equity: A Closer Look at Spatial Disparities in Russia. World Bank. 2017. 60 p.
44. Крылов М. П. Некоторые методологические замечания по проблеме «Центр – Периферия» // Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований. 2012. № 3. С. 5–9.

PERIPHERALIZATION AS A TREND OF SPATIAL DEVELOPMENT OF

RUSSIA

Kuzin V. Yu.

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation

E-mail: vadim-13.06@yandex.ru

The article deals with inequality in the spatial development of post-Soviet Russia. This development was determined by the inherited impulse of the Soviet period and the rapid formation of a market economy. Due to the limited factors of competitiveness in an open economy and the inclusion in world economic relations, the problem of territorial inequality has become more acute. This led to the growth and expansion of peripheral zones, which is characterized as peripheralization. This process has been rather actively investigated and is being studied by Western experts. At the same time, Russian scientists have not investigated enough issues, which makes this article relevant.

Peripheralization is understood as the growth of periphery, accompanied by negative socio-economic processes, the growth of various dependencies, the simplification and fragmentation of the economy. Peripheralization can be accelerated by management decisions taken without regard for local specifics.

With the process associated centralization and marginalization. Centralization is inverse to peripheralization and consists in the concentration of the population and economy in a limited number of centers. Marginalization is understood as a wide range of negative socio-economic processes, the accumulation of various shortcomings, leading to the "exclusion" of the territory from the overall development process.

There are five main approaches to the study of peripherization: relative (relational); orientational; multidimensional; multiscale; temporal. They allow you to view the process from various aspects and at different scales.

In addition, there are two types of peripherization: active and passive. The first is the result of purposeful policy, the second is the result of objective processes. The main consequence of the periphery process is a reduction in specialization, which leads to an increase in negative structural changes and negative social selection due to migration from such collapsing territories.

All this is typical for the Russian space. Its peripheralization is facilitated by seven factors highlighted in the article: geolocation; physiographic conditions and resources; distance (physical, economic, social, communicative); "Rut factor"; management decisions; globalization; innovative susceptibility. Each of them is disclosed and described in detail. Under the influence of these factors, peripheralization in Russia acquires its own characteristics. These include the shift and the territorial expansion of the periphery in the conditions of increasing polarization of space. Internal peripheralization (of socio-economic stagnating territories geographically close to the centers) also intensified, the first researchers of which were domestic specialists. Other features of the peripheralization are the multiscale, ubiquity and relativity of the Russian periphery. The active peripheralization of the North and the Arctic, which resulted in large-scale economic degradation and desertion of vast territories, as well as frontier peripheralization - retarding frontier cooperation due to the lack of growth drivers (inherent to the periphery), were not previously manifested features.

As a result, most of the country (up to 85% of the territory) is peripheral, with all the negative features related to the periphery. The intensified gradients (north-south, west-east, village towns, etc.) contributed to this by virtue of the selectivity of the distribution of benefits from globalization, limited by the presence of competitive Russian products in world markets. Under the conditions of substantial reductions in regional transfers, the development of peripherals is determined by their own limited resources and human capital, which is possible provided they are objectively evaluated without standard approaches from the authorities. The conclusion is made about the intensification of periprization in post-Soviet Russia due to the imposition of the globalization process and the formation of a market economic system on the historical features of the Russian space (the "squeezed" model of the state with its "permanent colonialism").

Keywords: center, periphery, peripheralization, marginalization, region, spatial development, polarization, competitive, factor, globalization.

References

1. Nitz H. J. Der Beitrag der historischen Geographie zur Erforschung von Peripherien / ed. Nolte H. Europäische Innere Peripherien im 20. Stuttgart: Jahrhundert. Steiner, 1997, pp. 17–36. (In German).
2. Keim K.-D. Peripherisierung ländlicher Räume. Aus Politik und Zeitgeschichte, 2006, no. 37, pp. 3–7. (In German).
3. Herrschel T. Regional development, peripheralisation and marginalization - and the role of governance / eds. Herrschel T., Tallberg P. The Role of Regions? Networks, Scale, Territory. Kristianstad: Kristianstad Boktryckeri, 2011, pp. 85–102. (In English).
4. Lang T. Shrinkage, metropolization and peripherization in East Germany. European Planning Studies, 2010, no. 20(10), pp. 1747–1754. (In English).
5. Peripheralization. The Making of Spatial Dependencies and Social Injustice / eds. Fischer-Tahir A., Naumann M. Wiesbaden: Springer VS, 2013, 320 p. (In English).
6. Anokhin A. A., Kuzin V. Yu. Podhody k vydeleniju periferii i periferizacija v prostranstve sovremennoj Rossii (Approaches to the allocation of periphery and peripheralization in the spatial development of modern Russia). Proceedings of the Russian Geographical Society, 2019, vol. 151, iss. 1, pp. 3–16. (In Russian).
7. Kühn, M., Weck, S. Peripherisierung – ein Erklärungsansatz zur Entstehung von Peripherien / eds. Bernt M., Liebmann H. Peripherisierung, Stigmatisierung, Abhängigkeit? Wiesbaden: VS Verlag, 2013, P. 24–46. (In German).
8. Balogh P. The Land of Storms and the region where the country's heart beats: changing images of peripherality in Hungary. Hungarian Geographical Bulletin. 2015, no. 64(3), pp. 219–231. (In English).
9. Stigmatisierung, Abhängigkeit? Deutsche Mittelstädte und ihr Peripherisierung, Umgang mit Peripherisierungsprozessen / eds. Bernt M., Liebmann H. Wiesbaden: Springer, 2013, 231 p. (In German).
10. Komlosy A. An den Rand gedrängt: Wirtschafts- und Sozialgeschichte des oberen Waldviertels. Österreichische Texte zur Gesellschaftskritik. Wien: Verlag für Gesellschaftskritik, 1988, Bd. 34. (In German).
11. Tolstoguzov O. V. Tipologija periferijnyh regionov i osobennosti granichnoj periferii Severo-Zapada Rossii (Typology of peripheral regions and features of the boundary periphery of the North-West of Russia). Regional Economics: Theory and Practice, 2010, no. 47, pp. 6–13. (In Russian).
12. Rodoman B. B. Express transport, resettlement and nature conservation, in Metody izuchenija rasselenija (Methods for studying settlement). Moscow: Institute of Geography SA USSR (Publ.), 1987, pp. 44–54. (In Russian).
13. Kühn M. Peripheralization: Theoretical Concepts Explaining Socio-Spatial Inequalities. European Planning Studies, 2014, no. 23(2), pp. 367–378. (In English).
14. Prostranstvo sovremennoj Rossii: vozmozhnosti i bar'ery razvitija (razmyshlenija geografov-obshhestvovedov) (The space of modern Russia: opportunities and barriers to development (reflections of geographers and social scientists)) Druzhinin A. G., Kolosov V. A., Shuvalov V. Ye. Ed. Moscow: Vuzovskaja kniga (Publ.), 2012, 336 p. (In Russian).
15. Issues in Geographical Marginality. General and Theoretical Aspect / eds. Jones G., Leimgruber W., Nel E. Grahamstown: Rhodes University, 2007, 49 p. (In English).
16. Crone M. Re-thinking “peripherality” in the context of a knowledge-intensive, service-dominated economy / eds. Danson M., De Souza P. Regional Development in Northern Europe. Peripherality, Marginality and Border Issues. London: Routledge, 2012, P. 49–64. (In English).
17. Kaibicheva Ye. I. Takaja mnogolikaja periferija, ili k voprosu o tipologii periferijnyh regionov (Such a diverse periphery or to the question of the typology of peripheral regions). Vestnik of Samara State University of Economics, 2017, no. 7 (153), pp. 23–29. (In Russian).
18. Leibert T., Golinski S. Peripheralisation: The Missing Link in Dealing with Demographic Change? Comparative Population Studies, 2016, vol. 41(3–4), pp. 255–284. (In English).
19. Bürk T. Voices from the margin: The stigmatization process as an effect of socio-spatial peripheralization in small-town Germany / eds. Fischer-Tahir A., Naumann M. Peripheralization. The Making of Spatial Dependencies and Social Injustice. Wiesbaden: Springer VS, 2013, pp. 86–168. (In English).

20. Beetz S. Peripherisierung als räumliche Organisation sozialer Ungleichheit / eds. Barlösius E., Neu C. Peripherisierung - eine neue Form sozialer Ungleichheit? Berlin: Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, 2008, pp. 7–16, (In German).
21. Degtyarev P. Y., Jusupova G. B., Pryahin G. N. Jekonomicheskie autsajdery periferii (Economic outsiders periphery). Vestnik of Chelyabinsk State University, 2012, no. 8, pp. 91–93. (In Russian).
22. Nefedova T. G. Rossijskaja periferija kak social'no-jekonomicheskij fenomen (Russia's periphery as a socio-economic phenomenon). Regional Studies, 2008, no. 5(20), pp. 14–30. (In Russian).
23. Druzhinin A. G. Polizavisimost' v centro-periferijnoj stratifikacii territorial'noj organizacii obshhestva: osnovy koncepcii (Polydependence in the center-periphery stratification of the territorial organization of society: the basic of concepts). Socio-economic geography. Vestnik of the Association of Russian human geographers, 2014, no. 3, pp. 29–40. (In Russian).
24. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Rossijskoj Federacii v 2017 godu» (State report «On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2017»). Moscow: Ministry of Natural Resources and Environment of Russia, “Cadastre” (Publ.), 2018, 896 p. (In Russian).
25. World Development Report. Reshaping Economic Geography. Washington, DC: World Bank, 2009, 420 p. (In English).
26. Isard W. Metody regional'nogo analiza: vvedenie v nauku o regionah (Methods of regional analysis: an introduction to the science of regions). Moscow: Progress (Publ.), 1966, 660 p. (In Russian).
27. Kuzin V. Yu. Jekonomicheskaja i social'naja poljarizacija regionov Rossii: nekotorye trendy (The economic and social polarization of the regions Russia: some trends). Socio-economic geography. Vestnik of the Association of Russian human geographers, 2018, no. 7, pp. 263–270. (In Russian).
28. Treivish A. I. Szhatie social'nogo geoprostranstva: mezhdru real'nost'ju i utopiej (Compression of social geospace: between reality and utopia). Demoscope Weekly, 2012, no. 507–508, pp. 1–27. (In Russian).
29. Chistobaev A. I. Sjuzhety iz praktiki upravlenija razvitie territorij v SSSR i sovremennoj Rossii (Stories from the practice of territorial development in the former USSR and modern Russia). Socio-economic geography. Vestnik of the Association of Russian human geographers, 2018, no. 7, pp. 13–24. (In Russian).
30. Rodoman B. B. Rossijskaja vnutrennjaja periferija (Russian domestic peripherals). Science. Innovations. Technologies, 2014, no. 4, pp. 139–147. (In Russian).
31. Kaganski V. L. Vnutrennjaja periferija – novaja rastushhaja zona kul'turnogo landshafta Rossii (Inner Periphery – New Growing Zone of the Cultural Landscape of Russia). Izvestiya Rossijskoj Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaja, 2012, no. 6, pp. 23–34. (In Russian).
32. Rodoman B. B. Russian inner periphery: a glance in different approximations, at different levels, in Rossijskaja glubinka – modeli i metody izuchenija (Russian province - models and methods of studying). Moscow: Eslan (Publ.), 2012, pp. 41–48. (In Russian).
33. Kryukov V. A. Growing periphery, in Vostok Rossii: problemy osvoenija – preodolenija prostranstva (East of Russia: problems of development - overcoming space). Novosibirsk: IEIE SB of the RAS (Publ.), 2017, pp. 234–236. (In Russian).
34. Pochatkov A. A. Territorial'naja organizacija gruzovoj avtotransportnoj sistemy Voronezhskoj oblasti (Territorial organization of the freight trucking system of the Voronezh region): PhD thesis. Voronezh: VSU (Publ.), 2011, 19 p. (In Russian).
35. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2002. (Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2002.). Moscow: Goscomstat Russia (Publ.), 2002, 863 p. (In Russian).
36. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2018. (Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2018.). Moscow: Rosstat, 2018, 1162 p. (In Russian).
37. Mezhevich N. M. Razvitie prigranichnyh rossijskih regionov v svete Koncepcii Minregionrazvitija (Development of border Russian regions in the light of the Concept of the Ministry of Regional Development). Russian expert review «New turn in regional politics?», 2005, no. 1(13), pp. 41–43. (In Russian).
38. Morachevskaja K. A. Prigranichnost' i periferijnost' kak faktory razvitija prigranichnyh s Belorussiej regionov Rossii (Border and periphery as factors of development of Russia's border regions with Belarus): PhD thesis. Moscow: MSU, 2013, 22 p. (In Russian).

39. Rodoman B. B. Strana permanentnogo kolonializma. Podumaem o moral'nyh aspektah (The country of permanent colonialism. Think about the moral aspects). Zdraviy smisl, 2008/2009, no. 1, pp. 38–41. (In Russian).
40. Lazhentsev V. N. Territorial'noe razvitie kak jekonomiko-geograficheskaja dejatel'nost' (teorija, metodologija, praktika) (Territory development as economic and geographical activity (theory, methodology, practice)). Regional Economics, 2013, no. 1, pp. 10–20. (In Russian).
41. Gladky Yu. N. Regional socio-economic asymmetry - the «age-old destiny» of Russia?, in Problemy i puti social'no-jekonomicheskogo razvitiya: gorod, region, strana, mir (Problems and ways of socio-economic development: city, region, country, world). Leningrad State University. A.S. Pushkin (Publ.), 2017, pp. 98–102. (In Russian).
42. Treivish A. I. Center, district and country. Inertia and innovations in the development of the Russian large city archipelago, in Krupnye goroda i vyzovy globalizacii (Major cities and the challenges of globalization). Smolensk: Oikumena (Publ.), 2003, pp. 54–71. (In Russian).
43. Convergence without Equity: A Closer Look at Spatial Disparities in Russia. World Bank, 2017. 60 p. (In English).
44. Krylov M. P. Nekotorye metodologicheskie zamechanija po probleme «Centr - Periferija» (Some methodological notes on the problem “Center - Periphery”). Labyrinth. Journal of Social and Humanitarian Studies, 2012, no. 3, pp. 5–9. (In Russian).

Поступила в редакцию 01.02.2019 г.

UDK 502.7:504.058

**OIL PRODUCTION AT SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS:
THE NATIONAL PARK «BUZULUKSKIY BOR», ORENBURG REGION**

Tyurin A. N.

***Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, Russian Federation
E-mail: turin55@rambler.ru***

The article addresses to the problems related to the renewal of oil production at a specially protected natural area of the National Park «Buzulukskiy Bor» located in Orenburg region. Due to the oil spill and fires caused by major accident at one of the wells in 1971 there was a resolution of the Government on termination of state oil companies' activity and conservation of 164 oil wells in total in the territory of the Buzulukskiy Bor. However, the oil production was restarted at the end of the year 2018.

The Buzulukskiy Bor is the largest woodland among the steppe zone of 111 thousand hectares located on the area between Orenburg and Samara regions. The pinery occupies 86.6 hectares of its territory and the rest part is covered by broad-leaved tree species. The National Park «Buzulukskiy Bor» has been established with its preserved, protected, recreational and another zones in order to preserve the unique woodland. There were discovered seven multilayered fields including the «Mogutovskoye», the «Gremyachevskoye» and the «Vorontsovskoye» in the consequence of geological exploration for oil and gas in the relevant place locality carried out from 1953 to 1970. As a result of that activity 62 wildcats and 102 stratigraphic wells were drilled. There are the oil and gas pools within the perimeter of the «Borovskoye» forestry. They stretch out underground of «Buzulukskiy Bor». In 1973 the operation of actual oil fields was stopped and the majority of the wells were terminated or suspended. Nevertheless, now and before an odor of gas, oil seep and carbon concentrations exceeding the MAC in the air, soil and water have been observed in the number of sections of the woodland. Actual adverse environmental conditions and some factors are in the large part due to unexplored shallow oil and gas fields in the subsoil of the National Park. A number of researchers including the experts from «Geoecology» the Integrated Research and Development Center, LLP assume that oil seep and carbon concentration exceeding the MAC in the air and water are only caused by well sealing failure. Their reconversion or termination will make solving current environmental problem possible.

Thus concentration of oil products in the natural environment of «Buzulukskiy Bor» does not depend on oil spill much. Therefore well termination or conservation is only a part of solution of the problem of pollution by oil products. It is obvious that the air, soil and water pollution in «Buzulukskiy Bor» is related to natural emanation of hydrocarbon through the rock formation covering oil fields. Such phenomenon might occur at shallow hydrocarbon fields with seam pressure exceeding normal hydrostatic pressure and if there are faults and porosity of cap rocks. This fact explains significant exceeding the MAC of hydrocarbon in the air above oil fields at places of fractures and faults on Borovka and Karachayev Mushtai rivers. The relief of pressure in upper producing layers under the hydrostatic one by extracting oil and gas in modern environmentally friendly ways might be an aid in solving the problem of pollution by hydrocarbon.

It is necessary to conduct integrated research of geological environment and to analyze content and concentration of hazardous substances in the air, soil and water in order to identify the causes and to develop recommendations to cope with the problems of the National Park «Buzulukskiy Bor».

Keywords: Buzulukskiy Bor, Orenburg region, the National Park, oil production, well, pollution by oil products, oil spill.

INTRODUCTION

For a very long time, the issue of assigning Buzuluk bor to national parks was resolved. This is a very honorable status for him, and for this, the forest has many ecological, historical, scientific, aesthetic properties.

By order of the Government of the Russian Federation dated December 29, 2007 No. 1952-R «Buzuluksky Bor», the status of the National Park was granted.

The total area of the national park is 106,788 hectares, including:

- in the Orenburg region – 55.5 thousand ha.
- in the Samara region – 51.288 thousand hectares

The national park was formed in order to preserve and restore unique and typical natural complexes, including the only forest in the steppe Zavolzhye.

The main objectives of the national park are:

– preservation of natural complexes, unique and standard natural areas and objects of flora and fauna;

- preservation of historical and cultural sites;
- environmental, historical and cultural education of the population;
- creating conditions for regulated tourism and recreation;

Development and implementation of scientific methods of nature conservation and environmental education;

- implementation of environmental monitoring;
- restoration of disturbed natural and historical-cultural complexes and objects.

The National Park «Buzuluk Bor» is located on the territory of two regions of Orenburg and Samara and on the territory of four districts of Buzuluk, Bogatovsky, Borsky, Kinel-Cherkassky. In accordance with the legislation, the lands of the national park are divided into functional zones (Fig. 1).

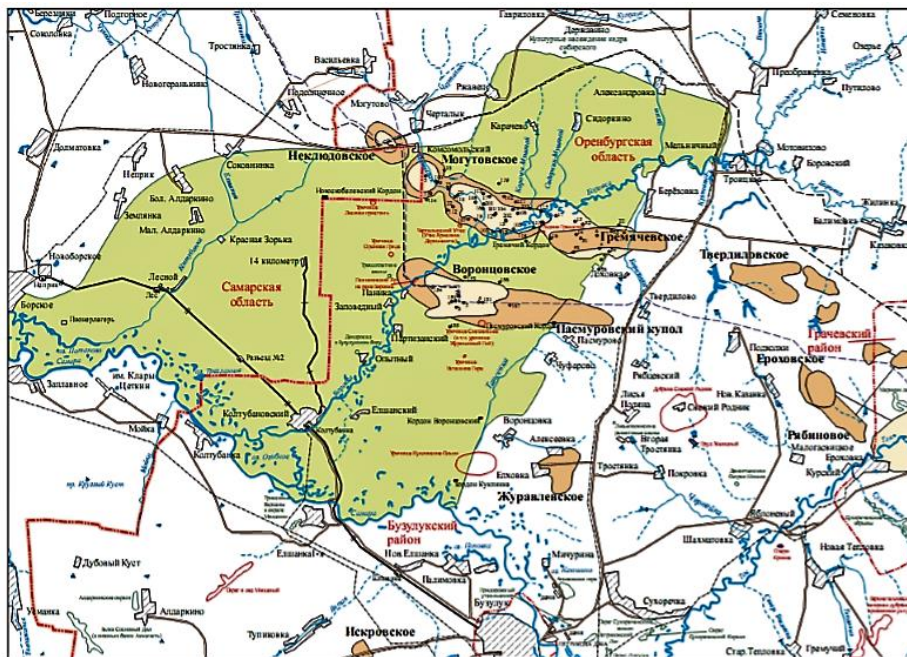


Fig. 1. Overview map-scheme of the forest of Buzuluksky forest [4].

The Buzuluksky Bor National Park, established in 2007, has territories with total oil reserves of up to 80 million tons. The coniferous forest of Buzuluksky forest itself covers about 80 thousand hectares in the territory of two constituent entities of Russia. Since 1953, geological exploration has been carried out on the territory of boron to search for oil and gas deposits. As a result, seven such deposits were discovered: Mogutovskoye, Vorontsovskoye, Gremyachevskoye – on the territory of the Orenburg region, Neklyudovskoye, Koltubanovskoye, Dolmatovskoye and Borskoye – on the territory of the Samara region.

STATEMENT OF BASIC MATERIAL

By physical and geographical location, the Buzuluk boron belongs to the southeastern part of the Russian Plain, occupying a vast area in the western part of the All-Srt-Pre-Ural elevated steppe province. Bor is entirely located in the steppe zone and is surrounded on all sides by steppe communities developing on ordinary chernozem. The territory of the boron itself is within the geographic coordinates of 53°19'–52°53' N. and 51°05'–52°51' E. The main forest monolith has the shape of a triangle, stretching along the latitude of 53 km, and along the longitude – 34 km. Taking into account the scatteredness of numerous pegs, which are part of the Forestry Administration, the total area of boron coverage is about 350 thousand hectares, while the total area of the forest fund is 111.118 thousand hectares.

On the territory of boron, molasse deposits are widespread, which include the red-colored sandstones, conglomerates and mudstones of the Tatar layer of the Permian system and the Blumenthal Formation of the Lower Triassic. These rocks make up the watershed and watershed slopes surrounding the natural basin occupied by the forest proper.

The main part of Buzuluk boron occupies the hypsometric level from 70 to 160 m above sea level. The highest elevations are of syrtovye oak forests in the Borovka – Kutuluk and Kutuluk – Bolshoi Kinel interfluves – up to 220–230 m. Borovki at the confluence of the river Samaru is 53 m, and the river Samara above s. Rich – 44 m above sea level. m

The hydrographic network of the Buzuluksky boron and its environs forms the Samara River with the Borovka tributary and the Kutuluk tributary of the Bolshoi Kinel river. Her floodplain is full of lakes, oxbows.

In accordance with the scheme of physical-geographical zoning, the Buzuluksky forest is located in the All-Sirtovo-Preduralsky elevated steppe province and is included in the Borovsk-Prisamarsky syrtovo-valley region, forming an independent Buzuluk-Borsky sand and terrace subdistrict.

There are three main types of terrain on the territory of the national park:

- syrtovo–wowy;
- flooded–terraces hilly–sandy pine forest;
- floodplain.

A rich original flora with a significant number of plant species rarely found in the steppe zone was formed in Buzuluk boron, which is possible only if the habitats of species

with the whole complex of environmental conditions are preserved. The regime of the reserve zone of the national park can play a big role in solving this problem [2].

When organizing a national park in 2007 from the forest land of Buzuluksky boron with an area of 111.1 thousand hectares, the land of the national park did not include land plots occupied by settlements, transport highways, industrial and military facilities, exploration wells.

Forest land plots not included in the land plots of the national park, on which oil and gas wells are located, are located on the territory of the Borovsky District Forestry Department of the Ministry of Forestry and Hunting Economy of the Orenburg Region. The impaired integrity of the geological sphere in the undeveloped oil and gas fields is a potential source of environmental and technological hazards. Canned wells are outside the area of subsoil use and, in practice, are not responsible for their condition. In the area of the mouths of a number of wells, oil and gas shows are noted, creating a real threat of environmental pollution.

A number of researchers, including those from the Geoecology Research and Development Center LLC, suggest that the cause of oil and gas occurrences and maximum permissible concentrations of hydrocarbons in the air and water is associated only with the leakage of wells, and their re-preservation or elimination will solve the existing environmental problem [5].

Under these conditions, the issue of organizing complex geo-environmental monitoring of the environment and the subsurface, conducting scheduled maintenance and liquidation work of wells [6], is becoming increasingly topical.

The current attempt to organize oil production in Buzuluksky boron is far from the first – after the collapse of the USSR, various oil companies unsuccessfully tried to get permission for this. A new round of talk about the arrival of the oil industry began in mid-2014. The first confirmation of this was the meeting of prosecutors of the Orenburg and Samara regions, law enforcement and regulatory agencies on issues of the functioning and protection of the national park «Buzuluksky Bor» in the context of a developing fuel and energy complex.

In 2018, oil production began in Buzuluksky Bor. The fields of Buzuluk boron are being prepared for commissioning by the company Novy Potok.

Oil Company Novy Potok LLC, a producing company of the Novy Potok group of companies, is preparing the Mogutovsky, part of the Vorontsovskoye and Gremyaskoye fields in the Orenburg Region, for commissioning. At present, design and survey work is underway, environmental monitoring is organized, contractors are determined to perform the relevant functionality. In particular, VolgoUralNIPigaz LLC, a subsidiary of Gazprom Dobycha Orenburg, develops design and survey documentation.

The company's primary task is to secure the territory in which the work will be carried out as much as possible. In accordance with the license obligations, a company that has obtained the right to extract oil is obliged to take over technical control all the wells existing in the license area that were drilled in the 1950s and 1970s. Their number is 68, but 11 of them will be found, because any documentation on them is missing [1].

By the beginning of 2019, 25 priority wells have been identified for which re-irrigation or re-preservation is planned. Under the elimination refers to the installation of a

cement bridge and concrete pedestals. Thus, all wells will be sealed to avoid any negative environmental impact.

The oil company Novy Potok has already re-preserved and reclaimed seven wells from the Vorontsovskoye, Gremyachevskoye and Mogutovskoye fields. Works are carried out within the framework of the agreement on oil production in the national park «Buzuluksky Bor». In the near future, well #15 of the Mogutovskoye field will be reclaimed. It is located on the banks of the Borovka River.

In Buzuluksky boron, for the resumption of oil production at wells No.115, the oil workers of Novy Stream have already cut down several hectares of elite and valuable forest and the young spruces were piled up for removal from the boron. New wells will be drilled in the second quarter of 2019. Then they will equip them there.

A number of technical and technological solutions have been adopted within the framework of the program for the construction of wells and field facilities based on modern international practices, which will improve the environmental safety of work, eliminating the main risks in oil production.

Pipelines with thickened walls of high-alloyed and corrosion-resistant steels will be laid on the territory of Buzuluk boron. The company will use automatic well control systems. This technology will allow in the event of an emergency situation to quickly close the locking device on the wellhead fittings of wells and precast pipelines [3].

FINDINGS

In 2015, the company «New Stream» received the right to use subsoil for 20 years. Productive areas are located on the territory of Buzuluk boron, but are not part of the national park. The pipeline will be brought outside of boron. The maximum production level is planned in the amount of up to 4.8 million tons. The first exploration well started operating at the Gremyachevsky field at the end of September 2018, which is 50 tons per day, the first carriage has already been sent to the Antipinsky Oil Refinery (Tyumen Region). The first significant batches of petroleum products at the Antipinsky Oil Refinery are expected in 2020. It is assumed that production in the field in five years will be about four million tons.

The main threats to the extraction of oil in Buzuluksky forest can be attributed to the following:

1. The deterioration of groundwater. Before the development of oil fields in the boron there were many lakes, springs and even swamps. Now there are no marshes, there are few springs, and many lakes have dried up. It is especially a pity the lake Lebyazhye, it was a favorite place of wild birds, swans, now it is not there, and in its place is a wasteland. It is believed that the cause of the deterioration of the state of groundwater in oil production in the 50–70s of the last century.

2. Any production is the risk of an oil spill, the risk of an emergency similar to that in 1969, when the tower burned down and an oil spill occurred. There are also risks of losses during the transportation of oil, all this is a threat to the environment. Note that in the field of oil production, despite the large time period, coniferous culture does not grow.

3. The possibility of fires. A fire on a windy day is a threat to the forest.

I would not like the topic of oil production in Buzuluksky forest to become only a means of increasing the political rating of any forces. The questions are really serious and require objective and comprehensive discussion.

References

1. Independent information and analytical website of the Orenburg region. URL: <https://www.ural56.ru>
2. The official site of the national park «Buzuluksky Bor». URL: <http://www.buzulukskiybor.ru>
3. Portal of the Regional Information Agency «Orenburg». URL: <http://ria56.ru>
4. Nesterenko M.Y., Nesterenko Y.M. Geoeological problems in oil and gas fields of Buzuluksky bor. Orenburg, 2015, pp. 3–10.
5. Pampushka A.M. and others. Conducting environmental studies to assess the status of exploration wells in the territory of Buzuluksky boron (within the Orenburg region). Report of the SOI and Geoecology Exhibition Center. Orenburg, 2014.
6. Gatskov V.G., Kozlov N.F. On end-to-end geoeological monitoring of specially protected natural territories (using the example of Buzuluksky boron). Geology, development and arrangement of oil and gas fields in the Orenburg region. Orenburg: OAO IPK South Ural, 2007.

РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ: НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «БУЗУЛУКСКИЙ БОР», ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛАСТЬ

Тюрин А. Н.

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», г. Оренбург,
Российская Федерация
E-mail: turin55@rambler.ru*

Рассматриваются проблемы, связанные с возобновлением добычи нефти на особо охраняемой природной территории национального парка «Бузулукский бор» в Оренбургской области. В связи с серьезной аварией, произошедшей в 1971 году на одной из нефтедобывающих скважин, которая привела к разливу нефти и пожарам, правительством страны принято решение о прекращении деятельности государственных нефтяных компаний, ликвидации и консервации всех 164 нефтяных скважин в Бузулукском бору. Однако в конце 2018 года добыча нефти в Бузулукском бору была возобновлена.

Бузулукский бор – самый крупный в степной зоне островной лесной массив площадью более 111 тыс. га, расположенный на границе Оренбургской и Самарской областей. Его сосновые древостой занимают 86,6 тыс. га, а на остальной части преобладают широколиственные древесные породы. В целях сохранения уникального лесного массива создан Национальный парк «Бузулукский бор», в котором выделены заповедная, особоохраняемая, рекреационная и другие зоны. С 1953 по 1970 гг. в Бузулукском бору проводились геологоразведочные работы на нефть и газ, в результате которых в его недрах было открыто семь многопластовых месторождений, в том числе крупные Могутовское, Гремячевское и Воронцовское. За время работ на территории Бузулукского бора пробурены 62 поисково-разведочные и 102 структурные скважины. Нефтегазоносные пласты находятся в

границах Боровского лесничества и распространяются под территорией Национального парка «Бузулукский бор». В 1973 г. эксплуатация разведанных месторождений остановлена, и большинство скважин ликвидировано или законсервировано. Сложившаяся в бору неблагоприятная экологическая обстановка наряду с другими факторами в значительной степени обусловлена наличием в его недрах невыработанных неглубоких месторождений нефти и газа. Ряд исследователей, в том числе из ООО «КНИВЦ «Геоэкология», предполагают, что причиной нефтегазопроявлений и превышений ПДК по содержанию углеводородов в воздухе и воде связано только с нарушением герметичности скважин, а их переконсервация или ликвидация позволит решить сложившуюся экологическую проблему.

Таким образом, уровень содержания нефтепродуктов в природной среде Бузулукского бора мало зависит от нефтегазопроявлений скважин. Поэтому выполнение работ по ликвидации и консервации скважин лишь частично решит проблему его загрязнения нефтепродуктами. Вероятно, загрязнение атмосферного воздуха, почвы и воды в Бузулукском бору связано с естественной эманацией углеводородов через горные породы, перекрывающие месторождения. Такое явление возможно на неглубоко залегающих месторождениях углеводородов с пластовым давлением, превышающем нормальное гидростатическое при наличии тектонических нарушений и пористости покрышек. Этим объясняется многократное превышение ПДК по содержанию УВ, находящихся над месторождениями в зонах разломов и тектонических нарушений рек Боровка и Карачаев Муштай. Решение экологической проблемы Бузулукского бора, связанной с его загрязнениями углеводородами, возможно путем снижения давления в верхних продуктивных пластах ниже гидростатического посредством добычи нефти и газа современными экологически чистыми методами.

Для выявления причин и разработки рекомендаций по решению проблем национального парка «Бузулукский бор» необходимо комплексное исследование геологической среды, анализа содержания вредных веществ в почве, воде и воздухе.

Ключевые слова: Бузулукский бор, Оренбургская область, национальный парк, добыча нефти, скважина, загрязнение нефтепродуктами, нефтепроявления.

Список литературы

1. Independent information and analytical website of the Orenburg region. URL: <https://www.ural56.ru>
2. The official site of the national park «Buzuluksky Bor». URL: <http://www.buzulukskiybor.ru>
3. Portal of the Regional Information Agency «Orenburg». URL: <http://ria56.ru>
4. Nesterenko M.Y., Nesterenko Y.M. Geoeological problems in oil and gas fields of Buzuluksky bor. Orenburg, 2015. pp. 3–10.
5. Pampushka A.M. and others. Conducting environmental studies to assess the status of exploration wells in the territory of Buzuluksky boron (within the Orenburg region). Report of the SOI and Geoecology Exhibition Center. Orenburg, 2014.
6. Gatskov V.G., Kozlov N.F. On end-to-end geoeological monitoring of specially protected natural territories (using the example of Buzuluksky boron). Geology, development and arrangement of oil and gas fields in the Orenburg region. Orenburg: OAO IPK South Ural, 2007.

Поступила в редакцию 02.04.2019

УДК 379.85

ТУРИСТКО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ТИПОЛОГИЯ РЕГИОНОВ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Шабалина С. А.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Российская Федерация

E-mail: sshabalina74@gmail.com

Предложена многофакторная туристско-рекреационная типология субъектов, входящих в Приволжский федеральный округ, имеющая структурно-функциональный характер. Она раскрывает типологические черты, а также общие признаки территориальной организации туристско-рекреационной деятельности. Для характеристики регионов и их сравнения выбраны следующие показатели: размер территории и численность населения; общий уровень социально-экономического развития; уровень и характер развития социо-культурных учреждений; особенности туристского спроса; особенности туристского предложения; туристская специализация. Выделено три основных туристских типов регионов.

Ключевые слова: типология, туризм, география туризма, рекреационная география, геоэкономика туризма.

ВВЕДЕНИЕ

Приволжский федеральный округ (ПФО) располагается на востоке европейской части России в бассейне реки Волги и включает 14 субъектов федерации, в том числе: 6 республик (Башкортостан, Марий-Эл, Мордовия, Татарстан, Удмуртия, Чувашия), 8 областей (Кировская, Нижегородская, Оренбургская, Пензенская, Пермская, Самарская, Саратовская, Ульяновская).

Территория ПФО составляет 6.06% от территории РФ. Здесь проживает многонациональное население – 20.03% от общего числа граждан России (население округа в 2019 году составило 29 397 227 человек) [1]. Приволжский федеральный округ является развитой в промышленном отношении территорией, имеет хорошие транспортные связи: широкую сеть железных и автодорог, авиационное сообщение, судоходство по Волге, Оке, Каме.

Большая часть Приволжского федерального округа, согласно районированию, принятому в российской науке [2], входит в состав Поволжской туристской зоны. Исключение составляют республика Башкортостан, Пермская и Оренбургская области, которые относятся к Уральской туристской зоне, а также республика Мордовия и Пензенская область, входящие в Южно-Русскую туристскую зону. В свою очередь, входящие в состав Поволжской зоны республика Калмыкия, Астраханская и Волгоградская области входят в состав Южного федерального округа, а Ивановская и Костромская области – в состав Центрального федерального округа (рис.1).

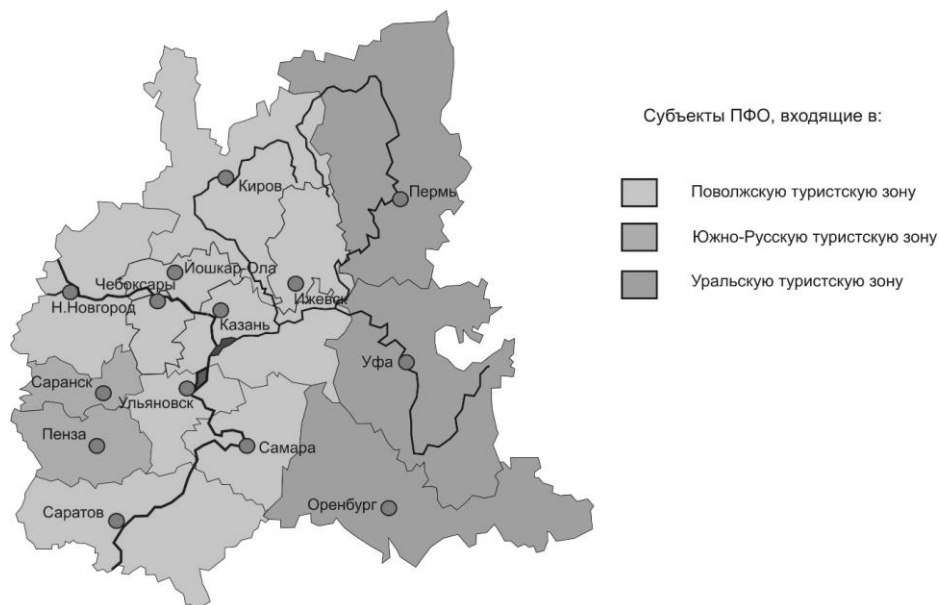


Рис. 1. ПФО и туристские зоны федерального значения.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Последние десятилетия в отечественной рекреационной географии обсуждается вопрос о типологии рекреационных (туристских) систем (комплексов). Советские географы-рекреологи, придавая типологии особое значение, даже включали ее в число общих свойств рекреационной системы наряду с целостностью, эффективностью выполнения функций, иерархичностью и динамичностью [3]. В зависимости от выбранного принципа эти типологии могут быть сгруппированы следующим образом: по функциям рекреационной деятельности, по соотношению в организации отдыха неизменной природы и технических систем, по пространственной ориентации территориальных рекреационных систем.

Приволжский федеральный округ является густонаселенной частью России с высокими рекреационными потребностями местного населения, сочетающимися с достаточными и разнообразными рекреационными ресурсами для их удовлетворения. Природные ресурсы округа характеризуются благоприятными ландшафтными и климатическими условиями, наличием минеральных вод и лечебных грязей. Рельеф отличается относительным разнообразием: от равнинного в западных областях до предгорного в республике Башкортостан [3].

Особое значение среди туристско-рекреационных ресурсов Приволжского федерального округа занимают культурно-исторические ресурсы, определяющие особенности рекреационного потенциала территории – музеи, театры, архитектурные и исторические памятники, археологические и культовые сооружения [4].

Музеи и театры играют важную роль в развитии культурно-познавательного направления в туризме. Они дополняют памятники истории и культуры, имеющиеся в регионе, а также являются самостоятельными элементами туристической инфраструктуры в приеме и обслуживании туристов.

Всего в регионах Приволжского федерального округа 469 музеев. Наибольшее количество музеев располагается в республике Башкортостан – 82, а наименьшее – в Чувашской республике и Оренбургской области – 13. Число музеев в расчете на 1 миллион человек населения в целом по Приволжскому федеральному округу примерно соответствует среднероссийскому значению (15,06 и 15,36 соответственно). Однако внутри ПФО имеются существенные региональные различия по данному показателю. Его уровень колеблется от 5,97 в Оренбургской области до 35,72 в республике Марий Эл. Наиболее развитые территории ПФО – Самарская и Нижегородская области и республика Татарстан в социально-экономическом отношении имеют невысокое значение данного показателя, притом, что максимальный балл имеют республики Мордовия, Марий Эл и Удмуртия, отстающие в социально-экономическом развитии.

Самодостаточным видом культурно-рекреационных объектов являются театры. Всего в Приволжском федеральном округе 114 профессиональных театров. Наибольшее их число (13) находится в республике Башкортостан и Саратовской области, а наименьшее (3) – в Кировской области. Количество театров в расчете на 1 млн. человек населения в ПФО (3,7), что несколько ниже среднероссийского уровня (3,9). В пределах округа выделяются республики Марий Эл, Мордовия, Удмуртия, Чувашия, и Башкортостан, а также Саратовская область, где значение данного показателя имеет очень высокий и высокий уровень. Очень низкое количество театров в расчете на 1 миллион человек населения имеет Кировская область.

Важным видом туристско-рекреационных ресурсов являются спортивные сооружения. К основным видам спортивных сооружений, учет которых проводится официальной статистикой России, относятся стадионы, дворцы спорта, плоскостные сооружения, спортзалы, плавательные бассейны и лыжные базы.

Спортивные сооружения, по которым проводилась оценка, имеют принципиально различный вес в формировании спортивно-рекреационного потенциала территорий и количество, отличающееся на несколько порядков (например, дворцы спорта и спортивные залы). Поэтому сводный балл по всем сооружениям определяется как среднее арифметическое между всеми баллами по отдельным видам сооружений, округленное до целого числа.

Из полученных данных видно, что большинство субъектов ПФО имеют средний уровень обеспеченности спортивными сооружениями. Низкий уровень имеет только Самарская область, а наиболее обеспеченной спортивными сооружениями является Пензенская область. Полученная карта показывает, что средний уровень обеспеченности спортивными сооружениями характерен для центра ПФО, субъекты же с более высокими и низкими значениями располагаются на востоке и юге территории.

Рекреационно-туристская индустрия региона включает совокупность гостиниц и аналогичные средств, общежития для приезжих, а также специальные средства размещения, включающие санатории и пансионаты с лечением, санатории-профилактории, дома и базы отдыха, туристские базы и кемпинги.

Гостиницы являются основным видом коллективных средств размещения туристов и в основном концентрируются в административных центрах регионов крупных городов. Всего в Приволжском федеральном округе 776 гостиниц, наибольшее их количество находится в республике Башкортостан (124), а наименьшее – в республике Марий Эл (16). Относительный показатель количества гостиниц на миллион человек населения (25) в целом ПФО несколько ниже среднероссийского (27). Внутри округа он имеет существенные различия от очень низкого (50% от среднероссийского) в Удмуртии до очень высокого (166%) в Кировской области. Территориальное распределение данного показателя по регионам ПФО, не позволяет выделить строгую пространственную закономерность. Можно выделить лишь 6 областей и всех республик, располагающихся в центральной части ПФО и имеющих средний уровень обеспеченности гостиницами.

На территории ПФО располагается 424 базы отдыха, что, учитывая население округа, превосходит среднероссийский уровень обеспеченности. Внутри округа обнаруживаются существенные различия в количестве баз, в расчете на 1 миллион человек населения. Субъекты с очень высоким уровнем обеспеченности базами отдыха располагаются в центральной и южной части ПФО и являются регионами, по территории которых протекает Волга, являющаяся также ценнейшим природным рекреационным ресурсом. Это Саратовская, Самарская, Ульяновская области и республика Татарстан.

Важными объектами являются санатории, дома и пансионаты и другие рекреационно-оздоровительные учреждения.

На территории Приволжского федерального округа находится 283 санатория и других учреждений. Наибольшее их число располагается в республике Башкортостан (46), а наименьшее – в Мордовии (9). Наиболее обеспеченной данным видом рекреационных объектов в расчете на 1 млн. человек населения является республика Марий Эл – регион с развитой индустрией санаторно-курортного отдыха, единственный в ПФО имеющий очень высокий уровень обеспеченности данным видом учреждений.

Самой низкообеспеченной санаториями территорией в ПФО является республика Татарстан. Это доказывает, что развитие санаторно-курортной отрасли не зависит напрямую от уровня социально-экономического развития региона, а является производной ряда других факторов.

Еще одним важным показателем, характеризующим уровень развития рекреационной индустрии в регионе и позволяющим определить его рекреационный профиль, является число работников в сфере рекреации, туризма и связанных с ними отраслях.

Доля работников, занятых в сфере туризма в ПФО значительно ниже среднероссийской (191 и 384 чел. на 1 млн. чел. населения соответственно). Высокое значение данного показателя является преимуществом столичных

регионов и территорий. Причем в территориальном распределении данного показателя наблюдается следующая закономерность: доля работников возрастает с северо-востока на юго-запад (к Саратовской и Нижегородской областям, имеющим средний уровень).

Доля работников в сфере отдыха и оздоровления имеет более высокий уровень на территории ПФО, приближающийся к среднероссийскому (951 и 982 чел. на 1 млн. чел. населения соответственно). При этом от очень низкого (менее 55% от среднероссийского) в Пензенской области и Мордовии до очень высокого (145% и более от среднероссийского) в Ульяновской, Самарской и Саратовской областях. Очевидно, что обе группы регионов с крайними значениями показателей располагаются компактно, что позволяет предположить наличие некоторой пространственной закономерности. Факторы, которые могут влиять на территориальное распределение данного показателя – это природно-рекреационный потенциал региона и уровень его социально-экономического развития.

Доля занятых в сфере культуры и искусства имеет в целом по ПФО и в каждом из его регионов достаточно большое значение (101% от среднероссийского) и не опускается ни в одном из субъектов ниже среднего уровня. Причем центральные регионы округа имеют наибольшие значения – Ульяновская область – очень высокое, а республики Татарстан и Удмуртия – высокое.

ВЫВОДЫ

Зонирование Приволжского федерального округа по типам рекреационной специализации – достаточно сложная задача, в идеале требующая изучения природных рекреационных ресурсов и тщательного анализа множества показателей не только в разрезе регионов, но и с выделением рекреационных зон на субрегиональном уровне.

С учетом расчетов по имеющимся данным, целесообразно провести зонирование на основе балльных оценок. Регионы округа не обладают достаточным количеством ресурсов, необходимых для активного и «экстремального» отдыха, и, как следствие, данные направления рекреационной деятельности здесь недостаточно развиты. Таким образом, для ПФО выделяется второй – спортивно-оздоровительный тип рекреационной специализации, характеризующийся преобладанием посещения региона с целью лечения, оздоровления и занятий спортом. Уровень развития спортивно-оздоровительного направления рекреации в регионе соотнесем также с тремя показателями – уровнями его обеспеченности санаториями, спортивными сооружениями и долей работников в сфере отдыха и оздоровления.

Также для Приволжского федерального округа целесообразно выделить общетуристический тип рекреационной специализации, характерного для регионов, не обладающих большим культурно-историческим и санаторно-курортным потенциалом, но, тем не менее, принимающих значительное количество туристов. Преобладающими мотивами приезжающих туристов в данном случае будут развлекательные и профессионально-деловые. Для данного типа специализации

будем учитывать следующие показатели – обеспеченность регионов гостиницами, базами отдыха и доля работников в сфере туризма.

Для культурно-познавательного типа рекреационной специализации вычислим единый показатель уровня развития по каждому из субъектов ПФО, как среднее арифметическое между балльными оценками обеспеченности региона театрами, музеями и доли работников культуры. Для двух других типов специализации произведем аналогичные расчеты. Сравним полученные баллы по каждому из типов рекреационной специализации. Тип, характеризующийся наибольшим значением, будет являться преобладающим на территории данного региона.

На основании произведенного сравнения к общетуристическому типу рекреационной специализации были отнесены Республика Татарстан и Кировская область, к спортивно-оздоровительному – Нижегородская, Оренбургская, Самарская и Ульяновская области, к культурно-познавательному – республики Мордовия, Удмуртия, Чувашия, Пензенская и Пермская области. Республика Марий Эл в результате расчетов получила максимальный балл по культурно-познавательному типу специализации, однако в данном случае, на наш взгляд, необходима содержательная корректировка. Республику следует отнести к спортивно-оздоровительному типу специализации, поскольку с одной стороны она является регионом с развитой санаторно-курортной отраслью, с другой же объективно не является территорией с богатым историческим прошлым и большим количеством достопримечательностей. Высокие же относительные показатели по учреждениям культуры обусловлены здесь небольшим населением и высокой концентрацией этих учреждений в единственном крупном городе – Йошкар-Оле.

Республика Башкортостан и Саратовская область получили равные баллы по двум типам специализации. Предпочтение в обоих случаях должно быть отдано общетуристическому типу. В случае с Башкортостаном спортивно-оздоровительный тип не может быть профилирующим, поскольку территория республики подвергнута сильному негативному воздействию добывающей промышленности и не включает благоприятных для развития санаторно-курортного дела природных ресурсов – обширных лесных массивов или полноводных рек. Саратовская область не представляет собой территории с богатым историческим и культурным наследием, находящиеся на ее территории города – достаточно молодые и имеют сугубо промышленную ориентацию, поэтому культурно-познавательный тип рекреационной специализации для нее маловероятен.

По результатам проведенных оценок построим карту зонирования территории ПФО по типу рекреационной специализации (Рис. 2). Карта показывает, что на территории округа наблюдается закономерность в распределении различных типов специализации по регионам – они как бы чередуются при продвижении с северо-востока на юго-запад. Все регионы ПФО, кроме Саратовской области, образуют вместе с одним или двумя соседними регионами своеобразные зоны распространения того или иного типа рекреационной специализации. Всего выделяется 5 таких зон: две для культурно-познавательного типа (Удмуртия – Пермская область и Пензенская область – Мордовия – Чувашия), две для спортивно-оздоровительного (Марий Эл – Нижегородская область и Оренбургская –

ТУРИСТКО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ТИПОЛОГИЯ РЕГИОНОВ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Самарская – Ульяновская области) и одна для общетуристического (Башкортостан – Татарстан – Кировская область).

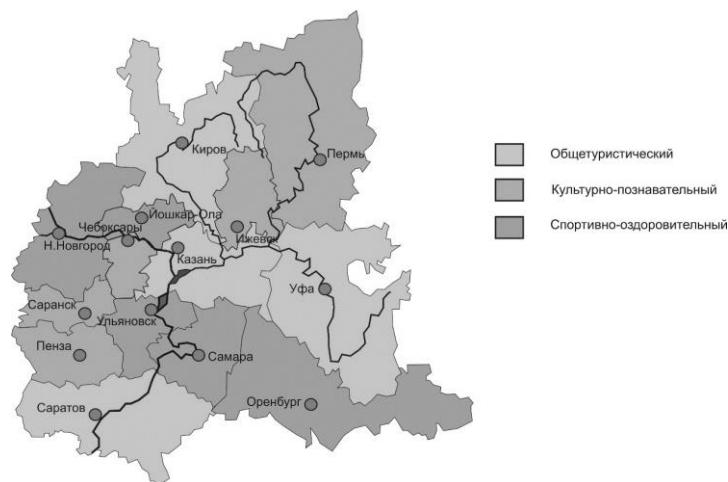


Рис. 2. Тип рекреационной специализации регионов ПФО.

В соответствии с полученными результатами можно провести дифференциацию регионов, входящих в Приволжский федеральный округ, исходя из уровня развития в них рекреационно-туристского хозяйства. Для этого необходимо составить агрегированный балльный показатель, характеризующий уровень развития в регионах ПФО индустрии отдыха и туризма, который учитывал бы различные аспекты развития рекреационного хозяйства.

На основании поведенных расчетов составим карту, отражающую дифференциацию регионов Приволжского федерального округа по уровню развития в них индустрии рекреации и туризма (рис.2), анализируя которую можно выявить закономерности в распределении данного показателя по регионам ПФО.

Во-первых, в данном случае наблюдается прямая зависимость балльных оценок от социально-экономического развития регионов. Помимо Республики Татарстан, к числу регионов с высоким уровнем развития рекреационного хозяйства относятся еще четыре наиболее развитых региона округа – Башкортостан, Самарская, Нижегородская и Кировская области. Мордовия, Пензенская и Оренбургская области, имеющие низкий уровень, относятся к недостаточно развитым территориям.

Такую зависимость можно объяснить спецификой организации рекреационно-туристской индустрии в Поволжье. Данный регион России не обладает уникальными объектами туристского значения и не является специализированным на рекреации в масштабе страны. Поэтому рекреационная отрасль опирается здесь преимущественно на материально-техническую базу, которая, в свою очередь напрямую зависит от общего социально-экономического положения в регионе.

Во-вторых, для территории характерна зависимость развитости рекреационного хозяйства от наличия (отсутствия) ряда природных объектов, имеющих рекреационное значение. Три региона со слабо развитым хозяйством (Мордовия, Пензенская и Оренбургская области) не имеют на своей территории крупных рек, которые могут активно использоваться в индустрии отдыха.

В-третьих, регионы с одинаковым развитием рекреационной индустрии размещаются по территории ПФО не хаотично, а с заметным «тяготением» друг к другу, образуя зоны различного уровня развития туристского хозяйства. Исключение составляет лишь Оренбургская область, не имеющая среди субъектов округа соседей с низким уровнем развития рекреации и туризма.

Учитывая зонирование территории по туристско-рекреационной специализации субъектов ПФО, получим комплексное рекреационное зонирование территории округа. Зонирование в данном случае проводится с учетом следующих принципов:

- регионы должны иметь не более двух «соседних» балльных оценок развития рекреационного хозяйства (например, среднее и высокое), а в идеале иметь одинаковый уровень;

- если это возможно, регионы, входящие в зону, должны иметь профилирующую рекреационную специализацию;

- также по возможности регионы должны объединяться в компактные, «неразорванные» территории.

В результате 14 субъектов Приволжского федерального округа разбиваются на 3 туристско-рекреационные зоны. Первая из них – это наиболее развитая Центральная зона, включающая республики Татарстан, Башкортостан, Марий Эл, Чувашию, Нижегородскую, Кировскую и Самарскую области. На данной территории преобладает высокий уровень развития рекреационно-туристской индустрии, а основными типами рекреационной специализации регионов являются общетуристический и спортивно-оздоровительный. Территория обладает относительно большими природными и культурно-историческими ресурсами, отличается разнообразием ландшафтов, включает 4 из пяти городов-миллионеров округа. В перспективе на территории Центральной зоны возможно формирование Средневолжской территориально-рекреационной системы вокруг центрального и наиболее развитого региона – Республики Татарстан.

Вторая зона – это Южная, характеризующаяся средним и низким уровнем развития рекреационного хозяйства. Она включает 5 регионов – Мордовию и 4 области – Пензенскую, Ульяновскую, Саратовскую и Оренбургскую. На данной территории мало крупных городов (нет ни одного города-миллионера) и объектов культурно-исторического наследия, она характеризуется относительно однородным и не очень высоким природно-рекреационным потенциалом, три региона не имеют на своей территории крупных рек. Входящие в нее регионы характеризуются средним и низким социально-экономическим развитием. Для Южной зоны не выделяется какого-либо преобладающего типа рекреационной специализации. Таким образом, данная территория является малоперспективной для развития на ней рекреационно-туристской сферы хозяйства.

ТУРИСТКО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ТИПОЛОГИЯ РЕГИОНОВ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Последняя зона – это Северо-восточная, представляющая собой наиболее однородную и компактную территорию. Она включает всего два изученных нами субъекта – Пермскую область (вместе с Коми-Пермяцким автономным округом) и Удмуртскую республику. Зона характеризуется средним уровнем развития рекреационно-туристской индустрии и культурно-познавательным типом специализации. На ее территории располагается один город-миллионер – Пермь. Природно-климатические условия данной территории отличаются меньшей благоприятностью, по сравнению с Центральной зоной. Для этой территории перспективным является развитие отдельных видов рекреационной сферы, прежде всего, культурно-познавательной направленности.

Список литературы

1. Официальный сайт полномочного представителя Президента Российской Федерации в Приволжском федеральном округе. URL: <http://pfo.gov.ru/> (дата обращения 01.03.2019).
2. Зиновьева А.А., Михеева Е.Е., Шабалина Н.В. Инфраструктурные проекты как инструмент сглаживания пространственной поляризации в регионе. Казань: ИД «МедДоК», 2018. 136 с.
3. Кружалин В.И., Мироненко Н.С., Зигерн-Корн Н.В., Шабалина Н.В. География туризма. М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. 336 с.
4. Шабалина С.А., Трофимов А.М. Пространственная организация рекреационной системы: теоретико-методологические подходы // Проблемы региональной экологии. 2009. № 2. С.78–82.
5. Сидоров В.П., Рубцов В.А., Шабалина С.А., Булатова Г.Н. Рекреационное районирование Республики Татарстан // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. Вып.4. 2014. С. 99–106.
6. Шабалина С.А., Рубцов В.А., Байбаков Э.И. Территориальные аспекты развития туризма в Республике Татарстан. Казань: Отечество, 2014. 160 с.
7. Shabalina S.A., Fakhrutdinova L.R., Mustafin M.R., Shakirova A.R Factors that affect the quality of life in Tatarstan // Procedia Economics and Finance. 2015. T. 24. № 2015. P. 613.
8. Gabdrakhmanov N.K., Rubtsov V.A., Shabalina S.A., Rozhko M.V., Kucheryavenko D.Z The role of territorial organization of cities in the touristic attraction of the region on the example of the republic of Tatarsatn. Life Science Journal. 2014. T. 11. № 11. C. 451.

TOURIST AND RECREATIONAL TYPOLOGY OF REGIONS OF THE VOLGA FEDERAL DISTRICT

Shabalina S. A.

*Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation
E-mail: sshabalina74@gmail.com*

Proposed multifactor tourism and recreation typology of the subjects included in the Volga Federal District, which has structural and functional in nature. It reveals the typological features, as well as the common features of the territorial organization of tourist and recreational activities. For the characteristics of the regions and their comparison is selected the following parameters: the size of territory and population; general level of socio-economic development; the level and nature of socio-cultural institutions; features of tourist demand; features of the tourist offer; tourist specialization.

There are three main tourist types of regions. The central zone includes the republics of Tatarstan, Bashkortostan, Mari El, Chuvashia, Nizhny Novgorod, Kirov and Samara regions with a high level of development of the recreational and tourist industry, where the main types of recreational specialization are general tourist and sports. The second type is represented by regions in the Southern zone with the Republic of Mordovia and 4 regions – Penza, Ulyanovsk, Saratov and Orenburg, where there are few large cities and cultural and historical heritage sites, it is characterized by relatively uniform and not very high natural and recreational potential. The third type is formed by two subjects – the Perm Territory and the Republic of Udmurtia. The zone is characterized by a medium level of development of recreation and tourism industry and cultural-cognitive type of specialization. Natural and climatic conditions of the area are less favorable than in Central area. This area is promising the development of certain types of recreation areas, primarily cultural and cognitive orientation.

Keywords: typology, tourism, geography of tourism, recreational geography, geoeconomics of tourism

References

1. Oficial'nyj sajt polnomochnogo predstavitelja Prezidenta Rossijskoj Federacii v Privolzhskom federal'nom okruge (Official website of the plenipotentiary of the President of the Russian Federation in the Volga Federal District). URL: <http://pfo.gov.ru/> (accessed 01.03.2019) (In Russian).
2. Zinov'eva A.A., Miheeva E.E., Shabalina N.V. Infrastrukturnye proekty kak instrument sglazhivaniya prostranstvennoj poljarizacii v regione (Infrastructure projects as a tool for smoothing spatial polarization in the region). Kazan': ID "MeDDoK", 2018, 136 p. (In Russian).
3. Kruzhalin V.I., Mironenko N.S., Zigern-Korn N.V., Shabalina N.V. Geografija turizma (Tourism geography). M.: Federal'noe agentstvo po turizmu, 2014, 336 p. (In Russian).
4. Shabalina S.A., Trofimov A.M. Prostranstvennaja organizacija rekreacionnoj sistemy: teoretiko-metodologicheskie podhody (The spatial organization of the recreational system: theoretical and methodological approaches). Problemy regional'noj jekologii, 2009, no 2, pp.78–82. (In Russian).
5. Sidorov V.P., Rubcov V.A., Shabalina S.A., Bulatova G.N. Rekreacionnoe rajonirovanie Respubliki Tatarstan (Recreational zoning of the Republic of Tatarstan). Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ser. Biologija. Nauki o Zemle. Vol.4, 2014, pp. 99–106. (In Russian).
6. Shabalina S.A., Rubcov V.A., Bajbakov Je.I. Territorial'nye aspekty razvitiya turizma v Respublike Tatarstan (Territorial aspects of tourism development in the Republic of Tatarstan). Kazan': Otechestvo, 2014, 160 p. (In Russian).
7. Shabalina S.A., Fakhrutdinova L.R., Mustafin M.R., Shakirova A.R. Factors that affect the quality of life in Tatarstan. Procedia Economics and Finance, 2015, Vol. 24, pp. 613. (In English).
8. Gabdrakhmanov N.K., Rubtsov V.A., Shabalina S.A., Rozhko M.V., Kucheryavenko D.Z. The role of territorial organization of cities in the touristic attraction of the region on the example of the republic of Tatarsatn. Life Science Journal, 2014, Vol. 11, no 11, pp. 451. (In English).

Поступила в редакцию 25.04.2019

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 631.41

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ ВОДНО-АККУМУЛЯТИВНЫХ РАВНИН ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВОЛГИ)

*Валов М. В., Бармин А. Н., Колотухин А. Ю., Ерошкина О. С., Пробст Е. Н.,
Ларин А. В.*

*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская
Федерация*

E-mail: m.v.valov@mail.ru

Рассмотрены некоторые ведущие факторы ландшафтной трансформации, влияющие на миграцию легкорастворимых солей в почвах водно-аккумулятивных равнин Прикаспия. По результатам ландшафтно-экологического мониторинга на стационарном профиле в дельте реки Волги с 1979 по 2015 годы проведён геохимический анализ динамики содержания ионов водорастворимых солей в почвах урочищ низкого, среднего и высокого уровней дельтового ландшафта в слое почвы 0–15 см. Анализируется динамика общей суммы легкорастворимых солей, токсичности и отношения $\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-}$ в водной вытяжке; содержание катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) и анионов (Cl^- , SO_4^{2-}) в почвах дельты реки Волги в зависимости от изменения природных и антропогенных условий.

Ключевые слова: засоление почв, водорастворимые соли, токсичность почвенного раствора, гидрологический режим, дельта реки Волги.

ВВЕДЕНИЕ

Прикаспийская низменность представляет собой уникальный природный район, расположенный на юго-восточной окраине Восточно-Европейской равнины. Плоская поверхность Прикаспийской низменности находится ниже уровня Мирового океана и резко отделяется от окружающих её приподнятых территорий. Важную роль в водном балансе Прикаспия играет весенне-летний сток рек, протекающих на данной территории, который обуславливает формирование здесь интразональных пойменно-лиманских ландшафтов, смягчающих общую засушливость территории [1].

В связи с высокой степенью аридности и гипсометрическим однообразием Прикаспийской равнины важным фактором, влияющим на степень увлажнения территории, является строение рельефа: разнообразные неровности способствуют перераспределению влаги по поверхности, более быстрому стеканию с повышений и некоторому застаиванию в понижениях. Данные различия в увлажнении создают разные условия для перераспределения солей в почвах, а различия в засолённости

почв влияют на дифференциацию растительного покрова и степень опустыненности на разных элементах рельефа [2].

Развитие комплексности почвенного покрова на суглинистых равнинах Прикаспия отражает не только обусловленную климатом динамику перераспределения в почвах солей, но и незавершенность процесса почвообразования, связанную с относительной молодостью территории.

Особенно активно на территории Прикаспийской низменности процессы почвообразования происходят в устьевых природных системах крупных рек. Ведущими факторами, влияющими на динамику почвенных процессов и геохимический состав почвенного покрова равнинных дельтовых областей Прикаспия, являются колебания уровня Каспийского моря, объёмы водного стока рек, в особенности в весенне-летний период, изменения климатических характеристик и антропогенная деятельность [3].

Крупнейшей водно-аккумулятивной равниной Прикаспия является дельта реки Волги, ландшафт которой является интразональным, однако зональные факторы сказываются на характере распределения солей в профиле почв, наличии солончаковых и солончаковатых их разновидностей, распространении засоленных лугов и пятен голых солончаков [1].

В связи с особенностями климата, а именно с преобладанием в низовьях Волги испарения над среднегодовым количеством осадков, почвенный покров подвергается воздействию, с одной стороны, интенсивного капиллярного подтягивания к поверхности солей летом, а с другой – вымыванию их в период весеннего разлива речных вод. Во время половодий в дельте реки Волги ежегодно происходят разнонаправленные процессы миграции легкорастворимых солей в почвах, в зависимости от высотного положения конкретного участка. На низких, долгопоемных участках после половодий происходит рассоление почв, в то же время на более высоких, не затапливаемых или затапливаемых на небольшой срок, наоборот, после половодий количество солей в верхних горизонтах увеличивается. Эти различия связаны с неодинаковым соотношением выпотного и промывного процессов в почвах урочищ разных высотных уровней дельтового ландшафта [4].

При свойственном Прикаспию чередованию циклов много- и малопаводковых лет содержание в почвах легкорастворимых солей и их химический состав изменяются довольно значительно, что имеет важное значение для научного обоснования оптимальных видов природопользования и разработки комплекса охранных мероприятий почвенного покрова дельты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 1979 г. в дельте р. Волги, с целью осуществления наблюдения за состоянием почв, в районе поселка Володарский лабораторией луговедения Астраханского государственного педагогического университета был заложен стационарный профиль. С помощью нивелира была установлена высота всех точек над меженью реки и их положение относительно рейки расположенного вблизи водомерного поста в с. Большой Могой. Начиная с 1979 г., на закрепленном реперами профиле

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ ВОДНО-АККУМУЛЯТИВНЫХ РАВНИН ...

периодически закладывались 496 площадок 2х2 м. После геоботанического описания в центре описанной площадки закладывался квадрат 1х1 м, по углам и в центре которого брались пробы почв. Эти пробы смешивались, и из общей массы отбирался средний образец. Отбор почвенных образцов на профиле проводился в верхнем почвенном слое 0–15 см.

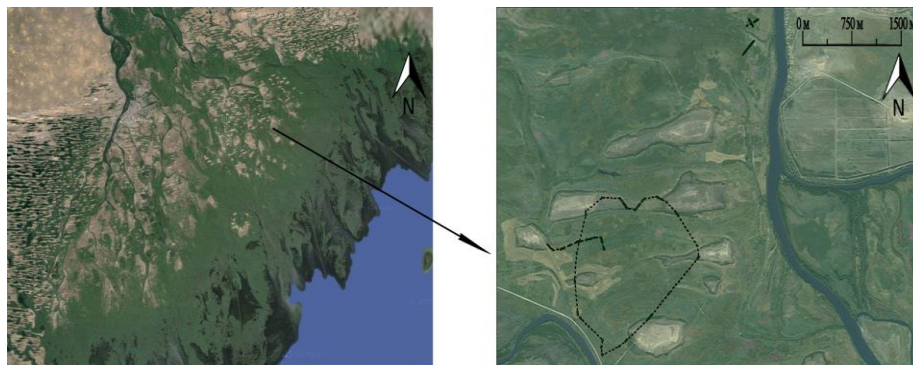


Рис. 1. Схематическое расположение стационарного профиля в дельте реки Волги (фрагмент космического снимка Google).

Определение ионного состава водной вытяжки осуществлялось испытательным центром Федерального государственного учреждения Государственный центр агрохимической службы «Астраханский». Анализы проведены в соответствии с действующими в настоящее время стандартами: Cl^- по ГОСТ 26425–85; SO_4^{2-} – по ГОСТ 26426–85; Ca^{2+} и Mg^{2+} – по ГОСТ 26428–85; K^+ и Na^+ – по ГОСТ 26427–85; плотный остаток – по ГОСТ 26423–85. Интерпретация результатов анализов проведена в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» 1977 г. [5].

Характеристика засоления почв, кроме данных о составе водной вытяжки, дополняется нами расчетом «суммарного эффекта токсичных ионов», в эквивалентах хлора (Т), вычисленного по алгоритму Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой, который для краткости был назван «показателем токсичности почвенного раствора» [6].

Ввиду того, что в 1996 и 2002 гг. учеты на профиле были продолжены только на 126 точках, детальный анализ динамики состава ионов в водной вытяжке проводится именно на этом количестве площадок. Предыдущие результаты мониторинга осязаны в работах [2, 3, 4, 7, 8].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Основными ведущими природными факторами, определяющими геохимические особенности миграции водорастворимых солей в почвенном покрове дельты р. Волги, являются гидрологический режим, особенности климата территории, условия влагообеспеченности, уровень и минерализация грунтовых

вод, система дельтового рельефа и приуроченные к ней процессы, а также динамика уровня Каспийского моря [3, 8].

Среди антропогенных факторов следует выделить хозяйственное и рекреационное использование территории и влияние химического загрязнения среды от различных источников.

Названные факторы по своему воздействию чаще всего являются комплексными, влияющими одновременно на аэрацию почвы, её увлажнение, температуру и прочие параметры экотопа.

При понижении уровня Каспийского моря происходит некоторое удлинение дельт за счёт осушения подводной (островной) части. При быстром отступании моря распластование паводка увеличивается и речные воды растекаются по осушившейся поверхности, прорезая новые русла (протоки) и находя новые пути для стока и сброса вод. После относительно кратковременного (от нескольких лет до нескольких десятилетий) периода устанавливается связь протоков с новым уровнем моря, происходит врезание, постепенно распространяющееся вверх по течению водотоков, снижается меженный уровень рек и проток, понижаются при прочих равных условиях паводковые разливы, быстрее идёт спад паводка.

При трансгрессии Каспия наблюдаются процессы обратной направленности: происходит подпор речных вод, повышается меженный уровень, увеличивается длительность половодий [1].

До начала 1930-х годов колебания уровня Каспийского моря отражали влияние только естественных природных климатических и тектонических процессов; однако в последующие годы антропогенное воздействие на уровень моря стало возрастать. Главным образом, это воздействие проявилось в результате крупных водохозяйственных мероприятий на водосборе Каспийского моря (в основном в бассейне Волги), а также в искусственном уменьшении стока морских вод в залив Кара-Богаз-Гол. Изъятие речного стока на хозяйственные нужды и его потери с поверхности водохранилищ привели к уменьшению суммарного водного стока в Каспий, что ускорило климатически обусловленное падение уровня моря до 1978 г. и несколько замедлило повышение моря в 1978–1995 гг. [9].

Строительство каскада гидроэлектростанций на Волге привело к существенному изменению её внутригодового водного режима. Проведённые исследования по изменению гидрологического режима показали, что с началом заполнения водохранилищ, расположенных на реке Волге, происходило снижение объёма водного стока. Лишь с 80-х годов XX века средний объём водного стока сравнялся и даже несколько превысил величину водного стока в естественный (нерегулируемый) период. В это же время наблюдается увеличение количества атмосферных осадков и плавное снижение объёма водозабора для нужд промышленности и сельского хозяйства. За период исследований 2002–2011 гг. произошло некоторое снижение среднегодового стока на 7 % по сравнению с периодами 1982–1991 и 1992–2001 гг., также снизилось количество атмосферных осадков, но, в связи с существенным ростом среднегодовой температуры воздуха, возросло испарение (табл. 1) [10, 11].

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ ВОДНО-АККУМУЛЯТИВНЫХ РАВНИН ...

Следующим фактором, определяющим степень влагообеспеченности и, как следствие, функционирование почвенно-растительного покрова дельтовых ландшафтов, является количество выпадающих атмосферных осадков за вегетационный период. В дельте реки Волги количество атмосферных осадков за период с $t^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ изменялось синфазно с уровнем водного стока за II квартал. За период ведения мониторинга в динамике среднегодовой суммы температур с $t^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$ отмечен положительный тренд: с 1922 по 1981 гг. колебания сумм температур происходили в диапазоне 3400–3600 $^{\circ}\text{C}$, а с 1982 по 2016 гг. – уже в диапазоне 3600–3900 $^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха при рассмотрении по десятилетним периодам с 1922 по 2016 гг. возросла на 1.4 $^{\circ}\text{C}$ [3, 12].

Таблица 1.

Гидрометеорологические показатели по данным гидрометеорологической
станции г. Астрахани по периодам

Годы	Средне- довая температу- ра воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Средняя сумма температур за период с температу- рой $> 10^{\circ}\text{C}$	Средне- довая сумма осадков, мм	Сумма осадков за период с температу- рой $> 10^{\circ}\text{C}$	Гидротерми- ческий коэффициент по Г.Т. Селянинову
1922-1931	9,4	3417	200	122	0,36
1932-1941	9,4	3624	178	108	0,30
1942-1951	9,2	3446	163	85	0,25
1952-1961	9,6	3622	193	101	0,28
1962-1971	9,8	3472	196	103	0,30
1972-1981	10	3601	189	118	0,33
1982-1991	10,2	3714	222	128	0,34
1992-2001	10,3	3612	259	168	0,46
2002-2011	10,8	3886	232	114	0,29
2012-2016	10,8	3862	242	153	0,40

По интенсивности дельтовых процессов, связанных с высотой над меженным уровнем, рельефом и залеганием грунтовых вод после половодья профессором И.А. Цаценкиным луга дельты Волги были разделены на три экологических уровня: высокого, среднего и низкого [13].

Луга низкого уровня имеют интервал высот 1.2 м и ниже, в период половодья длительность их затопления в среднем колеблется от 2 до 3 месяцев. В соответствии с морфологической структурой ландшафта дельты р. Волги пояс низкой дельты приурочен к береговым зонам урочищ ильменей, култушно-равнинных урочищ низкого уровня с избыточным увлажнением, к понижениям мелкогрядистых островных урочищ, к которым приурочены аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые почвы, формирующиеся в условиях избыточного поверхностно-грунтового увлажнения [8].

Сопоставление ионного состава водных вытяжек за наблюдаемый период показало, что от 1979 к 2002 гг. на лугах низкого уровня шло направленное уменьшение суммы легкорастворимых солей (за исключением маловодного 1996 г.), которое совпало с увеличением водного стока р. Волги (рис. 2). В последующие 2006, 2011 и 2015 гг., в связи с очень малым половодьем и низким уровнем подъема воды в весенне-летний период, количество солей возросло вновь.

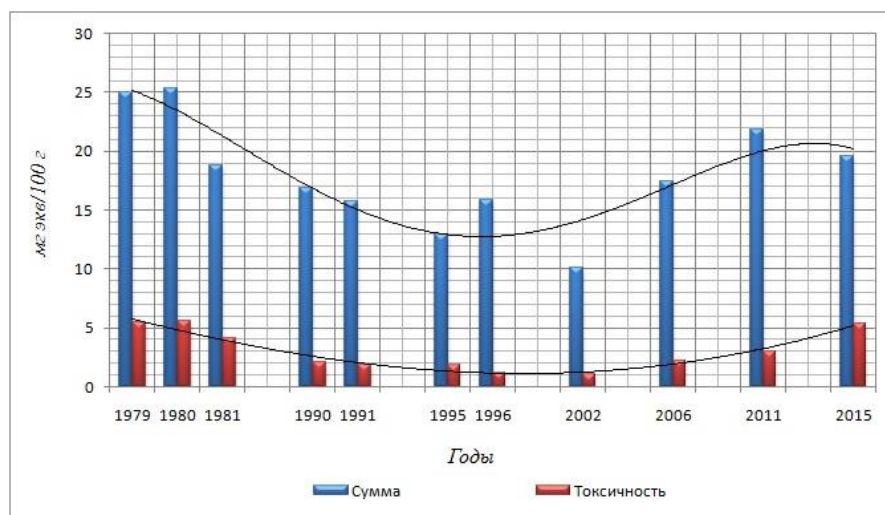


Рис. 2. Динамика суммы водорастворимых солей и токсичности почвенного раствора на лугах низкого уровня.

За счет уменьшения содержания иона хлора и натрия токсичность почвенного раствора на лугах низкого уровня продолжала падать во все годы наблюдений и от 1979 к 2002 гг. уменьшилась в 5 раз [2].

Токсичный анион хлора характеризуется весьма высокой степенью подвижности в почвенном профиле. В почвах лугов низкого уровня дельты реки Волги от 1979 к 2002 гг. количество ионов данного элемента уменьшилось в 8 раз (рис. 3) [4].

В связи с резким спадом объема водного стока за второй квартал в 2006 и в 2011 гг. содержание иона хлора по сравнению с результатами 2002 г. возросло в 2.6 и 4 раза соответственно, в 2015 г. отмечено максимальное содержание хлор-иона в верхнем почвенном горизонте, что объясняется низкими уровнями половодий в данном и предшествующем (2014) годах, а также малым количеством осадков в летний период [3].

Изменение содержания сульфат-ионов происходило схожим образом с ионом хлора, но с меньшим размахом значений. Минимальное содержание сульфат-иона зарегистрировано в 2015 г. (по сравнению с максимальным значением 2011 г. снижение произошло в 2 раза). Отношение $Cl-/SO_4^{2-}$ от 1979 к 2011 гг. снизилось более чем в 2 раза.

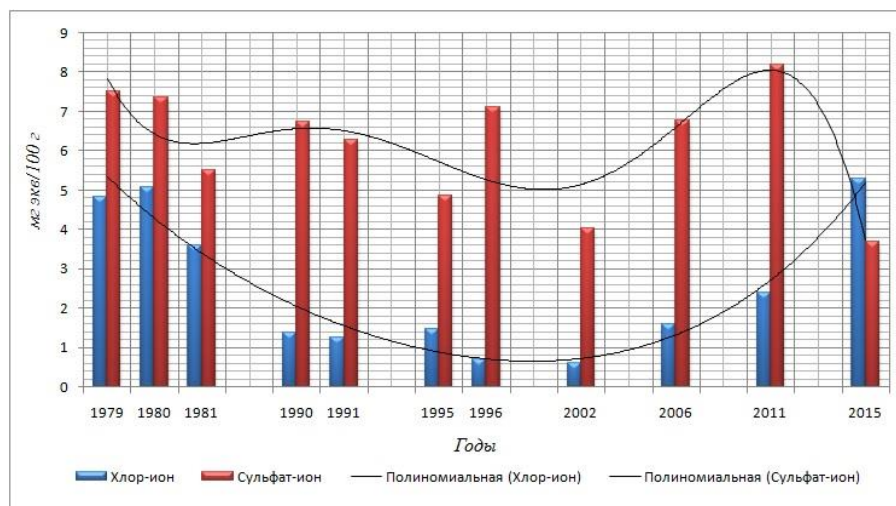


Рис. 3. Динамика анионов в почвах лугов низкого уровня.

Содержание в почвах лугов низкого уровня катионов кальция последовательно снижалось от 1980 к 2002 гг., за исключением 1996 г., когда количество ионов данного элемента возросло, вернувшись к значениям 1979 г. (рис. 4). С 2002 г. наблюдается увеличение катионов кальция, максимум содержания которого отмечен в 2011 г. Похожим образом происходила миграция катионов магния. Содержание ионов натрия в почвах лугов низкого уровня резко снижалась с начала наблюдений (1979 г.) до 1996 г., когда отмечено минимальное содержание ионов данного элемента, с 2000-х годов содержание натрия в верхнем почвенном горизонте стабильно увеличивалось [7].

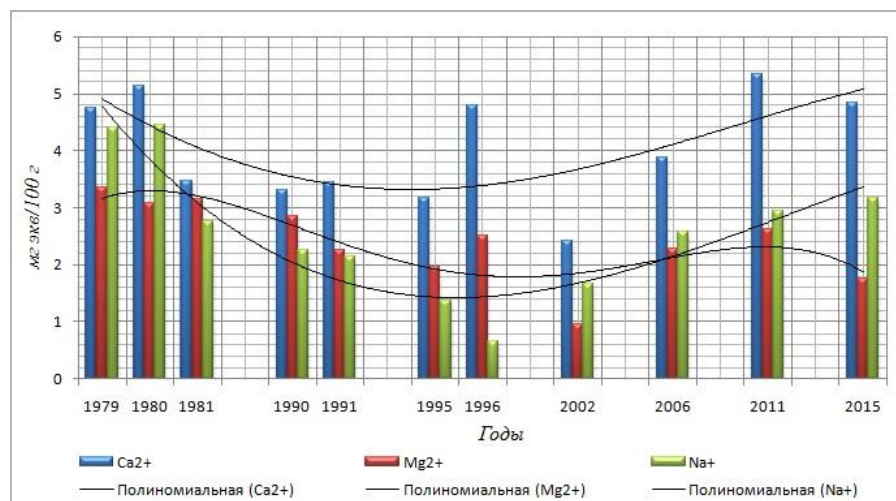


Рис. 4. Динамика катионов в почвах лугов низкого уровня.

В многолетнем отношении преобладающий тип засоления на лугах данного уровня – хлоридно-сульфатный. Смена на сульфатный тип засоления отмечена в многоводные 1990, 1991 и 2002 гг. Преобладание сульфатного типа засоления в крайне маловодном 1996 г. возможно объяснить тем, что в предшествующие 1994 и 1995 гг. половодье было высоким и значительная часть легкорастворимых солей была вынесена вниз по почвенному профилю. Кроме того, в период отбора проб в 1996 г. (август–сентябрь) выпало значительное количество осадков, что также способствовало снижению содержания водорастворимых солей в верхнем почвенном горизонте. Смена типа засоления на более токсичный сульфатно-хлоридный в 2015 г. произошла из-за крайне низких объёмов водного стока за II квартал в этом и предшествующем (2014) гг. [3].

Как было отмечено ранее, луга среднего уровня были дополнительно подразделены на 2 подуровня: расположенные в интервале высот 1.3–1.8 м и 1.9–2.4 м [4]. Пояс среднего уровня формируется на култушно-равнинных урочищах среднего уровня, мелкогрядистых островных урочищах среднего уровня и среднеуровенных урочищах гряд на култушной основе, почвы преимущественно аллювиальные дерновые насыщенные и аллювиальные луговые, которые в зависимости от влияния в почвообразовании зональных и интразональных факторов, характера слоистости и развитости подразделяются на несколько подтипов, грунтовые воды залегают на глубине порядка 2–2.5 м [3, 5].

Общее количество солей на лугах среднего уровня (1.3–1.8 м) от начала наблюдений до 1991 г. снизилось на 42% (рис. 5).

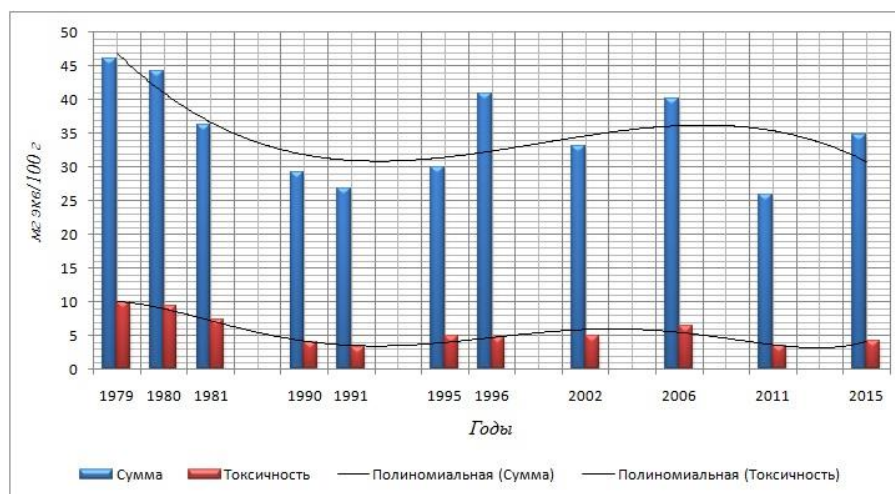


Рис. 5. Динамика суммы водорастворимых солей лугов среднего уровня (1.3–1.8 м).

Начиная с 1995 г. количество солей вновь стало возрастать, приблизившись по своим значениям к 1980 г. Несмотря на увеличение общего содержания солей в

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ ВОДНО-АККУМУЛЯТИВНЫХ РАВНИН ...

2002 г. отношение $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ было меньше чем в 1979 г. в 2 раза. Тоже происходило и с суммарным эффектом токсичных ионов.

В 2011 году общая сумма солей была наименьшей за все годы наблюдений и, по сравнению с 1979 г., снизилась на 44%. Отношение $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ от 1979 к 2011 г. уменьшилось в 3 раза, токсичность снизилась втрое и была наименьшей за весь период наблюдений [3].

В 2015 г. сумма легкорастворимых солей по сравнению со значениями 2011 г. возросла в 1.3 раза, отношение $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ было максимальным за период ведения мониторинга [8].

С 1979 по 1995 гг. происходило снижение анионов хлора и сульфатов (рис. 6). В 1996 г. произошло резкое увеличение количества сульфатов в почвах лугов среднего уровня, количество ионов хлора напротив, снизилось. В 2002 и 2006 гг. количество данных анионов несколько возросло, в 2011 г. наблюдается снижение содержания названных ионов.

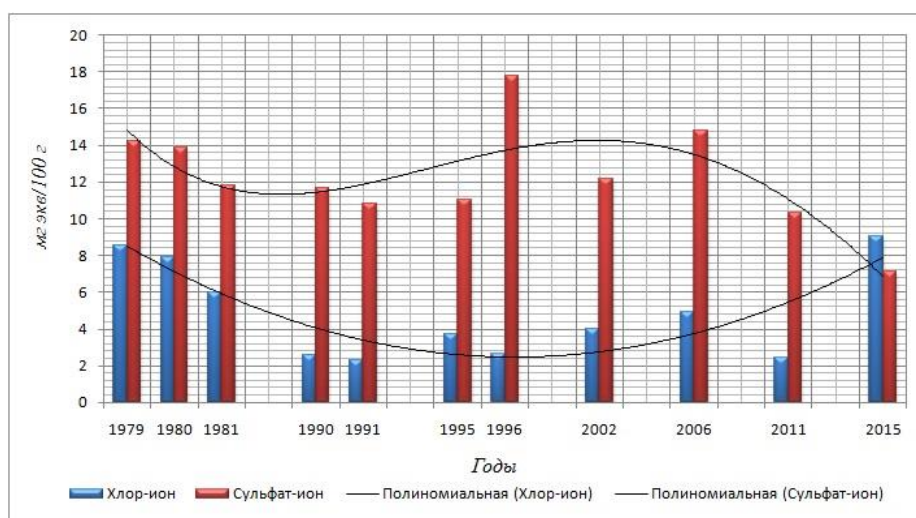


Рис. 6. Динамика анионов в почвах лугов среднего уровня (интервал высот 1.3–1.8 м).

В 2015 г. содержание сульфат-ионов снизилось и было минимальным за период исследований, количество анионов хлора напротив, резко увеличилось и являлось максимальным за все годы наблюдений.

Количество катионов магния и натрия последовательно снижалось от 1979 к 1991 гг., ионов кальция – по 1990 гг. (рис. 7).

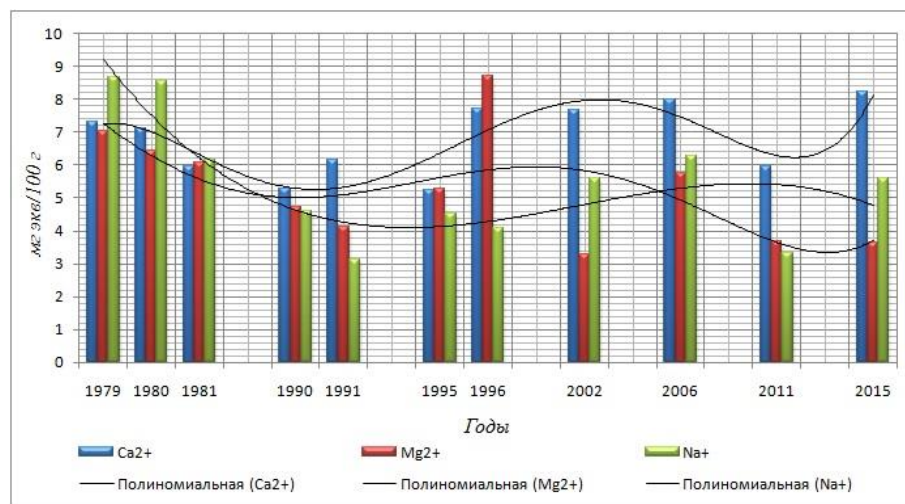


Рис. 7. Динамика катионов в почвах лугов среднего уровня (интервал высот 1.3-1.8 м).

С 1995 по 2006 гг. происходило увеличение содержания катионов кальция и натрия, количество магния, значительно увеличившись в 1996 г., резко сократилось в 2002 г., затем, несколько увеличившись в 2006 г., вновь снизилось в 2011 г. В 2015 г. в верхнем почвенном горизонте отмечено увеличение катионов кальция (максимальное значение за период мониторинга) и натрия. Преобладающий тип почвенного засоления во все годы наблюдений (за исключением 1996 г.) – хлоридно-сульфатный [7].

Содержание солей в почвах лугов среднего уровня, расположенных в интервале высот 1.9–2.4 м флуктуировало, при общей тенденции к снижению (рис. 8).

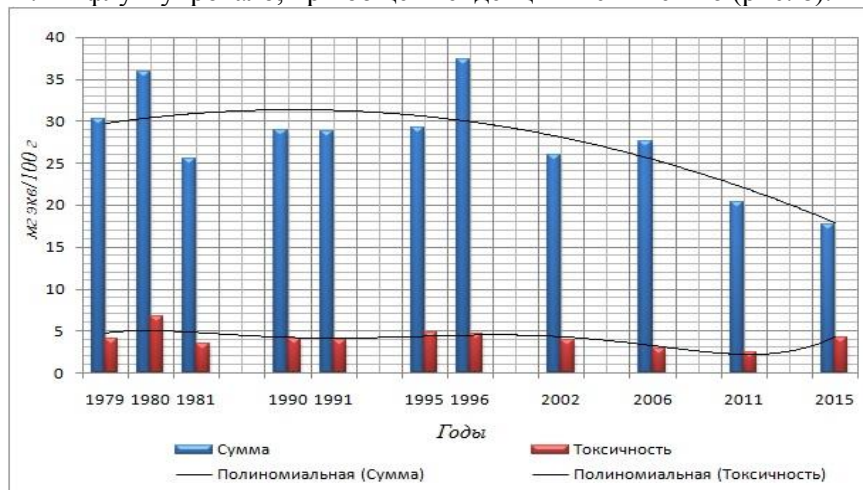


Рис. 8. Динамика суммы водорастворимых солей лугов среднего уровня (1.9–2.4 м).

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ ЛЕГКОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ ВОДНО-АККУМУЛЯТИВНЫХ РАВНИН ...

Сумма солей в 2015 г. была наименьшей за период наблюдений, по сравнению первоначальными значениями 1979 г. данная величина снизилась в 1.7 раза. Токсичность почвенного раствора в 2011 г. по отношению к 1979 г. снизилась на 40 %, в 2015 г. токсичность несколько возросла, отношение Cl^-/SO_4^{2-} было максимальным за все годы [3].

В интервале высот 1.9–2.4 м наблюдается плавное снижение содержания сульфат-иона на всём протяжении мониторинга, при некотором его увеличении в 1996 г. (рис. 9). Минимальное содержание данного аниона отмечается в 2015 г. (по сравнению со значениями 1979 г. количество сульфат-ионов сократилось в 3.3 раза).

Содержание хлор-иона, значительно увеличившись в 1980 г., в 1981 г. снизилось и флуктуировало при общей тенденции к снижению; минимальное значение данного элемента отмечено в 2011 г. (по отношению к 1979 г. произошло снижение в 1.7 раза). В 2015 г. количество анионов хлора резко увеличилось (в 2.4 раза по отношению к 2011 г.), и впервые за период мониторинга превысило величину содержания сульфат-ионов [4].

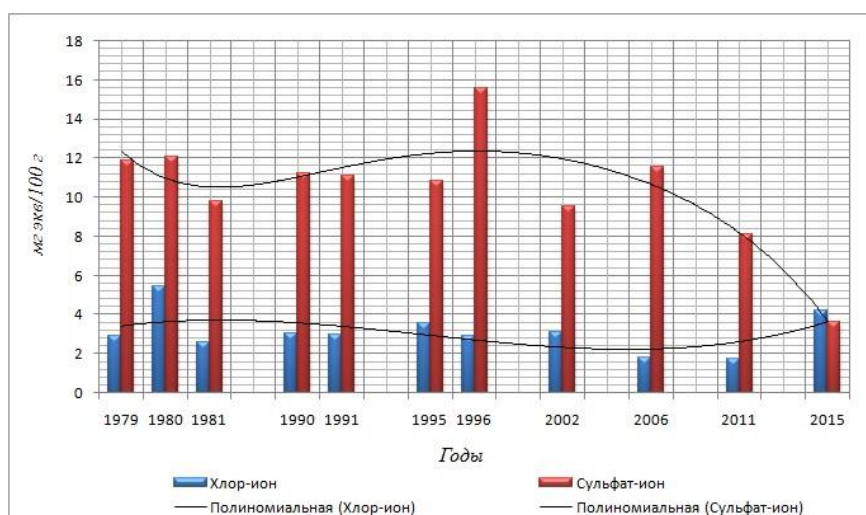


Рис. 9. Динамика анионов в почвах лугов среднего уровня (интервал высот 1.9–2.4 м).

В динамике катиона кальция отмечено плавное снижение его содержания от 1979 к 2015 гг. (рис. 10). Данная тенденция была нарушена лишь в 1996 г. Количество ионов магния снижалось от 1979 к 1991 гг. В 1995–1996 гг. содержание магния в почвах увеличилось почти вдвое, после чего происходило снижение данного иона, вплоть до 2015 г.

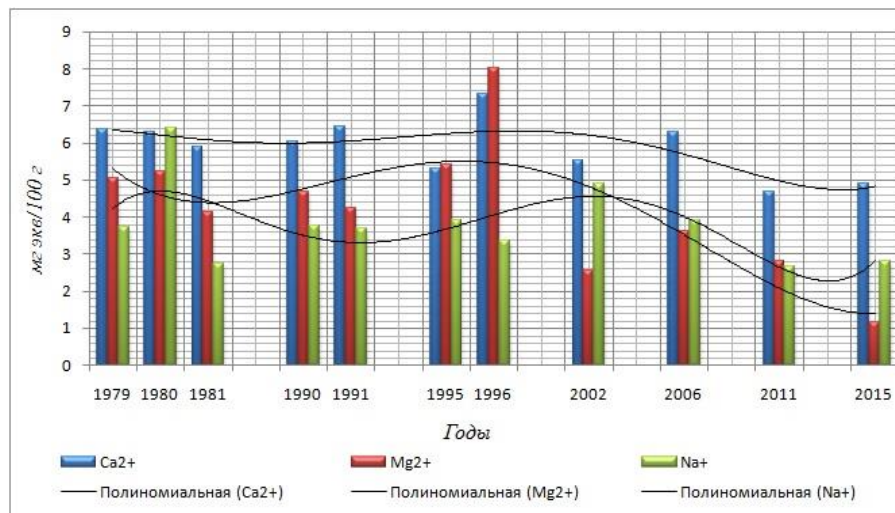


Рис. 10. Динамика катионов в почвах лугов среднего уровня (интервал высот 1.9–2.4 м).

В динамике катионов натрия наблюдалось два периода максимума (1980 и 2002 гг.), после которых наблюдались периоды минимума (1981 и 2011 гг.) [8].

Тип засоления почвенного покрова лугов данного экологического уровня – хлоридно-сульфатный, однако в 2015 г. отмечен переход к более токсичному сульфатно-хлоридному типу.

Луга высокого уровня (интервал высот над меженью от 2.5 м и выше) в дельте р. Волги приурочены к делювиальным шлейфам урочищ бэровских бугров и мелкогивистых островных урочищ высокого уровня [2, 3]. Небольшие площади в шлейфовой зоне бэровских бугров занимают аллювиально-дерново-опустынивающиеся карбонатные почвы, которые формируются на переслаивающихся суглинистых и супесчаных делювиально-аллювиальных отложениях, подстилаемых толщами древнекаспийских пород различного механического состава. В период половодий участки, занимаемые данным типом почв, затапливаются крайне редко, лишь в многоводные годы, и чаще всего испытывают влияние динамического подпора грунтовых вод, которые залегают на глубинах от 2.5 до 4 м. В почвах лугов высокого уровня общее содержание солей флуктуировало, при общей тенденции к уменьшению содержания токсичных ионов хлора и натрия, что привело к снижению токсичности почвенного раствора (рис. 11).

Тип засоления почвенного покрова лугов данного уровня во все годы наблюдений стабильно хлоридно-сульфатный [3].

От начала наблюдений в 1979 г. к 2002 г. токсичность почвенного раствора на лугах высокого уровня снизилась в 2.6 раза, в 2006, 2011 и 2015 гг. происходит некоторое увеличение содержания токсичных солей.

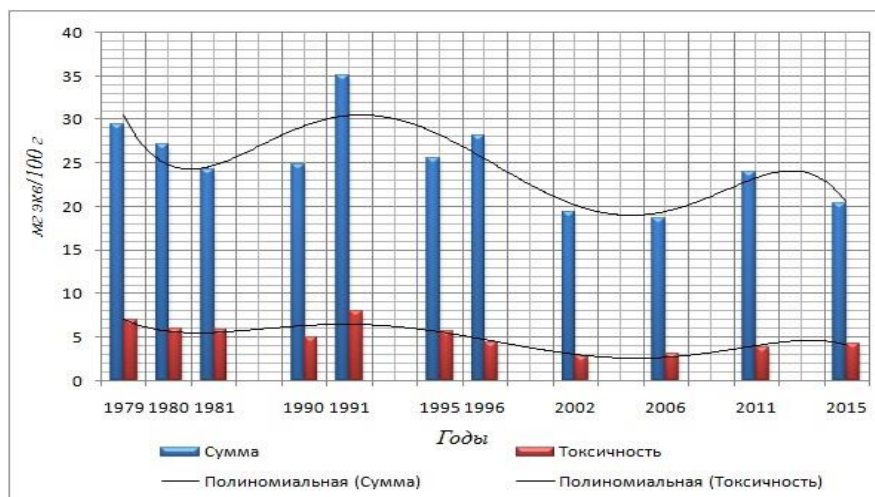


Рис. 11. Динамика суммы водорастворимых солей и токсичности почвенного раствора на лугах высокого уровня (интервал высот над меженью от 2.5 м и выше).

В 2011 г. на 24% (по сравнению с 2002 г.) возрастает общее содержание солей, в 2015 г. их сумма несколько снизилась, однако произошло увеличение токсичности почвенного раствора (в 1.5 раза по сравнению с минимальными значениями 2002 г.), но численные показатели 1979 г. превышены не были [4].

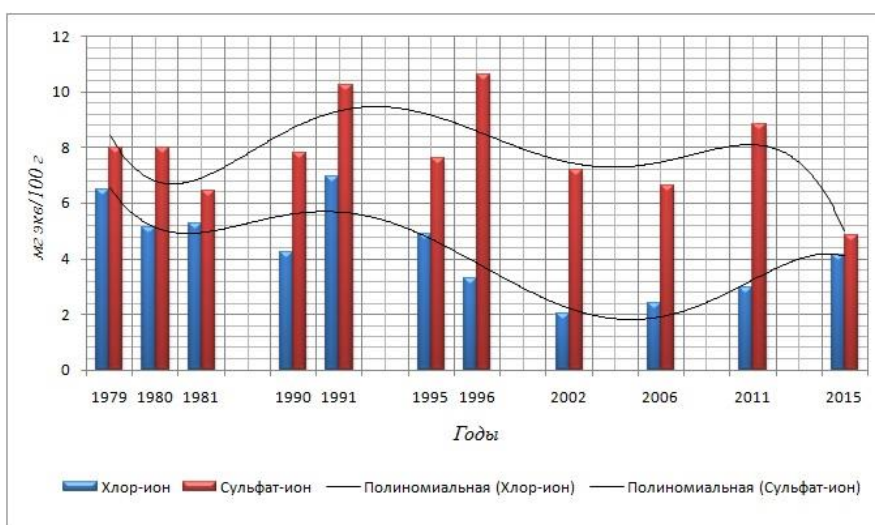


Рис. 12. Динамика анионов в почвах лугов высокого уровня (интервал высот над меженью от 2.5 м и выше).

Количество анионов хлора в период наблюдений с 1979 по 2011 гг. уменьшилось в 2 раза, количество сульфат-ионов флуктуировало при общей

тенденции к снижению (за исключением значений 1991, 1996 и 2011 гг.) (рис. 12). В 2015 г. по сравнению со значениями 2011 г. количество хлор-ионов увеличилось в 1.4 раза, количество сульфат-ионов напротив, снизилось почти вдвое (в 1.8 раза) и являлось наименьшим за период мониторинга [8].

Количество катионов кальция, магния и натрия последовательно снижалось от 1979 к 2011 гг., данная тенденция была нарушена лишь в многоводный 1991 г. для всех катионов и маловодный 1996 г. для катионов кальция и магния (минимальное содержание данных элементов отмечено в 2006 г.) (рис. 13).

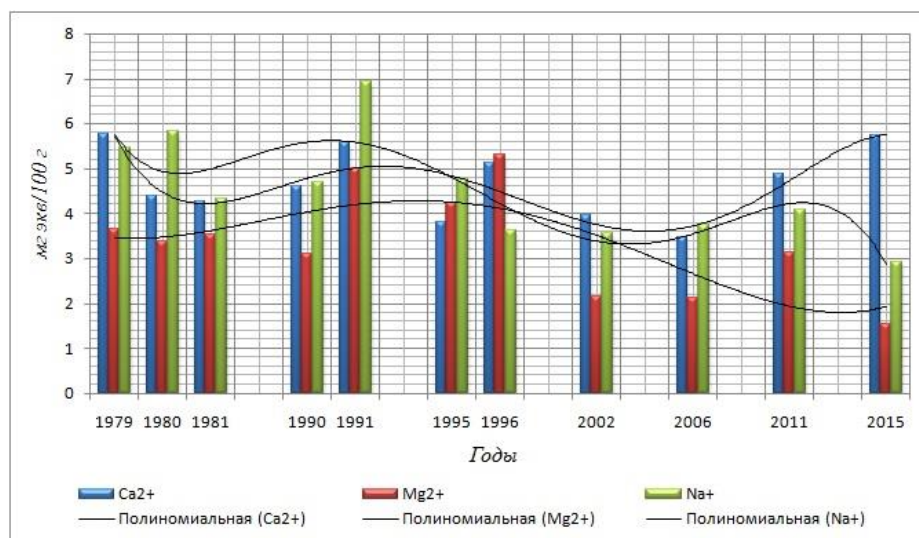


Рис. 13. Динамика катионов в почвах лугов высокого уровня (интервал высот над меженью от 2.5 м и выше).

В 2011 г. произошло увеличение содержания названных ионов по сравнению с предшествующим периодом наблюдений, в 2015 г. продолжало возрастать количество катионов кальция, содержание магния и натрия несколько снизилось [3].

ВЫВОДЫ

За время ведения почвенного мониторинга в дельте реки Волги можно выделить два периода, которые отличаются между собой особенностями гидрологического режима реки Волги и тенденциями динамики легкорастворимых солей в почвенном покрове.

Первый период – с 1979 по 2005 гг. – характеризуется увеличением водности в долине Нижней Волги. Данный временной этап можно охарактеризовать как период интенсивного почвенного рассоления. Средние объёмы весенне-летних половодий постепенно увеличивались, как и их длительность, параллельно происходили подъём и стабилизация уровня Каспийского моря.

За это время произошло значительное вымывание легкорастворимых солей (главным образом – анионов хлора и катионов натрия), что привело к снижению токсичности верхнего почвенного слоя лугов низкого и среднего экологического уровней. Суммарное содержание солей в почвах лугов высокого экологического уровня флуктуировало в нешироких пределах, однако токсичность почвенного раствора на лугах данного уровня также снизилась.

Второй период – 2006 г. и по настоящее время – характеризуется значительным сокращением объёмов весенне-летних половодий, что привело к обратным тенденциям в почвенном покрове лугов низкого и среднего экологических уровней. Общее содержание солей, токсичность и отношение Cl/SO_4^{2-} сравнению с минимальными значениями 2002 г. увеличились практически вдвое, но не превысили значения 1979 г.

В почвенном покрове лугов низкого и среднего экологических уровней, при общем многолетнем типе засоления хлоридно-сульфатном, в особенно многоводные годы (более 115 км³) отмечена смена типа засоления на менее токсичный сульфатный, в крайне маловодные годы (менее 80 км³) напротив – на более токсичный сульфатно-хлоридный.

Ввиду малого количества атмосферных осадков и крайне редкого затопления лугов высокого экологического уровня промывание почвенного профиля здесь практически отсутствует, в связи с чем процессы радиальной миграции водорастворимых солей в данных и пониженных интервалах высот отличаются. Многолетние наблюдения показали, что при низких объёмах половодья (менее 80 км³) и, соответственно, малом подъёме грунтовых вод, в верхнем почвенном слое лугов данного уровня происходит снижение токсичности и значений Cl/SO_4^{2-} .

В верхнем почвенном слое лугов всех экологических уровней определённо можно говорить о снижении содержания катионов магния и, соответственно, уменьшении представленности магниевых соединений от общего количества водорастворимых солей.

В почвенном покрове лугов среднего уровня, расположенных в интервале высот 1.3–1.8 м произошло увеличение содержания катионов кальция, что, при одновременном снижении анионов хлора является очень благоприятным изменением, т.к. в ряду кальциевых солей только $CaCl_2$ обладает токсичными свойствами.

В динамике хлоридов и сульфатов в почвах лугов среднего экологического уровня, расположенных в интервале высот 1.9–2.4 м отмечены противофазы – в период с 1978 по 1988 гг. преобладало увеличение содержания ионов хлора при одновременном снижении содержания сульфатов, до 1996 г. – противоположная тенденция, в последующий период наблюдений – вновь сокращение общей доли сульфат-ионов и увеличение содержания анионов хлора.

Результаты многолетних сравнительных наблюдений, направленных на выявление причинно-следственных связей между метеогидрологическими условиями и общим содержанием и химическим составом содержащихся в почвах водорастворимых солей позволяют выявить механизмы трансформации среды, оценить глубину и направленность происходящих изменений, предположить их

дальнейшие пути развития и, кроме того, могут быть использованы для разработки комплекса мер, направленных на обеспечение наиболее оптимального использования природно-ресурсного потенциала территории, а так же для обеспечения устойчивого функционирования ландшафтов и повышения биоразнообразия.

Список литературы

1. Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. М.: Наука, 1979. 146 с.
2. Бармин А.Н., Валов М.В., Иолин М.М. Геохимические особенности миграции легкорастворимых солей в почвах лугов низкого уровня дельты реки Волги // Российский журнал прикладной экологии. 2015. № 1. С. 21–25.
3. Валов М.В., Бармин А.Н., Иолин М.М. Дельта реки Волги: влияние ведущих факторов ландшафтной трансформации на почвенно-растительный покров: монография. Издатель: Сорокин Роман Васильевич. Астрахань, 2018. 140 с.
4. Бармин А.Н., Валов М.В., Шуваев Н.С. Почвенный покров дельты реки Волги: метеогидрологические изменения как факторы влияния на геохимические особенности миграции легкорастворимых солей // Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2015. №15. С. 145–155.
5. Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н., Розов Н.Н. и др. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 221 с.
6. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по засолению // Почвоведение. 1968. №11. С. 3–15.
7. Голуб В.Б., Старичкова К.А., Бармин А.Н., Иолин М.М., Сорокин А.Н., Николайчук Л.Ф. Оценка динамики растительности в дельте реки Волги // Аридные экосистемы. 2013. №19 (56). С. 58–68.
8. Валов, М.В. Дельта реки Волги: структурно-динамические особенности каузального влияния дестабилизирующих факторов среды на функционирование почвенно-растительного покрова: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. ПГНИУ, 2018. 24 с.
9. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления / В.Н. Михайлов. М.: ГЕОС, 2013. 703 с.
10. Георгиади А.Г., Коронкевич Н.И., Милюкова И.П., Кашутина Е.А., Барабанова Е.А. Современные и сценарные изменения речного стока в бассейнах крупнейших рек России: Часть 2: Бассейны рек Волги и Дона. Институт географии РАН. М.: МАКС Пресс, 2014. 216 с.
11. Бармин А.Н., Валов М.В. Устьевая область реки Волги: интегральная оценка некоторых природных и антропогенных факторов, влияющих на изменение гидрологического режима // Естественные науки. 2015. №2. С. 7–15.
12. Barmin A.N., Valov M.V., Suvaev N.S., Kolchin E.A. Concerning global climate change: ninety-year trend of some climatic characteristics in the delta ecotones of the Caspian Sea region. IGCP 610 Third Plenary Conference and Field Trip «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary». Proceedings / Ed.: A. Gilbert, V. Yanco-Hombach, T. Yanina. (22–30 September 2015, Astrakhan, Russia). Moscow, MSU. pp. 26–29.
13. Цаценкин И.А. Растительность и естественные кормовые ресурсы Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги / В кн.: Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги: сб. научн. трудов. М.: Изд-во МГУ, 1962. С. 118–192.

**WATERSOLUBLE RADIAL MIGRATION SPECIFIC FEATURES IN WATER-
ACCUMULATION FLAT LAND SOILS OF PERI-CASPIAN LOWLAND
(THROUGH THE EXAMPLE OF THE RIVER VOLGA DELTA)**

**Valov M. V., Barmin A. N., Kolotukhin A. Yu., Eroshkina O. S., Probst Ye. N.,
Larin A. V.**

*Federal state budget educational establishment of higher education «Astrakhan State University»,
Astrakhan, Russian Federation
E-mail: m.v.valov@mail.ru*

The investigations were referred to reveal directions and migration regularities of watersoluble salts in the river Volga delta land cover under the influence of deltoid landscapes natural and anthropogenous agents transformation, as the result of which the following conclusions were obtained: spring-summer floodings amount increase and duration is the main factor influencing on watersoluble salts content in soils and soil solution toxicity decrease on the territory of the low and mean delta level, and for the high level natural boundaries is precipitation amount increase for vegetation period. The period of 1978–2002 for the river Volga delta can be characterized as phase of soil cover intensive desalinization. Besides water availability increase within low level long alluvial natural boundaries and high level short alluvial natural boundaries, watersoluble salts content decrease can be connected with the mowing nature: tall rough grasses, which were stopped to mow out (*Typha angustifolia* and *Phragmites australis* in the first case and *Glycyrrhiza glabra* in the second), protect soil from intensive vaporization and as a consequence, from moving up to the high-salinity underwater surface. Pasture load degree decrease influenced on natural boundaries soils desalinization acceleration of mean and high level in 1978–2002 and slowed salinization process in 2006–2016. Natural boundaries use decrease within midrange natural boundaries as a irrigated tilled field played a great role in the process of watersoluble content decrease, which led to the soil resalinization in the delta climatological conditions.

Keywords: soil salinization, water soluble salts, soil solution toxicity, hydrological regime, Volga river delta.

References

1. Doskach A. G. Prirodnoye rayonirovaniye Prikaspiyskoy polupustyni (Natural zoning of the Caspian semi-desert). Moscow: Nauka (Publ.), 1979, 142 p. (in Russian).
2. Barmin A.N., Valov M.V., Iolin M.M. Geohimicheskie osobennosti migratsii legkorastvorimyh solej v pochvah lugov nizkogo urovnja del'ty reki Volgi (Geochemical features readily soluble salts migration in the meadows low soils of Volga delta). Rossijskij zhurnal prikladnoj jekologii, 2015, no 1, pp. 21–25 (in Russian).
3. Valov M.V., Barmin A.N., Iolin M.M. Del'ta reki Volgi: vlijanie vedushhih faktorov landshaftnoj transformacii na pochvenno-rastitel'nyj pokrov (Volga River Delta: the influence of the leading factors of landscape transformation on soil and vegetation cover): monografija. Izdatel': Sorokin Roman Vasil'evich. Astrahan', 2018, 140 p. (in Russian).
4. Barmin A.N., Valov M.V., Shuvaev N.S. Pochvennyj pokrov del'ty reki Volgi: meteogidrologicheskie izmenenija kak faktory vlijaniya na geohimicheskie osobennosti migratsii legkorastvorimyh solej (Soil cover Volga delta: gidrometeorological change as a factor of influence on geochemical features of

- soluble salts migration). Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta, 2015, no 15, pp. 145–155 (in Russian).
5. Egorov V.V., Fridland V.M., Ivanova E.N., Rozov N.N. i dr. Klassifikacija i diagnostika pochv SSSR (USSR soil classification and diagnostics). Moscow: Kolos, 1977, 221 p. (in Russian).
 6. Bazilevich N.I., Pankova E.I. Opyt klassifikacii pochv po zasoleniju (Experience in soil classification by salinization). Pochvovedenie, 1968, no 11, pp. 3–15 (in Russian).
 7. Golub V.B., Starichkova K.A., Barmin A.N., Iolin M.M., Sorokin A.N., Nikolajchuk L.F. Ocenka dinamiki rastitel'nosti v del'te reki Volgi (Estimate of vegetation dynamics in the Volga delta). Aridnye jekosistemy, 2013, no 19 (56), pp. 58–68 (in Russian)
 8. Valov, M.V. «Del'ta reki Volgi: strukturno-dinamicheskie osobennosti kauzal'nogo vlijanija destabilizirujushhih faktorov sredy na funkcionirovanie pochvenno-rastitel'nogo pokrova» (The River Volga delta: causal influence structural-dynamic specific features of environment destabilizing factors on soil-plant cover functioning). Phd thesis. PGNIU, 2018, 24 p. (in Russian).
 9. Ust'ja rek Kaspijskogo regiona: istorija formirovanija, sovremennye gidrologo-morfologicheskie processy i opasnye gidrologicheskie javlenija (The rivers mouths of the Caspian region: the history of formation, modern hydrological and morphological processes and dangerous hydrological phenomena) / V.N. Mihajlov. Moscow: GEOS, 2013, 703 p. (in Russian).
 10. Georgiadi A.G., Koronkevich N.I., Miljukova I.P., Kashutina E.A., Barabanova E.A. Sovremennye i scenarnye izmenenija rechnogo stoka v bassejnah krupnejshih rek Rossii: Chast' 2: Bassejny rek Volgi i Dona (Modern and scenic changes in river flow in the basins of Russia's largest rivers: Part 2: The basins of the Volga and Don rivers). Institut geografii RAN. Moscow: MAKSS Press, 2014, 216 p. (in Russian).
 11. Barmin A.N., Valov M.V. Ust'evaja oblast' reki Volgi: integral'naja ocenka nekotoryh prirodnyh i antropogennyh faktorov, vlijajushhih na izmenenie gidrologicheskogo rezhima (The mouth area of the Volga River: an integral assessment of some natural and anthropogenic factors affecting the change in the hydrological regime). Estestvennye nauki, 2015, no 2, pp. 7–15 (in Russian).
 12. Barmin A.N., Valov M.V., Suvaev N.S., Kolchin E.A. Concerning global climate change: ninety-year trend of some climatic characteristics in the delta ecotones of the Caspian Sea region. IGCP 610 Third Plenary Conference and Field Trip «From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary». Proceedings / Ed.: A. Gilbert, V. Yanco-Hombach, T. Yanina. (22–30 September 2015, Astrakhan, Russia). Moscow, MSU, pp. 26–29.
 13. Cacenkin I.A. Rastitel'nost' i estestvennye kormovye resursy Volgo-Ahtubinskoj pojmy i del'ty r. Volgi (Vegetation and natural forage resources of the Volga-Akhtuba floodplain and delta Volga). V kn.: Priroda i sel'skoe hozjajstvo Volgo-Ahtubinskoj pojmy i del'ty r. Volgi. Sbornik nauchnyh trudov. Moscow, Izd-vo MGU, 1962, pp. 118–192 (in Russian).

Поступила в редакция 07.05.2019

УДК 911.52

СТРУКТУРА И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО СИХОТЭ – АЛИНЯ

Делева А. А., Старожилов В. Т.

*Тихоокеанский международный ландшафтный центр «Дальневосточный Федеральный Университет», г. Владивосток, Российская Федерация
E-mail: deleva.aa@dvfu.ru, starozhilov.vt@dvfu.ru*

Рассматривается на основе геолого-географических и географических исследований ландшафтная география северного Сихотэ-Алиня. Дается структура и пространственная организация ландшафтов. Приводится классификация и описание ландшафтов, видов, родов, подклассов, классов, типов, округов, провинций, областей. Впервые приводится классификация и характеристика высотно-ландшафтных комплексов: низкогорных, расчлененносреднегорных, массивносреднегорных и гольцовых. Отмечается актуальность построения единой Сихотэ-Алинской геосистемы для моделирования освоения регионов Тихоокеанского ландшафтного пояса России. Рекомендуется использование модели геосистемы, при условии продолжения геосистемных исследований, при решении разнопрофильных задач, в том числе природопользовательских, экологических, управленческих, прогнозных и др.

Ключевые слова: ландшафт, ландшафтная география, Северный Сихотэ-Алинь, классификация, геосистема, модель, регион.

ВВЕДЕНИЕ

Северный Сихотэ-Алинь – это звено единого географически обособленного Сихотэ-Алинского сводового поднятия Тихоокеанского ландшафтного пояса России (рис 1).

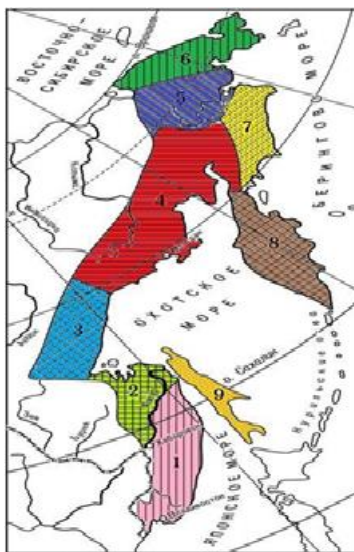


Рис. 1. Тихоокеанский ландшафтный пояс России [2].

Области пояса: 1. Сихотэ-Алинская; 2. Нижнеамурская; 3. Приохотская; 4. Колымская; 5. Анадырская; 6. Чукотская; 7. Корьякская; 8. Камчатская; 9. Сахалинская.

СТРУКТУРА И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

Своеобразие его не только в палеогеографии, но и в континентально-океанической дихотомии, законе фундаментального дуализма суши и моря, парности в организации и функционировании, единстве и противоположности приморских и континентальных ландшафтов и геосистем. Северо-Сихотэ-Алинские ландшафтные геосистемы рассматриваются в области развивающегося в последние десятилетия горного ландшафтоведения. По этой территории все еще отсутствуют оцифрованные векторно-слоевые среднемасштабные ландшафтные карты, что препятствует применению передовых цифровых компьютерных технологий для обеспечения ландшафтными основами решения вопросов природопользования всей Сихотэ-Алинской геосистемы. Для этой геосистемы также все еще отсутствует единая среднемасштабная классификация ландшафтов, без которой невозможно проведение практической реализации метода узловых ландшафтных структур освоения [1] для обеспечения возможностей планирования гармонизированных с природой экономических, социальных, экологических, отраслевых природопользовательских и др. моделей освоения важного для России Сихотэ-Алинского региона. Поэтому ландшафтные исследования северного Сихотэ-Алия как части Сихотэ-Алинского региона в связи с развивающимся освоением Тихоокеанской России актуальны.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа представляет собой продолжение исследований Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ по изучению структуры и организации ландшафтов Тихоокеанского ландшафтного пояса России [2,5]. Эта территория вошла в ландшафтные карты СССР масштабов 1: 2 500 000 [3] и 1: 4000 000 [4].

В статье рассматривается теория и практика общих итогов и стратегического видения геосистемного подхода в изучении географического пространства на основе региональных ландшафтно-геосистемных исследований. Включает результаты многолетних научных и практических исследований в сфере геолого-географического изучения и ландшафтного картографирования крупных региональных (Приморье, о. Сахалин, Чукотка и др.) звеньев окраинно-континентальном ландшафтном пояса Тихоокеанской России [2,5]. Они тематически продолжают ландшафтное картографирование и описание России и региональных её звеньев (в том числе Приморского края), а среднемасштабное картографирование с использованием регионально-типологической классификации позволило отразить особенности геосистем, проявляющие в различных частях их ареалов, а описание выявило свойства и степень различия между ландшафтными геосистемами.

Включает, по аналогии с методикой картографирования ландшафтов Приморского края, обширную сопряженную природную информацию [5,6,8,9,11,13]. Изучались соотношения и взаимосвязи достаточно значимых выборок данных не только по рельефу, растительности и почвам, но и коренным и рыхлым породам, климату. Также изучались мощность рыхлых накоплений, транзит обломочного материала, увлажнение, глубина вреза, густота расчленения, интенсивность физического и химического выветривания, мезо- и микроклиматические особенности [7]. Это прежде

всего: солнечная радиация и сияние, температура, ветер, влажность, атмосферные осадки, снежный покров, глубина промерзания, различные стихийные и экстремальные явления. Кроме того, исходя из представления значимости всех компонентов и факторов ландшафта, в том числе фундамента как вещественного компонента и фактора его динамики, нами при изучении ландшафтов и составлении ландшафтных карт и физико-географическом районировании рассматривается коренной и рыхлый фундамент. Ранее этому важному азональному консервативному компоненту ландшафтов уделялось недостаточное внимание. Так как петрографический состав, условия залегания горных пород, тектонический режим играют важную роль в формировании, устойчивости и развитии ландшафтов, нами были установлены глубинные корни окраинно-континентальной дихотомии рассматриваемого региона, а также особенности вещественных комплексов и их структурно-тектоническое положение. Кроме того, в окраинно-континентальной территории сформировался ответственный за развитие ландшафтов коренной их фундамент, который представляет собой в современном эрозионном срезе сложный агломерат состыкованных между собой аккреционных и постаккреционных вещественных комплексов структурных зон континентальной, субконтинентальной, субокеанической и океанической кор.

Для географической систематики вещества фундамента специально проведена классификация вещественных комплексов коренных и рыхлых пород. Также определено их положение в структурно-тектонических зонах. Установлено, что в условиях окраинно-континентальной дихотомии, сопряжено с территорией Приморского края и другими звеньями окраинно-континентального ландшафтного пояса Тихоокеанской России, формирование вещественных комплексов и тектонических структур происходило, как нами ранее отмечалось, в результате аккреции палеоструктур палеоокеана к палеоконтиненту и постаккреционных процессов [10].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Весь имеющийся материал проанализирован на основе сопряженного анализа и синтеза межкомпонентных и межландшафтных связей с учетом окраинно-континентальной дихотомии и данных по орографическому, климатическому и фиторастительному факторам формирования географически единых территорий в рамках горной ландшафтной географии. Разработана классификация и легенда ландшафтов Северо-Сихотэ-Алинской области для карты масштаба 1:500 000. За основу взята система типологических рядов регионального уровня А.Г. Исаченко [12]. Используются также теоретические положения ландшафтного картографирования Ф.Н. Милькова, В.С. Преображенского, И.С. Гудилина и др. исследователей. Классификация и легенда ландшафтных геосистем продолжает среднемасштабную классификацию и легенду ландшафтов Приморского края [5]. Ландшафт определяется, по А.Г. Исаченко [12], как «генетически единая геосистема, однородная по зональным и азональным признакам и заключающая в себе специфический набор сопряженных локальных геосистем». При этом ландшафт имеет однородный геологический фундамент, одинаковый климат, ограниченный набор форм рельефа и группировок почв, растительности.

СТРУКТУРА И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

В результате выделены и картографированы классы, подклассы, роды, виды ландшафтов и местности (индивидуальные ландшафты) (табл. 1).

Выделяются горного класса ландшафты Северо-Сихотэ-Алинских гор со среднегорными полисубстратными, низкогорными терригенными и другими родами и доминантным горно-темнохвойным подклассом и видами ландшафтов с доминантными хвойными и лесными группировками растительности на различных почвах. Структура ландшафтов внутреннего содержания класса различаются между собой по ориентировке хребтов, крутизне склонов, густоте речной сети, глубине вреза рек, увлажнению, транзиту рыхлого материала и другим физико-географическим показателям. Горный класс Северного Сихотэ-Алия это звено единого орографического сводового Сихотэ-Алинского поднятия и представляет собой часть модели Сихотэ-Алинской геосистемы.

Внутри класса ландшафтов изменяется состояние фундамента, состав и транзит современных осадочных образований, тип и интенсивность физического и химического выветривания, пространственное распределение тундровых, таежных и др. растительных и почвенных группировок. Отображение отмеченных компонентов во взаимосвязи с климатическим позволило выделить подклассы ландшафтов: горно-тундровый, горно-темнохвойный, горно-лесной.

Таблица 1.

Региональные типологические
единицы ландшафтов Северного Сихотэ-Алия и критерии их выделения

Ландшафтная единица	Критерий выделения	Примеры
Класс	географическое единство, сочетание зональных черт и секторных различий, ярусность и высотность	дальневосточный горный
Подкласс	высотность, типы растительности	горно-тундровый, горно-темнохвойный
Род	морфогенетические типы рельефа, субстрат	низкогорный терригенный, среднегорный полисубстратный
Вид	растительность и почвы, рельеф	низкогорный терригенный темнохвойный на горно-лесных бурых почвах
Местность	сопряженные сочетания однородного фундамента, одинакового климата, форм рельефа и группировок почв и растительности	среднегорный темнохвойный на горно-таежных почвах с алевролитовым вещественным комплексом

Выделенные подклассы ландшафтов не однородны по субстрату, морфогенетическим типам рельефа, густоте расчленения, глубине эрозионного вреза. По отмеченным критериям, подклассы ландшафтов в свою очередь подразделяются на роды. Горно-тундровый класс – на гольцовый полисубстратный; горно-темнохвойный

и горно-лесной – на массивно- и среднегорный полисубстратный, низкогорный терригенный и вулканогенно-терригенный роды;

Горно-тундровый подкласс и гольцовый полисубстратный род ландшафтов развит не широко. Это гольцовые и подгольцовые среднегорные и низкогорные районы с гольцовыми комплексами на горно-тундровых и горно-торфянистых почвах, подгольцовыми зарослями кедрового стланика с подгольцовым поясом каменноберезовых лесов на горно-лесных почвах. Фундамент сложен терригенным, кремнисто-вулканогенным, вулканогенным вещественными комплексами. Характеризуются маломощным чехлом обломочных накоплений, малым количеством мелкозема в их разрезе.

Горно-темнохвойные ландшафты с елово-пихтовыми зеленомошными лесами на горных буро-таежных неоподзоленных и слабооподзоленных почвах имеют более широкое распространение. Интенсивно проявляется физическое и химическое выветривание, активный вынос мелкозема в процессе нивации и солифлюкции, преимущественно термокриповый, криокриповый, реже гигрокриповый транзит склоновых накоплений с дифференциацией разреза на верхнюю часть – существенно дресвяно-щебнисто-глыбовую с малым количеством мелкозема или без такового вообще и нижнюю – суглинисто-обломочную. Заметно распространение явлений промежуточной склоновой аккумуляции на перегибах и у подножий склонов. Ландшафты горно-темнохвойного подкласса по отмеченным выше компонентам и факторам дифференцированы в соответствии с фундаментом, морфологическими типами рельефа, с густотой горизонтального эрозионного расчленения, глубиной эрозионного вреза и скоростью водообмена разделяются на среднегорный полисубстратный, низкогорный и вулканогенно-терригенный роды.

Роды ландшафтов неоднородны по пространственной организации растительных и почвенных группировок, представлены видами, в которых выделены местности (индивидуальные ландшафты).

Кроме горизонтального строения изучена вертикальная дифференциация ландшафтов. Установлено, что при структурировании и классификации высотных ландшафтных комплексов Северного Сихотэ-Алиня доминантными являются рельеф и вертикальная дифференциация ландшафтов, которая выступает в качестве универсального свойства качественного изменения внутреннего содержания комплексов. В связи с изменениями в рельефе изменяется и состояние эрозионно-денудационных систем. В свою очередь изменения в состоянии систем находят отражение в структурной организации ландшафтов, и она выступает в качестве индикатора высотно-ландшафтных комплексов.

В результате синтеза, анализа и оценки ландшафтов Северного Сихотэ-Алиня с использованием индикаторных доминантных критериев (рельеф и вертикальная дифференциация ландшафтов) выделяются низкогорные, расчлененносреднегорные, массивносреднегорные и гольцовые высотные ландшафтные комплексы.

Низкогорный высотно-ландшафтный комплекс. Это горы с абсолютными отметками 300–800 м и относительными превышениями до 200–250 м. Для них характерны прямые, реже выпуклые, склоны, покрытые мощным слоем щебнистых суглинков, мощность которых у подножий гор обычно увеличивается. Обнажения

СТРУКТУРА И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

отмечаются редко. Это обычно либо денудационные останцы и гребни, сложенные устойчивыми к выветриванию горными породами на вершинах и склонах, либо эрозионные (абразионные) обрывы у подножий гор.

Низкогорный высотно-ландшафтный комплекс характеризуется сложной дифференцированностью ландшафтных растительных и почвенных группировок. Среди растительных преобладают широколиственные леса, а в почвенных – бурые-лесные. Комплекс характеризуется замедленным боковым выносом мелкозема в процессе суффозии и бокового почвенного смыва, преобладающим термокриповым и гигрокриповым транзитом склоновых отложений, с заметным обогащением верхних слоев разреза грубообломочным материалом при сохранении их преимущественно суглинистого состава. Широко распространены явления промежуточной склоновой аккумуляции на перегибах и у подножьев склона. Территории относятся к участкам с замедленной денудацией и активной аллювиальной и склоновой аккумуляцией.

Включает горную территорию дальневосточного горного класса ландшафтов с ландшафтами доминантного горно-смешанно-широколиственного, редкого горно-темнохвойного подклассов, доминантного низкогорного полисубстратного и терригенного родов. Для комплекса доминантный – низкогорный пихтово-елово-лиственнично-мелколиственный вид горно-смешанно-широколиственного пояса и включает комплекс пихтово-еловых, лиственничных, елово-лиственничных и мелколиственных лесов (местами с широколиственными породами) на горно-таежных бурых и др. почвах. Имеет быстрый водообмен на узких водоразделах и крутых склонах, слабо сдержанный на широких водоразделах и выположенных склонах. Встречается пихтово-елово-лиственнично-мелколиственный вид горно-смешанно-широколиственного пояса и включают комплекс пихтово-еловых, лиственничных, елово-лиственничных и мелколиственных лесов (местами с широколиственными породами) на горно-таежных бурых и др. почвах. Имеет быстрый водообмен.

Расчлененносреднегорный высотно-ландшафтный комплекс. Включает горную территорию дальневосточного горного класса ландшафтов с ландшафтами доминантного горно-смешанно-широколиственного, горно-темнохвойного подклассов, доминантного полисубстратного и терригенного родов. Это горы с абсолютными отметками более 800 м. Развита на территории с глубоким расчленением первоначально единых массивов на большое число узких извилистых хребтов и обособленных вершин с глубоко расчлененными склонами. Это территории с резко очерченными водораздельными гребнями, очень крутыми прямыми или выпуклыми в верхней части склонами, к которым на япономорском макросклоне приурочены подвижные осыпи, часто покрывающие склоны от подножья до вершины. Из растительных группировок преобладают кедрово-широколиственные и елово-пихтовые леса. На склонах, поросших древесной растительностью, развиты щебнистые и щебнисто-дресвяные суглинки, служащие минеральной основой преобладающих бурых и желто-бурых почв. Вверх по склону обычно отмечается увеличение количества грубообломочного материала, обогащение им верхней части склоновых накоплений, увеличивается крупность обломочного материала. В целом этот комплекс ландшафтов относится к области активной денудации, но существенную роль играют также процессы аллювиального транзита и промежуточной аккумуляции. Кроме того, для

высотного расчлененносреднегорного комплекса ландшафта характерно: заметное преобладание продуктов физического выветривания в общем объеме мобилизованного материала зоны разрушения скальных пород; широкое распространение обвально-осыпных явлений и осовов; эпизодическое проявление курумового транзита, солифлюкции и морозного выпучивания; каньонообразные формы эрозионного врезания вершин водотоков, значительные продольные уклоны долин в зоне руслового водного транзита обломочного материала.

Массивносреднегорный высотно-ландшафтный комплекс. Включает горную территорию дальневосточного горного класса ландшафтов с ландшафтами доминантного горно-смешанно-широколиственного, горно-темнохвойного подклассов, доминантного полисубстратного и терригенного родов. Это горы с абсолютными отметками более 800 м. Характеризуется преобладанием наиболее возвышенных куполовидных массивов и линейно вытянутых горных кряжей, обычно контролируемых выходами на поверхность наиболее устойчивых к выветриванию горных пород, представленных молодыми интрузиями, экструзиями, метосамотическими полями, купольными, ядерными и диапировыми структурами. Распространены вершины округлых очертаний и уплощенные широкие водораздельные перегибы. Это районы таежных группировок хвойных лесов с преобладанием ели аянской и пихты белокорой в хвойной и березы – в лиственной составляющих. Верхнюю границу леса формируют подгольцовые ельники, отличающиеся мощным развитием травянистого покрова и кустарничкового яруса. Преобладающими почвами являются горно-таежные бурые иллювиально-гумусовые, формирующиеся в условиях быстрого водообмена. Растительность формируется на глыбово-дресвяно-щебнистой коре выветривания с относительно высоким содержанием суглинка в разрезе. В целом это области активной денудации и локальной аккумуляции. Кроме того, для массивносреднегорного высотно-ландшафтного комплекса характерно: значительное преобладание продуктов физического выветривания в общем объеме мобилизованного обломочного материала зоны разрушения скальных горных пород; заметное проявление курумового транзита, осовов, солифлюкции, морозного выпучивания и обвально-осыпных явлений; циркообразные формы глубинной эрозии в водосборной зоне и большие продольные уклоны долин в зоне руслового водного транзита обломочного материала.

Гольцовый высотно-ландшафтный комплекс. Включает горную территорию дальневосточного горного класса ландшафтов с ландшафтами доминантного горно-тундрового подкласса, доминантного полисубстратного и терригенного родов. Распространен на гольцовых, подгольцово-горных, каменистых россыпях, осыпях, курумах и каменистых потоках, приуроченных к гребням водоразделов, вершинам и склонам гор, развит не широко. В большинстве случаев это самые возвышенные участки гор, округлые вершины и террасированные склоны. На северном Сихотэ-Алине ландшафты этого комплекса довольно часто отмечаются с отметок 700 – 900 м. Характеризуются маломощным чехлом обломочных накоплений, малым количеством мелкозема в их разрезе, слабо развитыми фрагментарными каменистыми почвами. В таких условиях глубина промерзания значительно превышает мощность слоя рыхлых накоплений, что приводит к интенсивному развитию явлений отторжения обломков

СТРУКТУРА И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

скальных пород и выпучивания их вверх вплоть до дневной поверхности. Этому способствуют продолжительные резкие перепады суточных температур осенью и весной, высокий уровень солнечной радиации, переувлажнение грунтов.

Почвы горно-тундровые в гольцовом и иллювиально-гумусовые и дерново-органические в подгольцовом поясах. Горные тундры характеризуются преобладанием в покрове кустистых лишайников (особенно ягелей). Встречаются одиночные кусты низкорослого кедрового стланика. В зоне подгольцовых частей гор развиты стелющиеся леса кедрового стланика. К местам скопления каменисто-глыбовых отложений склонов всех экспозиций приурочены лишайники.

В целом для гольцового высотно-ландшафтного комплекса характерно: интенсивное проявление и широкое распространение процессов вершинного выравнивания и гольцовой планации; активное морозно-мерзлотное, химическое и биологическое выветривание с образованием грубообломочного структурного элювия; активный вынос мелкозема в процессе суффозии, солифлюкции и бокового подпочвенного смыва; интенсивное проявление курумового, термокрипового и криокрипового транзита грубообломочного материала; формирование осовов (камнепадов) на склонах и как следствие быстрое смещение склоновых накоплений на значительные расстояния (вплоть до подножия склонов); широкое распространение явлений солифлюкции и морозного выпучивания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершая отметим, что главный вклад в естественно-научное познание региона – на основе анализа и синтеза межкомпонентных и межландшафтных взаимосвязей, внутреннего содержания природы, на основе учета глубинных корней окраинно-континентальной дихотомии, на основе анализа орографического, климатического, фиторастительного факторов, это отражение природы в виде среднемасштабной ландшафтной модели Северного Сихотэ-Алиня, включающей местности (индивидуальные ландшафты), виды, роды, подклассы, классы, округа, провинции и области. Установлена региональная в масштабе 1: 500 000 оцифрованная векторно-слоевая ландшафтная дифференциация и организация природной среды.

В результате исследований Северо-Сихотэ-Алинского ландшафтного звена завершено построение на основе единой методологической основы среднемасштабной ландшафтной модели всего Сихотэ-Алиня. Использование такой модели геосистемы, при применении ландшафтного метода, при условии продолжения геосистемных исследований, имеет огромный потенциал при решении многих разнопрофильных задач, в том числе природопользовательских, экологических, управленческих, прогнозных и др. Появилась возможность применения предложенного и разрабатываемого в Тихоокеанском международном ландшафтном центре метода узловых ландшафтных структур освоения [1] в пределах целостной Сихотэ-Алинской геосистемы и использовать эти материалы для построения гармонизированных с природой ландшафтно-экономических, ландшафтно-социальных, ландшафтно-экологических, ландшафтно-природопользовательских и др. моделей освоения.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект- 18-05-00086-А)

Список литературы

1. Старожилов В.Т. Ландшафтные узловые структуры освоения регионов ландшафтной сферы // Наука России: цели и задачи: сб. науч. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. Изд-во Екатеринбург. Часть 1. 2017. С 82–87.
2. Старожилов В.Т. Окраинно-континентальный ландшафтный пояс как географическая единица Тихоокеанской России / Устойчивое природопользование в прибрежно-морских зонах: материалы междунар. конф., Владивосток, 7–9 окт., 2013. Владивосток: Дальнаука, 2013. С. 38–42.
3. Ландшафтная карта СССР масштаба 1: 2 500 000. Министерство геологии СССР. Гидроспецгеология. Отв. ред. И.С. Гудилин. М., 1980.
4. Исаченко А.Г. (науч. редактор). Ландшафтная карта СССР. Масштаб 1: 4 000 000, 1985.
5. Старожилов В.Т. Ландшафтная география Приморья (регионально-компонентная специфика и пространственный анализ геосистем): монография [науч. ред. В.И. Булатов]. Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013. 276 с.
6. Старожилов В.Т., Дербенцева А.М., Крупская Л.Т., Евсеев А.Б. Техногенные изменения ландшафтов, обусловленные промышленным производством в Приморском крае // Экологические системы и приборы. 2009. № 6. С. 52–55.
7. Старожилов В.Т. Региональные особенности компонентов и факторов структуры и организации ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края): монография. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. 114 с.
8. Старожилов В.Т. Денудационные процессы в ландшафтах и геоэкологические предпосылки техногенных изменений: монография [науч. ред. Ю. Б. Зонов]. М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Дальневосточный гос. ун-т, Тихоокеанский гос. ун-т, Ин-т горного дела ДВО РАН. Владивосток, 2009.
9. Старожилов В.Т. Ландшафты Приморского края и использование ландшафтного подхода в оценке экологических проблем минерально-сырьевого природопользования: монография. Владивосток: Изд-во Дальневост. федер. ун-та, 2011. 225 с.
10. Старожилов В.Т. Картирование ландшафтов и геодинамическая эволюция фундамента Дальневосточных территорий / Ноосферные изменения в почвенном покрове: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Ноосферные изменения в почвенном покрове». Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. С. 174 – 178.
11. Дербенцева А. М., Старожилов В.Т., Евсеев А. Б., Ткаченко В. И., Степанова А. И. Процессы механической деградации почв в ландшафтах Приморья: монография. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 86 с.
12. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высш. шк., 1991. 368 с.
13. Старожилов В.Т., Ознобихин В.И. Ландшафтные геосистемы о. Русский Приморского края / Современные исследования в естественных науках: материалы II Междунар. науч. конф., 26–28 авг. 2015 г., Владивосток. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2015. С. 32–35.

STRUCTURE AND SPATIAL ORGANIZATION OF LANDSCAPES OF NORTHERN SIKHOTE - ALINIA

Deleva A. A., Starozhilov V. T.

*Pacific International Landscape Center "Far Eastern Federal University", Vladivostok,
Russian Federation
E-mail: deleva.aa@dvfu.ru, starozhilov.vt@dvfu.ru*

Considered on the basis of geological, geographical and geographical research, the landscape geography of northern Sikhote-Alin. A classification of landscapes, species,

genera, subclasses, classes, types, districts, provinces, regions is given. For the first time, the classification and characteristics of high-landscape complexes are given: low-mountain, dissected-middle-mountainous, middle-mountain, massive-medium-mountain and holtz. The urgency of building a single Sikhote-Alin geosystem for modeling the development of the regions of the Pacific landscape belt of Russia is noted.

Northern Sikhote-Alin is the link of a single geographically separate Sikhote-Alin arch raising of the Pacific landscape belt of Russia. Its peculiarity is not only in paleogeography, but also in the continental-oceanic dichotomy, the law of the fundamental dualism of land and sea, pairing in organization and functioning, unity and opposition of maritime and continental landscapes and geosystems. North-Sikhote-Alin landscape geosystems are considered in the field of mountain landscape science developing in the last decades. This territory still lacks digitized vector-layered medium-scale landscape maps, which impedes the use of advanced digital computer technologies to provide the landscape bases of environmental management of the entire Sikhote-Alin geosystem. This geosystem also still lacks a single medium-scale classification of landscapes, without which it is impossible to carry out the practical implementation of the method of nodal landscape development structures to provide planning possibilities for economic, social, ecological, sectoral nature management and other development models that are important for Russia Sikhote -Alinsky region. Therefore, landscape studies of the northern Sikhote-Alin as part of the Sikhote-Alin region in connection with the developing development of Pacific Russia are relevant.

The report discusses the theory and practice of the overall results and the strategic vision of the geosystem approach in the study of geographic space based on regional landscape-geosystem research. It includes the results of many years of scientific and practical research in the field of geological and geographical study and landscape mapping of large regional (Primorye, Sakhalin, Chukotka, etc.) links in the marginal-continental landscape belt of Pacific Russia. They thematically continue landscape mapping and description of Russia and its regional links (including Primorsky Krai), and medium-scale mapping using regional typological classification allowed to reflect the features of geosystems that manifest in different parts of their ranges, and the description revealed the properties and degree of difference between landscape geosystems.

Keywords: landscape, landscape geography, Northern Sikhote-Alin, region.

References

1. Starozhilov V.T. Landshaftnyye uzlovyye struktury osvoyeniya regionov landshaftnoy sfery (Landscape nodal structures of the development of regions of the landscape sphere). Science of Russia: goals and objectives: Sat. scientific st. on the basis of the Intern. scientific-practical conf. Yekaterinburg publishing house, 2017, Vol. 1, pp. 82–87. (in Russian).
2. Starozhilov V.T. Okrainno-kontinental'nyy landshaftnyy poyas kak geograficheskaya yedinita Tikhookeanskoy Rossii (The marginal continental landscape belt as a geographical unit of Pacific Russia) / Sustainable environmental management in coastal-marine zones: materials of the Intern. Conf., Vladivostok, October 7–9, 2013. Vladivostok: Dal'dauka, 2013, pp. 38–42. (in Russian).
3. Landshaftnaya karta SSSR masshtaba 1: 2 500 000. Ministerstvo geologii SSSR (Landscape map of the USSR in scale 1: 2 500 000). Ministry of Geology of the USSR. Hydrospegeology. Resp. Red. I.S. Goodilin. M., 1980. (in Russian).

4. Isachenko A.G. (scientific editor). Landshaftnaya karta SSSR. Masshtab 1: 4 000 000 (Landscape map of the USSR. Scale 1: 4,000,000), 1985. (in Russian).
5. Starozhilov V.T. Landshaftnaya geografiya Primor'ya (regional'no-komponentnaya spetsifika i prostranstvennyy analiz geosistem) (Landscape geography of Primorye (regional component specificity and spatial analysis of geosystems)): monograph. [scientific ed. V. I. Bulatov]. Vladivostok: Publishing House Dal'nevost. Federal Union, 2013, 276 p. (in Russian).
6. Starozhilov V.T., Derbentseva A.M., Krupskaya L.T., Evseev A.B Tekhnogennyye izmeneniya landshaftov, obuslovlennyye promyshlennym proizvodstvom v Primorskom kraye (Technogenic changes in landscapes caused by industrial production in Primorsky Krai). Ecological Systems and Devices, 2009, no 6, pp. 52–55 (in Russian).
7. Starozhilov V.T. Regional'nyye osobennosti komponentov i faktorov struktury i organizatsii landshaftov yuga Dal'nego Vostoka (na primere Primorskogo kraia (Regional features of the components and factors of the structure and organization of landscapes in the south of the Far East (for example, Primorsky Krai)): monograph. Vladivostok: Publishing House Dal'nevost. University, 2007, 114 p. (in Russian).
8. Starozhilov V.T. Denudatsionnyye protsessy v landshaftakh i geoekologicheskiye predposylki tekhnogennykh izmeneniy (Denudation processes in landscapes and geoecological prerequisites of man-made changes): monograph. [scientific ed. Yu. B. Zonov]; The Ministry of Education and Science of the Russian Federation, the Federal Agency for Education, the Far Eastern State. University, Pacific State University, Institute of Mining, Far East Branch, Russian Academy of Sciences. Vladivostok, 2009, (in Russian).
9. Starozhilov V.T. Landshafty Primorskogo kraia i ispol'zovaniye landshaftnogo podkhoda v otsenke ekologicheskikh problem mineral'no-syr'yevogo prirodopol'zovaniya (Landscapes of Primorsky Krai and the use of the landscape approach in the assessment of environmental problems of mineral and natural resources): monograph. Vladivostok: Publishing House Dal'nevost. feder. University, 2011, 225 p. (in Russian).
10. Starozhilov V.T. Kartirovaniye landshaftov i geodinamicheskaya evolyutsiya fundamenta Dal'nevostochnykh territoriy (Landscape mapping and geodynamic evolution of the foundation of the Far Eastern territories). Noospheric changes in the soil cover: materials of the Intern. scientific-practical conf. "Noospheric changes in the soil cover." Vladivostok: Dalnevost publishing house. University, 2004, pp. 174 – 178. (in Russian).
11. Derbentseva A.G., Starozhilov V.T., Evseev A. B., Tkachenko V. I., Stepanova A. I. Protsessy mekhanicheskoy degradatsii pochv v landshaftakh Primor'ya (The processes of mechanical soil degradation in landscapes of Primorye): monography. Vladivostok: Publishing House Dal'nevost. University, 2009, 86 p. (in Russian).
12. Isachenko A.G. Landshaftovedeniye i fiziko-geograficheskoye rayonirovaniye (Landscape science and physiographic zoning). M.: Higher. shk., 1991, 368 p. (in Russian).
13. Starozhilov V.T., Oznobikhin V.I. Landshaftnyye geosistemy o. Russkiy Primorskogo kraia (Landscape geosystems Russkiy island of Primorsky Krai). Modern research in the natural sciences: materials of the II Intern. scientific conf., 26–28 aug. 2015, Vladivostok. Vladivostok: Publishing House Dal'nevost. Unta, 2015, p. 32–35. (in Russian).

Поступила в редакцию 13.01.2019

УДК 551.203(477.75)

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ

КРЫМА

Жук В. О.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: zhuk_vladimir2015@mail.ru*

Анализируется потенциальная опасность проявления таких опасных гидрометеорологических явлений в Крыму как: сильный и шквалистый ветер, сильный дождь и продолжительный сильный дождь, заморозок, сильный снег, суховей, засуха, град, метель, изморозь, пыльная буря, смерч, проявление которых отрицательно воздействуют на социально-экономическое положение в регионе. Представлена новая карта потенциальной гидрометеорологической опасности Крыма.

Ключевые слова: опасные гидрометеорологические явления; крымский полуостров, климат.

ВВЕДЕНИЕ

В работе, при исследовании опасных гидрометеорологических явлений и потенциальной гидрометеорологической опасности (ПГМО) Крымского полуострова, предполагается использовать базовые идеи системного подхода, рассматривающего климат как сложную систему взаимодействия множественных факторов.

В ходе данной работы, подробно изучена и представлена в виде изложенного материала, геоинформационного картографического моделирования пространственная и временная характеристика проявления опасных гидрометеорологических явлений на территории Крымского полуострова, интенсивность проявления которых определяет потенциальную гидрометеорологическую опасность на полуострове.

Основу фактического информационного материала при статистическом анализе составляли архивные данные регулярных натурных гидрометеорологических наблюдений ФГБУ «Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» о динамике проявления опасных гидрометеорологических явлений.

Для построения новой карты ПГМО использовалась современная геоинформационная картографическая система Quantum-Gis.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

К опасным гидрометеорологическим явлениям (ОЯ) относятся такие явления, которые при достижении определенных значений, интенсивности, продолжительности, времени возникновения могут нанести значительный ущерб отдельным отраслям хозяйства и представляют угрозу безопасности людей. Из этого следует, что гидрометеорологическая опасность – это опасность, несущая прежде всего социально-экономические потери.

Изучив динамику проявления опасных гидрометеорологических явлений для каждой из станций Крыма, на основе фондовых данных регулярных натурных наблюдений ФГБУ "Крымское УГМС" по проявлению опасных гидрометеорологических явлений в Крыму за период 2010–2015 гг. [1], согласно новому перечню региональных критериев опасных природных гидрометеорологических явлений (ОЯ) утвержденному приказом ФГБУ «Крымское УГМС» №10–811 от 12.09.2018 г. [2], мы построили новые карты по степени проявления опасных гидрометеорологических явлений без заморозков (рис. 1), и отдельно по числу случаев проявления ОЯ с заморозками в Крыму, без учета Горного Крыма (рис. 2). Для расчета степени проявления опасных гидрометеорологических явлений и опасных гидрометеорологических явлений с заморозками на полуострове, производилось ранжирование (табл. 1 и табл. 2) данных показателей [1].

Таблица 1.

Ранжирование степени показателей проявления ОЯ

Ранг	Степень проявления	Число случаев ОЯ	Станции
6	Очень высокая	36–42>	Симферополь
5	Высокая	29–35	Ай-Петри
4	Средняя	22–28	Ангарский перевал
3	Относительно-низкая	15–21	Владиславовка, Белогорск, Мысовое, Алушта
2	Низкая	8–14	Джанкой, Черноморское, Нижнегорский,
1	Очень низкая	0–7	Феодосия, Ишунь, Севастополь,

Таблица 2.

Ранжирование степени показателей проявления ОЯ вместе с заморозками

Ранг	Степень проявления	Число случаев ОЯ	Станции
7	Очень высокая	66–76	Симферополь, Ангарский перевал
6	Высокая	55–65	Нижнегорский, Белогорск
5	Относительно-высокая	44–54	–
4	Средняя	33–43	Владиславовка
3	Относительно-низкая	22–32	Черноморское, Алушта, Джанкой, Мысовое
2	Низкая	11–21	Евпатория, Ишунь, Карадаг, Ялта, Никита, Опасное, Почтовое, Клепинино
1	Очень низкая	0–10	Севастополь, Феодосия

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ КРЫМА

Анализируя составленные карты (рис. 1 и рис. 2) можно отметить, что ярко выражено преобладание опасных гидрометеорологических явлений в Горном Крыму и предгорной части Симферопольского района. К районам с высокой степенью проявления опасных гидрометеорологических явлений относятся Симферопольский, Белогорский районы и Ялтинский городской совет.

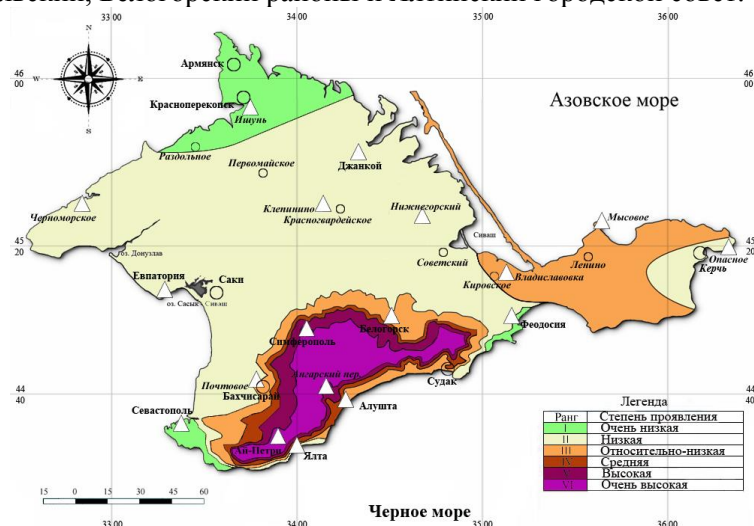


Рис. 1. Степень проявления опасных гидрометеорологических явлений в Крыму (составлено автором).

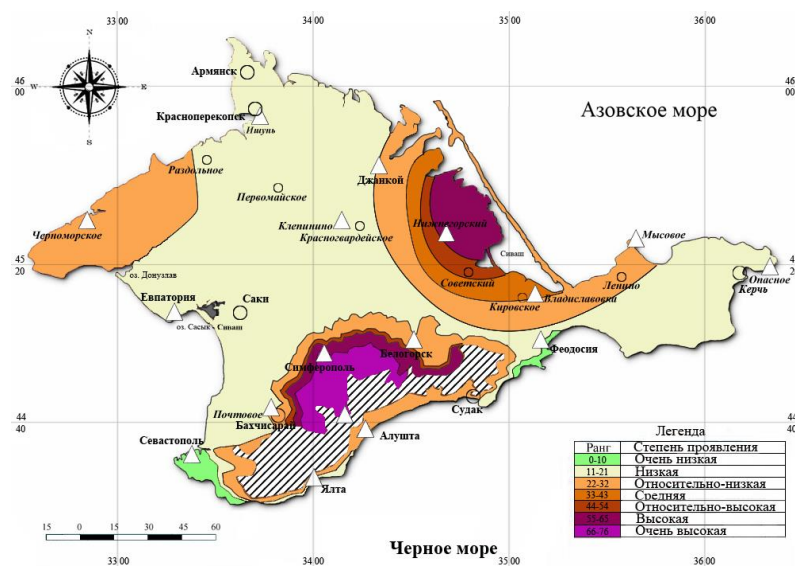


Рис. 2. Степень проявления опасных гидрометеорологических явлений и заморозков в Крыму (составлено автором).

Для Предгорного Крыма наивысшая степень проявления опасных гидрометеорологических явлений характерна для станции Симферополь (43 случаев за последнее пятилетие), это объясняется тем, что в Симферополе проявление опасных метеоявлений фиксируется в большем диапазоне наблюдений, чем на других станциях, важность фиксации также обусловлено для функционирования аэропорта г. Симферополь. Для Горного Крыма наивысшая степень проявления опасных гидрометеорологических явлений характерна для станции Ай-Петри (35 случаев за пятилетие). Однако следует отметить, что в Горном Крыму проявления опасных гидрометеорологических явлений может превышать данный показатель, так как в горном районе отсутствуют достаточное количество рядов инструментальных гидрометеорологических наблюдений.

Обратная ситуация наблюдается на севере Крыма, на юго-западе и юго-востоке полуострова. К очень низкой степени проявления отнесены: Красноперекопский район, Армянский, Севастопольский и Феодосийский городские советы.

Керченский полуостров и Южный берег Крыма относятся к зонам относительно-невысокой степени проявления опасных метеоявлений.

Наибольшее число заморозков характерно для Северо-восточного Крыма (Нижнегорский, Советский районы) и Предгорного Крыма (Симферопольский район).

Для оценки степени уязвимости различных регионов Крыма в результате проявления опасных гидрометеорологических явлений авторами с учетом местных геологических, геоморфологических, гидрологических особенностей всего полуострова [3, 4, 5, 6], а также степени антропогенной нагрузки составлена карта потенциальной гидрометеорологической опасности Крыма для техногенных (в том числе население) и агроландшафтов [7] (рис.3).

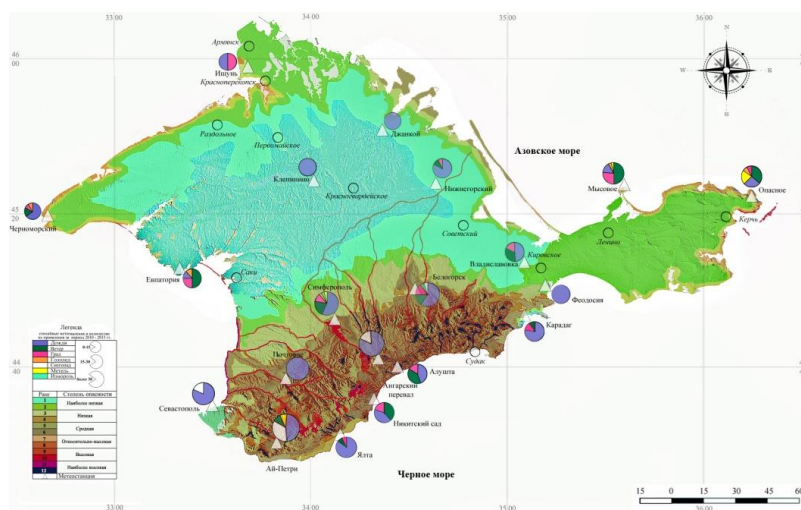


Рис.3. Потенциальная гидрометеорологическая опасность Крыма (составлено автором).

Анализ полученной информации показал, что для некоторых территорий, где число проявления опасных гидрометеорологических явлений весьма незначительное, но отмечается критическое геологическое, гидрологическое или антропогенное воздействие, степень потенциальной гидрометеорологической опасности может достигать очень высокого уровня [8].

Анализируя составленную карту, (рис 1) можно отметить, что наивысшая опасность наблюдается в Предгорном и Горном Крыму, в частности в городах Симферополе, Керчи, Белогорске, Ялте, на Ангарском перевале. В бассейнах наиболее крупных рек (Салгир, Кача, Черная, Альма, Бельбек, Биюк-Карасу, Бурульча, Быстрая, Улу-Узень, Судак, Кучук-Карасу, Байбуга), где после прохождения сильных ливней могут переполняться водохранилища, активизироваться значительные паводки и сели.

Высокая ПГМО зафиксирована вдоль береговой линии Крыма, на набережных, в зонах активных оползней и сильных абразионных процессов:

- Южный берег Крыма (в районе от бухты Ласпи до мыса Херсонесский, мыс Ифигения, мыс Кошка, Зеленый мыс, мыс Никита, в пределах Кучук-Ламбадского хаоса, мыс Чабан-Куле, мыс Ай-Фока, мыс Пуль-Оба, мыс Алчак, мыс Меганом, подножия Карадага, участки побережья от Коктебеля до мыса Киик-Атлама);

- западное побережье Крыма (от мыса Лукулл, поселки Песчаное, Береговое, Угловое, Николаевка до озера Кызыл-Яр);

- побережье Керченского полуострова (Азовское побережье – мыс Голубиный, мыс Фонарь до мыса Бакланов, от мыса Бакланов до мыса Тархан, мыс Зюк, мыс Китен (районы пос. Заводской и пос. Семеновка);

- побережье Керченского пролива (от с. Героевское до озера Тобечик, мыс Такил, Черноморское побережье – от мыса Такил до Кыз-Аульского маяка).

Высокая ПГМО проявляется и в районах с концентрацией техногенных ландшафтов: на автомобильных трассах, строительных площадках и в частности в зоне строительства Керченского моста. Автомобильные трассы часто попадают в зону чрезвычайных ситуаций при заморозках, туманах, метелях, пыльных бурях и других опасных гидрометеорологических явлениях. По статистике, около 40% всех ДТП в зимнее время на территории Крыма вызвано гололедом и снегопадом [8].

Наименьшая ПГМО характерна для Равнинного Крыма, а частности для Центрально-Крымской равнины. Это обусловлено следующими факторами: рельеф области преимущественно спокойный волнисто-лощинный. И только в юго-западном (Сасык-Альминская низменность) и юго-восточном (Индольская низменность) направлениях его расчлененность несколько усиливается, где ПГМО незначительно усиливается. Долины рек неглубокие, террасированы, особенно в их верхнем течении, поймы слабо разработаны. Реки области маловодные и летом, особенно в низовьях, на продолжительное время пересыхают, сохраняя только подрусловой сток. Ландшафтная структура Центральной области характеризуется сочетанием водораздельно-равнинных (с каштановыми, карбонатными и южными черноземами) и долинно-сухоречных местностей (с лугово-черноземными карбонатными почвами). Неблагоприятными особенностями всё же являются недостаточное количество атмосферных осадков (350–430 мм), суховеи, хотя и

редкие, кратковременные морозы, когда температура падает до минус 20°, что характерно практически для всего района степного Крыма [5].

Минимальная ПГМО отмечается и в узко-локализованных некоторых районах Предгорья и прибрежной полосы:

- в Севастополе – часть Гераклеяского куэстового полуострова;
- в Балаклаве – низкогорный, окраинно-грядовый район.

ВЫВОДЫ

Современными исследованиями доказано, что в связи с наблюдающимися тенденциями изменения климата, увеличением числа неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений, на полуострове возрастает потенциальная гидрометеорологическая опасность. Опасные гидрометеорологические явления активизируют оползни, сели, обвалы и осыпи в Предгорном и Горном Крыму, где отмечается наивысшая степень потенциальной гидрометеорологической опасности на полуострове. К числу наиболее несущим социально-экономический ущерб крымскому полуострову относятся следующие опасных гидрометеорологические явления: сильные ветры со шквалом, сильные ливни, заморозки, засухи, пыльные бури, град.

Список литературы

1. Архивные данные Федерального государственного бюджетного учреждения "Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды" "Статистика проявления опасных и стихийных гидрометеорологических явлений в Крыму" / Гос. архив Республики Крым, г. Симферополь, под. рук.: нач. ФГБУ "Крымского УГМС", 2015 г.
2. Перечень региональных критериев опасных природных гидрометеорологических явлений (ОЯ): ФГБУ "Крымское УГМС". URL: http://meteo.crimea.ru/?page_id=2598 (дата обращения 27.02.2019)
3. Автономная Республика Крым: атлас / под ред. Н.В. Багрова, А. Г. Руденко. Киев – Симферополь: Изд.: ТНУ им. В.И. Вернадского, Крымский науч. центр НАН и МОН Украины, Ин-т географии НАН Украины, Ин-т передовых технологий, 2003. 78 с.
4. Вель И. П. Климатический атлас Крыма. Симферополь: Изд.: Таврия-Плюс, 2000. 120 с.
5. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий: монография / Под науч. ред. Е. А. Позаченюк. С.: Изд.: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
6. Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма / Под ред. К.Т. Логвиновой, М.Б. Барабаш. Л.: Изд.: Гидрометеиздат, 1982. 317 с.
7. Ергина Е.И., Жук В.О. Влияние современных тенденций климата на состояние эрозионноопасных агроландшафтов и оценка почвообразующего потенциала природных факторов Крыма // Изв. ОГАУ. Оренбург: Изд.: ОГАУ, 2017. №3. С. 175–178.
8. Ергина Е.И., Жук В.О. О росте опасных и стихийных гидрометеорологических явлений на Крымском полуострове // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Ростов-на-Дону: Изд.: КИБИ МЕДИА ЦЕНТР ЮФУ, 2018. №1. С. 68–74.

POTENTIAL HYDROMETEOROLOGICAL DANGER OF CRIMEA

Zhuk V. O.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: zhuk_vladimir2015@mail.ru

The article analyzes the potential danger of such dangerous hydrometeorological phenomena in the Crimea as: strong and squally wind, heavy rain and prolonged heavy rain, frost, heavy snow, hot dry wind, drought, hail, blizzard, frost, dust storm, tornado, which negatively affect on the socio-economic situation in the region. A new map of the potential hydrometeorological danger of the Crimea is presented.

In the work, in the study of hazard hydrometeorological phenomena and the potential hydrometeorological danger of the Crimean peninsula, it is proposed to use the basic ideas of a systems approach that considers climate as a complex system of interaction of multiple factors.

The main climate-forming factors of the Crimea are determined by the geographical location and size of the peninsula, the characteristics of the underlying surface, the influence of the Black and Azov Seas, as well as the presence of the Crimean Mountains. Mountains stretching along the coast affect the climate of the surrounding areas. The climate of the Southern Coast of Crimea (SCC) is determined not so much by the height of the Crimean Mountains, as by their general direction from west to east, parallel to the southern coast. Under the influence of the mountains, there is a significant difference in air temperature between the regions of the Northern Crimea and the Southern Coast, located at an insignificant distance from each other.

In the course of this work, the spatial and temporal characteristics of the manifestation of dangerous hydrometeorological phenomena on the territory of the Crimean peninsula, the intensity of the manifestation of which determines the potential hydrometeorological hazard on the peninsula, are studied and presented in detail in the form of the material presented, geographic information cartographic modeling.

The basis of the actual information material in the statistical analysis was the archived data of regular full-scale hydrometeorological observations of the Crimean Hydrometeorology and Environmental Monitoring Department of the Crimean Hydrometeorological Monitoring and Environmental Monitoring Department on the development of dangerous hydrometeorological phenomena. To construct the maps, the modern geographic information cartographic system Quantum-Gis was used.

Hazardous hydrometeorological phenomena (DP) are those that, when they reach certain values, intensity, duration, time of occurrence, can cause significant damage to individual sectors of the economy and pose a threat to human safety. From this it follows that the hydrometeorological danger is a danger, which is primarily responsible for social and economic losses. To assess the vulnerability of various regions of Crimea as a result of the manifestation of dangerous hydrometeorological phenomena by the authors, taking into account the local geological, geomorphological, hydrological features of the entire peninsula, as well as the degree of anthropogenic load, a map of the potential hydrometeorological danger of Crimea for man-made (including population) and agricultural landscapes (PHMD) was compiled.

Modern studies have shown that due to the observed trends in climate change, the number of adverse and dangerous hydrometeorological phenomena is increasing. The Crimean Peninsula is subject to the same trends.

Keywords: hazardous hydrometeorological phenomena; Crimean peninsula, climate.

References

1. Arkhivnye dannye Federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo uchrezhdeniya "Krymskoe upravlenie po gidrometeorologii i monitoring okruzhayushchei sredy" "Statistika proyavleniya opasnykh i stikhiinykh gidrometeorologicheskikh yavlenii v Krymu" (Archival data of the Federal State Budgetary Institution "Crimean Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring" "Statistics on the occurrence of hazardous and spontaneous hydrometeorological phenomena in Crimea"). Gos. arkhiv Respubliki Krym, g. Simferopol', pod ruk.: nach. FGBU "Krymskogo UGMS", 2015 (in Russian).
2. Perechen' regional'nykh kriteriev opasnykh prirodnykh gidrometeorologicheskikh yavlenij (Oja): FGBU "Krymskoe UGMS". (The list of regional criteria for hazardous natural hydrometeorological phenomena (HP): Federal State Budgetary Institution "Crimean UGMS"). URL: http://meteo.crimea.ru/?page_id=2598 (accessed 27.02.2019) (in Russian).
3. Avtonomnaya Respublika Krym: atlas. (Autonomous Republic of Crimea: atlas) / pod red. N.V. Bagrov, A. G. Rudenko. Kiev – Simferopol': Izd.: TNU im. V.I. Vernadskogo, Krymskii nauch. Tsentr NAN I MON Ukrainy, In-t geografii NAN Ukrainy, In-t peredovykh tekhnologii, 2003, 78 p. (in Russian).
4. Ved' I. P. Klimaticheskii atlas Kryma. (Climatic Atlas of Crimea). Simferopol': Izd.: Tavriya-Plyus, 2000, 120 p. (in Russian).
5. Sovremennye landshafty Kryma i sopredel'nykh akvatorii (Modern landscapes of the Crimea and adjacent waters): monografiya. Pod nauch. red. E.A. Pozachenyuk. S.: Izd.: Biznes-Inform, 2009, 672 p. (in Russian).
6. Klimat i opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya Kryma. (Climate and hydrometeorological hazards of the Crimea). Pod red. K.T. Logvinovoi, M.B. Barabash. L.: Izd.: Gidrometeoizdat, 1982, 317 p. (in Russian).
7. Ergina E.I., Zhuk V.O. Vliyanie sovremennykh tendentsii klimata na sostoyanie erozionnoopasnykh agrolandshaftov i otsenka pochvoobrazuyushchego potentsiala prirodnykh faktorov Kryma (The influence of current climate trends on the state of erosion-dangerous agrolandscapes and the assessment of the soil-forming potential of natural factors in Crimea). Izv. OGAU. Orenburg: Izd.: OGAU (Publ.), 2017, no 3, pp. 175–178. (in Russian).
8. Ergina E.I., Zhuk V.O. O roste opasnykh i stikhiinykh gidrometeorologicheskikh yavlenii na Krymskom poluostrove. (On the growth of dangerous and natural hydrometeorological phenomena on the Crimean peninsula). Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Rostov-na-Donu: Izd.: KIBI MEDIA TSENTR YUFU (Publ.), 2018, no 1, pp. 68–74. (in Russian).

Поступила в редакцию 27.01.2019

УДК 528.8+551.468.2:913

БЕРЕГОВЫЕ АККУМУЛЯТИВНЫЕ ФОРМЫ ЗАЛИВА СИВАШ

Михайлов В. А.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация;
E-mail: mikhailov_vl@mail.ru*

Изрезанность очертаний и мелководность акватории залива Сиваш (Азовское море) обусловили формирование разнообразных по размерам и происхождению береговых аккумулятивных форм. Выявлены основные классы береговых аккумулятивных форм залива Сиваш (примкнувшие, свободные, замыкающие, окаймляющие, отчлененные), проанализированы особенности их происхождения. Распространения и морфологии.

Ключевые слова: Сиваш, Азовское море, лагуна, берег, аккумулятивная форма, морфология, береговой вал, пляж.

ВВЕДЕНИЕ

Значительная изрезанность и протяженность побережья (более 1000 км) при относительно небольшой площади (2500 км²), небольшие глубины (на большей части до 1 м, местами до 3 м), наличие достаточного количества прибрежно-морских наносов обусловили развитие в Сиваше береговых аккумулятивных форм разнообразных по размерам и происхождению. При этом вследствие динамичности среды, активной деятельности человека эти формы отличаются чрезвычайной изменчивостью. Несмотря на эти интересные особенности, берегам Сиваша вообще и береговых аккумулятивных формам посвящено небольшое число работ [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Это и определило актуальность данного исследования.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Формирование береговых аккумулятивных форм связано с продольным и поперечным перемещением наносов, формирующих элементарные, сложные и полигенетические формы. В образовании большинства аккумулятивных форм принимают участие как продольное, так и поперечное перемещение наносов. В результате, в конкретных географических условиях формируется значительное разнообразие форм. Широко известна морфологическая классификация аккумулятивных форм В. П. Зенковича (1962) которая включает в себя такие классы: примкнувшие, свободные, окаймляющие, замыкающие, отчленённые; каждый из классов включает в себя типы форм. Изучение береговых аккумулятивных форм Сиваша базировалось на этой классификации.

Относимые к данным классам аккумулятивные формы возникли в результате биогенного осадконакопления, которое распространено в пределах Восточного, Южного и в меньшей степени Среднего Сиваша. Это связано с закономерностями распространения наносообразующих моллюсков (преимущественно *Cerastoderma glaucum*, в меньшей степени *Abra ovata* и *Mytilaster lineatus*), которые в наибольшем

количестве встречаются в менее засоленных, связанных с морем, частях залива. До значительного опреснения Сиваша в результате строительства во второй половине прошлого века на прилегающей территории дренажно-коллекторной сети, наносообразующие моллюски отмечались лишь в северной части Восточного Сиваша [7]. Помимо биогенного в Сиваше распространению механическое осадконакопление, которое представлено главным образом наносами неволнового поля, возникшими при размыве суглинистых берегов залива. Эти наносы в условиях сгонно-нагонной циркуляции формируют ветровые осушки различных типов в данной работе не рассматриваются [2, 3].

Изучение береговых аккумулятивных форм основывалось на анализе спутниковых снимков очень высокого пространственного разрешения, полученных из сети Интернет, совместно с полевыми исследованиями. Анализ признаков дешифрирования (структуры изображения, цвета и формы) позволил выявить основные структурные единицы форм – древние и современные береговые валы.

В пределах акватории Сиваша выделены береговые аккумулятивные формы всех классов (примкнувшие, свободные, замыкающие, окаймляющие, отчлененные), а также промежуточные. Наибольшее количество форм отмечается в Восточном Сиваше, что связано как с наибольшим количеством нанософормирующих моллюсков, так и со сложной конфигурацией береговой линии (вогнутости берега, мысы, проливы, острова). Свободные аккумулятивные формы выдвинуты в пределы акватории на расстояние большее, чем ширина его основания, и соединяются с берегом одним концом (корневым). К ним относятся косы (направлены параллельно общей линии берега или изогнуты вглубь заливов и вогнутостей) и стрелки (направлены в сторону открытой акватории). В некоторых случаях свободный (дистальный) конец может быть отделен, и аккумулятивная форма переходит в класс отчлененных.

Эти береговые формы являются наиболее динамичными, все время подпитываясь вдольбереговыми потоками наносов. Для акватории Сиваша можно указать несколько типов таких форм, типичные условия образования которых давно описаны в литературе [8]. Длина свободных форм всех типов не превышает 4 км. Примеры некоторых свободных форм показаны на рисунке 1 (в основе лежит спутниковый снимок Landsat)

Наиболее распространенные формы образуются у изгиба коренной суши, от которой форма может быть вытянута более-менее прямолинейно или дуговидно изогнута, в общем, простираясь более-менее вдоль берега (рис. 1А). Такие формы состоят из серии параллельных береговых валов, обычно загнутых в дистальной части косы. Внутреннее пространство, образованное дугой косы, занято отдельными старыми, расположенными кулисообразно валами и ветровой осушкой («засухой»), постепенно переходящей в залив.

На сивашском побережье Арабатской стрелки, в ее южной части и Шакалинском сужении, образуется серия кос, вытянутых в целом вдоль побережья, а их образование не связано с какими-то особыми изгибами суши. Косы имеют длину до 3,5 км и расположены на расстоянии 10–15 км друг от друга и направлены

от центра лагуны на юг. Для кос в Южном Сиваше характерны более вытянутые, загнутые на вершине, дистальные концы.

На отчетливых выступах коренной суши могут образовываться формы двухстороннего питания («стрелки»), которые имеют различную конфигурацию (чаще треугольную), различную ширину отдельных сторон (в соответствии с мощностью потоков наносов), сходящихся обычно под острым углом (рис. 1В).

В работе определялось направление простираения свободных аккумулятивных кос. Для расчетов, выполненных с помощью программного комплекса ArcGIS 10.0, внешняя сторона кос разбивалась на приблизительно одинаковые отрезки, для которых определялся азимут простираения. Как показывает построенная в результате расчетов диаграмма, простираения основной части кос совпадает с направлением основной части берегов, и направлением господствующих ветров (северо-восточные).

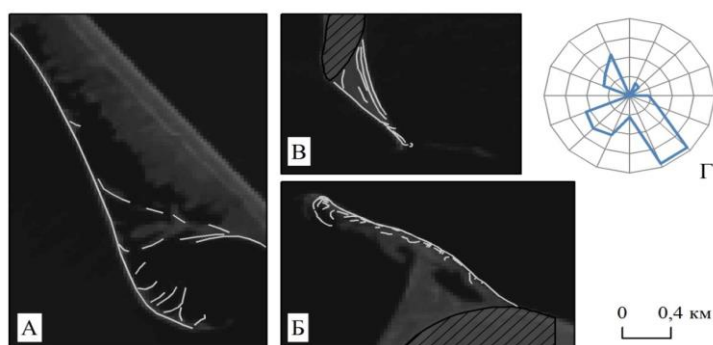


Рис. 1. Свободные аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша
А – у прямолинейного участка берега, Б – на изгибе берега, В – стрелки, Д – диаграмма направлений простираения свободных аккумулятивных.

Примкнувшие аккумулятивные формы соединены с коренным берегом на большом протяжении своей внутренней стороной. В пределах побережья Сиваша они встречаются преимущественно в вогнутостях берега (рис. 2А), реже на прямолинейных участках побережья (рис. 2Б). В их строении выделяется серия невысоких береговых валов параллельных береговой линии, или расположенных под углом к ней.

Достаточно специфическими для этого класса являются формы типа «входящий угол» (рис. 2В), образованные у основания перегораживающих акваторию Сиваша дамб (железнодорожной, Биюк-Найманской и Кугаранской); наиболее крупные такие формы образованы с восточной стороны дамб, у их южных оконечностей. В строении береговых валов таких форм выделяется несколько генераций, срезающих друг друга; часто отдельные серии валов разделены значительными понижениями, часто затопленными.

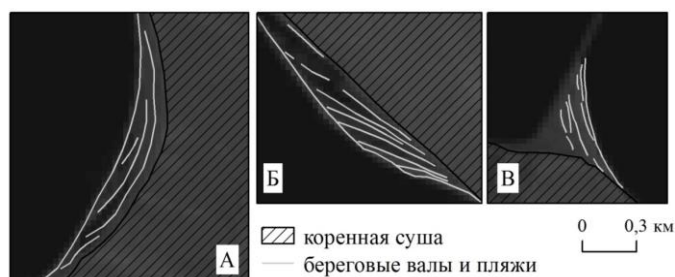


Рис. 2. Примкнувшие аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша
А – у изгиба берега, Б – вдоль прямолинейного участка берега, В – формы типа «входящий угол» у основания дамб.

Замыкающие береговые формы соединяет один или несколько участков суши, перегораживая залив (пересыпи), отделяя акваторию (бары) или разделяя ее (переймы). Пересыпи обычно отделяют небольшие озера и имеют длину до 2–5 км. Морфология сивашских пересыпей различна. Самые простые имеют ширину до нескольких десятков метров и состоят из серии параллельных береговых валов, размытых и частично заросших. Некоторые пересыпи имеют двойное строение, причем внутренняя пересыпь обычно фрагментарна, имеет вид отдельных изолированных вытянутых островов (рис. 3А).

В строении отдельных пересыпей отчетливо видно происхождение, связанное с косами, дистальный конец которых причленился к противоположному берегу залива, а коренной конец был размыт и смещен (рис. 3Б). Береговые валы в таких пересыпях расположены кулисообразно под острым углом к современной береговой линии, и вытянуты в направлении противоположном от источника поступления наносов. Такие пересыпи самые широкие (до 800 м), имеют в своем строении ветровые осушки, небольшие водоёмы и иногда по ширине превосходят отделяемые вторичные лагуны-озера (рис. 3В).

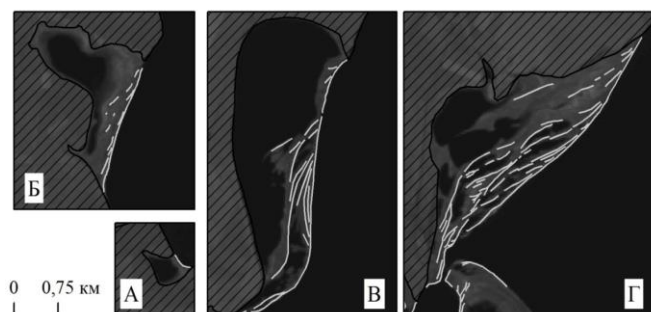


Рис. 3. Замыкающие аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша
А – простая одинарная пересыпь, Б – двойная пересыпь, В, Г – полигенетические пересыпи, возникшие в результате развития кос.

В целом, образование замыкающих береговых аккумулятивных форм способствует спрямлению достаточно извилистого ингрессионного побережья Сиваша.

Окаймляющие аккумулятивные формы имеют сложные, выпуклые в сторону акватории очертания в плане, отгораживая от моря внутреннюю лагуну; формы могут протягиваться непрерывно или прерываться узкой прораной. В пределах сивашского побережья они распространены незначительно, но достаточно разнообразны в зависимости от очертаний исходного коренного побережья, а их развитие связано с эволюцией одной или нескольких свободных аккумулятивных форм (кос). Самые простые окаймляющие формы развиваются при причленении к берегу дистального конца кос, протягивающихся вдоль береговой линии (рис. 4А); в таком случае, отделенная косой лагуна будет иметь вытянутые очертания, а само аккумулятивное тело различную ширину, связанную с несколькими генерациями береговых валов.

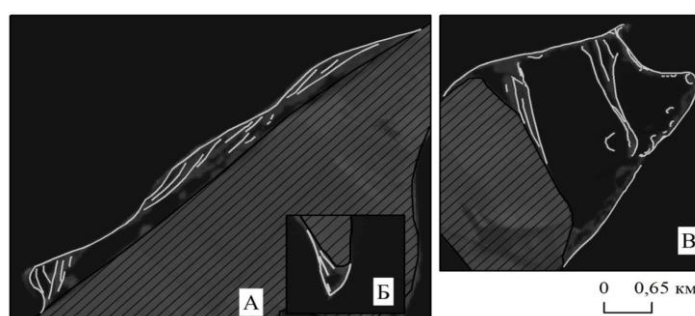


Рис. 4. Окаймляющие аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша
А – возникшие при причленении косы к коренному берегу, Б – простые формы у оконечностей мысов, В – сложные формы у оконечностей мысов.

На продолжении мысов и полуостровов, вдоль двух сторон которых происходит перемещение наносов, при слиянии двух кос могут образовываться окаймляющие формы двухстороннего питания (рис. 4В). Они имеют отчетливо выраженный, растущий дистальный конец, а заключенная внутри лагуна будет иметь округлые очертания. Самое сложное строение имеют формы, которые развиваются на оконечности полуостровов, выдвинутых в «свободную» акваторию, подверженных воздействию волнения и течений с большой изменчивостью направлений. Самые крупные формы подобного типа расположены у оконечностей полуостровов Тюп-Тархан, Тюп-Джанкой, Семеновский кут. Отдельные части этих форм представляют собой косы прямолинейных или дугообразных очертаний; более ранние генерации кос могут находиться внутри аккумулятивной формы, разделяя внутреннюю лагуну на отдельные части.

Отчлененные (островные) береговые формы возникают обычно на поздней стадии развития свободных или окаймляющих форм. В пределах акватории Сиваша

они получили достаточно широкое распространение, имея самые разнообразные очертания и размеры (от нескольких десятков метров до нескольких километров).

Самые распространенные отчлененные формы возникли при отделении дистального конца кос, поэтому имеют вытянутые очертания и состоят из серии вытянутых параллельно или расположенных кулисообразно береговых валов (рис. 5А). Самой крупной подобной формой является остров Камыши, вытянутый к югу от острова Папанин (Коянлы) в Восточном Сиваше, и отделённый от него цепочкой более мелких островов; длина острова составляет более 6 км, ширина от 60 до 600 м. Южная оконечность острова примыкает к проливу Протоки, отделяющему Коянловское и Чокракское расширения, поэтому сначала дугообразно изогнута и затем загнута в обратном направлении. Кроме того, более мелкие отчленённые формы могут образовываться при размыве средних частей кос (рис. 5Б, В).

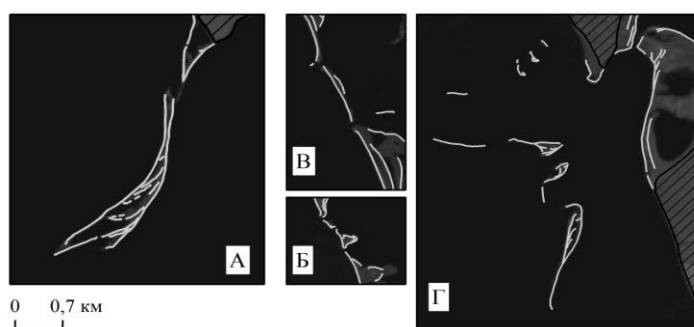


Рис. 5. Отчлененные аккумулятивные береговые формы побережья Сиваша
А – формы, возникшие при отчленении дистального конца косы, Б, В – формы, возникшие при размыве средних частей кос, Г – острова проливной дельты.

Особую группу класса отчлененных форм образуют острова проливных дельт, возникшие при совместном действии стоковых и нагонных течений. Самая крупная проливная дельта Сиваша возникла в северной части Арабатской стрелки: ее размеры достигают 4–5 км, в восточной части с Азовским морем соединяется два главных рукава (проливы Тонкий и Промойна, шириной до 200–300 м), от которых в центральной части дельты отделяются более мелкие. Возникшие при этом острова, в т.ч. два крупных – Крячинный и Верблюжий, низменные, с изменчивой береговой линией и небольшими озерами. Вторая по размерам проливная дельта существует с западной стороны Чонгарского пролива: она состоит из трех крупных (длиной до 1.8 км) и нескольких мелких островов, имеющих вид кос, радиально расходящихся от пролива (рис. 5Г). Остров, аналогичного происхождения, существуют и к востоку от проливов Протоки (между полуостровом Тюп-Тархан и островом Камышевый) и Переправа (между полуостровов Семеновский кут и островом Папанин (Коянлы). Вероятно, внутренняя, островная часть, сложно построенной пересыпи Сунакского залива (к западу от с. Соленое озеро) также возникла на месте проливной дельты в узком, входном проливе.

В. П. Зенкович (1962) к отчлененным формам относил бары (т.е. формы, возникшие при поперечном к простиранию берега перемещении наносов), причем как островные, так и прижатые к выступам берега. Аккумулятивные формы подобного типа Е. И. Игнатов, С. А. Лукьянова, В. И. Мысливец (1996) выделяли на западном побережье Шакалинского сужения и Южного Сиваша. Такие формы прекрасно выражены к северу и к югу от устья Салгира, а самая крупная (длина 8.5 км) – отделяет залив Алексеевскую засуху, причленена к суше южным краем и имеют постоянную прорану в северной.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в пределах акватории залива Сиваш представлено большое разнообразие береговых аккумулятивных форм, сложенных наносами волнового поля. Они относятся к классам примкнувших, свободных, замыкающих, окаймляющих и отчлененных. Происхождение форм каждого из классов связано с рядом факторов: конфигурацией побережья, особенностями гидродинамики и направлением господствующих ветров, наличием наносов. Их развитие способствовало одновременному упрощению и усложнению конфигурации берегов Сиваша.

Работа выполнена по результатам реализации проекта Программы развития ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» «Сеть академической мобильности «ГИС-Ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов» в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Список литературы

1. Шустов Б.С. Восточный Сиваш и его берега // Ученые записки МГУ. 1938. Вып. 19. География. Т. II. Берега. С. 103–114.
2. Леонтьев В. К., Леонтьев О. К. Основные черты геоморфологии Сивашской лагуны // Вестник МГУ. Серия «География». 1956. № 2. С. 185–194.
3. Давидов О. В. Фізико-географічна характеристика вітроприсушних берегів затоки Сиваш (в межах західного, центрального та східного регіонів) // Вісник Одеського національного університету. 2007. Т.12. Вип. 8. С. 62–70.
4. Михайлов В. А. О характере берегов Сиваша // Ученые записки Таврического Национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «География». 2007. Т. 20 (59). № 2. С. 322–332.
5. Михайлов В. А. Свободные и отчлененные береговые аккумулятивные формы залива Сиваш // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «География». Т. 27 (66). № 2. 2014. С. 65–74.
6. Игнатов Е. И., Лукьянова С. А., Мысливец В. И. Береговые аккумулятивные формы Сивашской лагуны, Крым // Теория и методы современной геоморфологии: Материалы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН, Симферополь, 3–8 октября 2016 г. Симферополь, 2016. Том 1. С. 251–255.
7. Антоновський О. Г., Крутікова О. О. Динаміка макрозообентосу Східного Сиваша в умовах гідроекологічних змін // Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки, 2012, № 3, С. 96–103.
8. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.

COASTAL ACCUMULATIVE FORMS OF SIVASH BAY

Mykhailov V. A.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

E-mail: mikhailov_vl@mail.ru

The unevenness configuration and shallow water area of Sivash Bay (Sea of Azov) led to the formation of coastal accumulative forms of various sizes and genesis. The main classes of coastal accumulative forms of Sivash Bay (according to the classification of V. P. Zenkovich (1962): joined, free, closing, bordering, detached) are identified, the features of their distribution, morphology and genesis are analyzed. These landforms are formed as a result of biogenic sedimentation and are distributed in the Eastern, Southern and partly Middle Sivash.

The joined accumulative forms are connected to the natural ground land for a long distance by their inner side. Within the Sivash coast, they are represented by accumulative terraces and are found mainly in concave and less often in straight sections of the coast.

Free accumulative forms are extended to the limits of the bay water area and are represented by spits. They are formed at the bends of the natural ground land and are stretched straight or arcuately curved, their length reaches 4 km. On the Sivash coast of the central and southern part of the Arabat Spit a series of spits are formed, extending along the coast as a whole and not connected with land bends ("Azov-type spits"). The main part of the spits is extended in accordance with the strike of the coast and the direction of the prevailing winds (northeast).

Closing coastal forms connects one or more land sites, blocking the bay (bay bars), separating the water area (bars) or separating it (tombolo). The genesis of some bay bars associated with the spit. Their length is 2–5 km, width - a few tens of meters; some bay bars have a double structure. Some bay bars have a more complex structure (width up to 800 m, there are small lakes), their origin is associated with braids.

The bordering accumulative forms have complex, convex outlines in the direction of the water area in plan, fencing off the inner lagoon from the sea; they can form can be pulled continuously or interrupted. Within the Sivash coast, these forms are not widely distributed, but have a diverse morphology. Their genesis is connected with the evolution of one or several free accumulative forms of various outlines (spits) put forward into the "free" water area.

Detached (island) coastal forms usually occur at a late stage of development of free or bordering forms. Within the Sivash water area, they were widely spread and having a variety of outlines and sizes (from several tens of meters to several kilometers). A special group of the class of detached forms is formed by the islands of straits deltas that arose during the joint action of discharge and wind-drift currents (for example, in the northern part of the Arabat Spit, in the Chongar Strait).

In general, the development of various class coastal accumulative forms contributed to the simultaneous simplification and complication of the Sivash coast configuration.

References

1. Shustov B. S. Vostochnyy Sivash i yego berega (East Sivash and its coast). Sc. Not. of MSU, 1938, No. 9, Vol. II (19), pp. 103–114. (in Russian).
2. Leontiev V. K., Leontiev A. K. Osnovnyye cherty geomorfologii Sivashskoy laguny (Main features of geomorphology of Sivash lagoon). Vestnik MSU, 1956, Ser. of "Geogr.", no. 2, pp. 185–194. (in Russian).
3. Davidov O. D. Fizyko-geohrafichna kharakterystyka vitroprysushnykh berehiv zatoky Syvash (v mezhakh zakhidnoho, tsentral'noho ta skhidnoho rehioniv) (Physical-geography characteristics of windy flat coast in Sivash bay (within the western, central and eastern sites)). Odesa Nat. Univ. Herald, 2007, Vol. 12 (8), no.62, pp. 62–70. (in Ukrainian).
4. Mikhailov V. A. O kharaktere beregov Sivasha (About character of coast of the Sivash). Sc. Not. of Taurida Nat. V. I. Vernadsky Univ. Ser. Geogr., 2007, Vol. 20 (59), no. 2, pp. 322–332. (in Russian).
5. Mikhailov V. A. Svobodnyye i otchlenennyye beregovyye akkumulyativnyye formy zaliva Sivash (Free and detached coastal accumulative forms of Sivash bay), 2014. Sc. Not. of Taurida Nat. V. I. Vernadsky Univ. Ser. Geogr., Vol. 20 (59), no. 2, pp. 65–74. (in Russian).
6. Ignatov Ye. I., Luk'yanova S. A., Myslivets V. I. Coastal accumulative forms of the Sivash Lagoon, Crimea (Theory and Methods of Modern Geomorphology). Proceedings of XXXV Plenary Meeting of RAS Geomorphological Committee. Simferopol, 2016. pp. 251–255.
7. Antonovsky O. G. Dynamika makrozoobentosu Skhidnoho Syvasha v umovakh hidroekologichnykh zmin (Dynamics of macrozoobenthos in Eastern Sivash under hydroecological change). Visnyk of Zaporizh. Nat. Univ. Biol. sc., 2012, no. 33, pp. 96. (in Ukrainian).
8. Zenkovich V. P. Osnovy ucheniya o razvitii morskikh beregov (The Fundamentals of the theory of the development of coasts). Moskow: USSR Academy of Sciences (Publ.), 1962, 710 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 10.03.2019

УДК 582.26/27:574.9(262.5)

ДОННЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ БУХТЫ КРУГЛОЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ, Г. СЕВАСТОПОЛЬ)

Панкеева Т. В.¹, Миронова Н. В.², Пархоменко А. В.³

^{1,2} *Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН,
г. Севастополь, Российская Федерация*

E-mail: tatyana.pankееva@yandex.ru, dr.nataliya.mironova@yandex.ua

³ *Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова
в г. Севастополе, Российская Федерация*

E-mail: avparkhomenko52@gmail.com

Для бухты Круглая впервые составлена ландшафтная карта, выделено 9 донных природных комплексов (ДПК). Подводные исследования бухты проводили методом детального изучения ключевых участков дна с применением ландшафтного профилирования. Установлено, что на формирование ДПК оказывают влияние геолого-геоморфологическое строение и гидродинамический режим бухты Круглая. Выявлено, что для акватории, прилегающей к мысам бухты, характерны абразионные и абразионно-аккумулятивные ДПК скально-песчаных подводных склонов с преобладанием видов цистозеры. Для центральной части и вершины бухты типичны аккумулятивные и абразионно-аккумулятивные ДПК слабонаклонных равнин с доминированием сообществ морских трав. С целью рационального природопользования береговой зоны предложено включить в резервную сеть перспективных для последующего заповедания акваторию бухты Круглая.

Ключевые слова: ландшафтная структура, донный природный комплекс, макрофитобентос, бухта Круглая, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость разработки научно-обоснованных рекомендаций, направленных на сохранение и восстановление ресурсов шельфа, привело к формированию теоретико-методологических основ морского ландшафтоведения. В настоящее время ландшафтный подход получил широкое применение в морских исследованиях [1]. Тем не менее, до сих пор, между представителями школ морского ландшафтоведения существуют разногласия в использовании научной терминологии. По мере развития этого направления приводили различные определения и трактовки морского ландшафта («аквальный ландшафт», «подводный ландшафт», «водный природный комплекс», «донный природный комплекс» и др.). В статье использован термин донный природный комплекс (ДПК) под которым понимается относительно однородный участок дна, характеризующийся единством взаимосвязанных компонентов: литогенной основы (донных осадков в пределах активного слоя или поверхности коренной породы) и населяющих их морских организмов [2].

К настоящему времени К.М. Петровым, Н.Н. Митиной, Т.В. Панкеевой с соавторами проведены исследования ландшафтной структуры береговой зоны. Н.Н. Митиной и Е.В. Чуприной, А.Н. Тамайчуком выполнено физико-географическое районирование. Л.А. Пасынковой дана характеристика глубоководных ландшафтов континентального склона Черного моря. Н.Н. Митиной и Л.А. Пасынковой

проведена оценка устойчивости черноморских донных ландшафтов к природным и антропогенным факторам. Е.А. Позаченюк и М.В. Пенно введено понятие «морской антропогенный ландшафт» и предложена его типизация по преобладающим видам хозяйственной деятельности [3]. Тем не менее, работ, посвященных черноморским подводным ландшафтам и особенно прибрежной зоне Крымского полуострова, недостаточно, несмотря на то, что они характеризуются значительным видовым разнообразием и высокой степенью сохранности акваторий. Учитывая, что природные комплексы береговой зоны подвергаются наиболее интенсивной антропогенной нагрузке, необходимо проводить изучение и разрабатывать меры по их охране и восстановлению.

Для береговой линии г. Севастополя характерно наличие более 30 бухт. Бухты между собой отличаются волновым и гидрохимическим режимом, наличием абразионных и аккумулятивных форм рельефа, для них характерны разные фитоценозы водорослей и морских трав. В настоящее время береговая зона бухт активно используется под застройку рекреационными объектами, а также для строительства берегоукрепительных гидросооружений. В связи с чем, вопрос сохранения биологического и ландшафтного разнообразия их акваторий актуален.

Бухта Круглая отличается обилием уникальных местообитаний донной растительности, имеет высокую научно-познавательную, зоологическую и эстетическую ценность, ее береговая зона привлекательна для развития рекреационной деятельности.

Цель статьи заключалась в изучении ландшафтной структуры и картировании ДПК бухты Круглая, как одной из перспективных морских охраняемых акваторий региона Севастополя.

Отбор проб и первичная обработка макрофинобентоса проведена в рамках темы ФГБУН ИМБИ АААА-А18-118020890074-2, в которой помимо авторов принимали участие сотрудники лаборатории фиторесурсов.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Бухта Круглая расположена на северном побережье Гераклейского полуострова между Двойной и Стрелецкой бухтами. Она относится к полужакрытому типу, мелководная, ее глубина в среднем составляет 4,5 м. Площадь акватории не превышает 0,64 км² [4].

В акватории бухты, прилегающей к мысам, подводный склон приглубый, сложен слоистыми сарматскими известняками. На глубине 5–9 м наблюдаются выходы известняков и песчаников в виде плит, которые чередуются с западинами, заполненными гравийным материалом. Центральная часть и вершина бухты занята слабонаклонной аккумулятивной равниной, сложенной преимущественно песчано-илистыми отложениями. Характерна скалистая отмель с глубинами до 0,6 м.

Донная растительность бухты, в основном, представлена видами цистозеры (*Cystoseira barbata* C. Ag., *C. crinita* (Desf.) Bory), филлофоры (*Phyllophora crispa* (Huds.) P.S. Dixon), видов zostеры (*Zostera noltei* Hornem, *Z. marina* L) и *Stuckenia pectinata* (L.) Börner.

ДОННЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ БУХТЫ КРУГЛОЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ, Г. СЕВАСТОПОЛЬ)

При исследовании ландшафтов акватории бухты Круглая использовали общие методологические положения ландшафтоведения и известные методы изучения подводных ландшафтов [1, 5-7]. Подводные исследования ДПК бухты проводили с борта маломерного судна с применением легководолазной техники в летний период 2018 г. В бухте было заложено пять трансект. Трансекты I, II, IV - расположены перпендикулярно к берегу и III, V – пересекают в широтном и меридиональном направлении бухту, охватывая все типы ландшафтов (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Координаты и диапазон глубин трансект в бухте Круглая

№ Трансекты	Координаты		Диапазон глубин, м
	северная широта	восточная долгота	
I	44°36'22"	33°26'51"	0,5–10
II	44°36'16"	33°26'26"	0,5–10
III	44°36'06"	33°26'27"	0,5–5,5-0,5
IV	44°36'54"	33°26'31"	0,5–3,5-0,5
V	44°36'41"	33°26'52"	0,5–15

Дайвер-исследователь, снабженный дайв-компьютером, проходил вдоль мерной линии (трансекты), отмечая глубину смены ландшафта, нижнюю границу фитали, при этом выполняя фото- и видеосъемку. В зависимости от прозрачности воды радиус исследуемой площади дна вдоль трансекты составлял примерно 10–15 м. На ключевых стандартных глубинах (0,5; 1; 3; 5 и 10 м), используемых при гидробиологических исследованиях, дайвер визуально описывал донные отложения, пользуясь классификацией морских обломочных осадков по гранулометрическому составу, разработанной П.Л. Безруковым и А.П. Лисициным (1960) [8]. Для изучения состава и структуры донных фитоценозов на этих глубинах закладывали по четыре учетные площадки размером 25х25 см, при этом, учитывали проективное покрытие дна макрофитами (ПП) [9]. Всего заложено 23 станции, собрано и обработано 92 количественные пробы. Выделение фитоценозов проводили согласно доминантной классификации по А.А. Калугиной-Гутник (1975).

Информацию о донных компонентах, полученную в ходе водолазного описания, оформляли графически в виде ландшафтного профиля. В основе ландшафтного профиля лежит батиметрическая кривая, составленная в результате предварительного анализа навигационной карты и водолазного промера.



На батиметрической кривой различными условными обозначениями отражали литофациальные разности донных осадков и массовые виды макрофитов. В дальнейшем выделяли однотипные участки морского дна, приуроченные к одной мезоформе рельефа, имеющие одинаковые по происхождению и составу слагающие горные породы и характерные фитоценозы. Вертикальными линиями, разделяющими профиль на серию отрезков, показывали границы ДПК. Таким образом, для бухты Круглая составлены ландшафтные профили для пяти трансект (рис. 2).

Для создания ландшафтной карты использовали программный пакет QGIS 2.18.17 и электронную основу навигационной карты. Географическую привязку границ ДПК осуществляли с помощью программы QGIS. Сопряженный анализ батиграфии, карт литологического состава и данных водолазной съемки позволили провести экстраполяцию участков дна со сходными параметрами для выделения границ ДПК. Результаты обобщения исследований ДПК бухты отражены на ландшафтной карте (рис. 3).

1. Глыбово-валунная отмостка и выходы коренных пород с преобладанием видов цистозиры. ДПК расположен в акватории выходных мысов восточного и западного побережья бухты на глубине 0,5-1 м. В приурезовой зоне доминируют слабоокатанные глыбово-валунные отложения. Здесь описан фитоценоз *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*.

ДОННЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ БУХТЫ КРУГЛОЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ, Г. СЕВАСТОПОЛЬ)

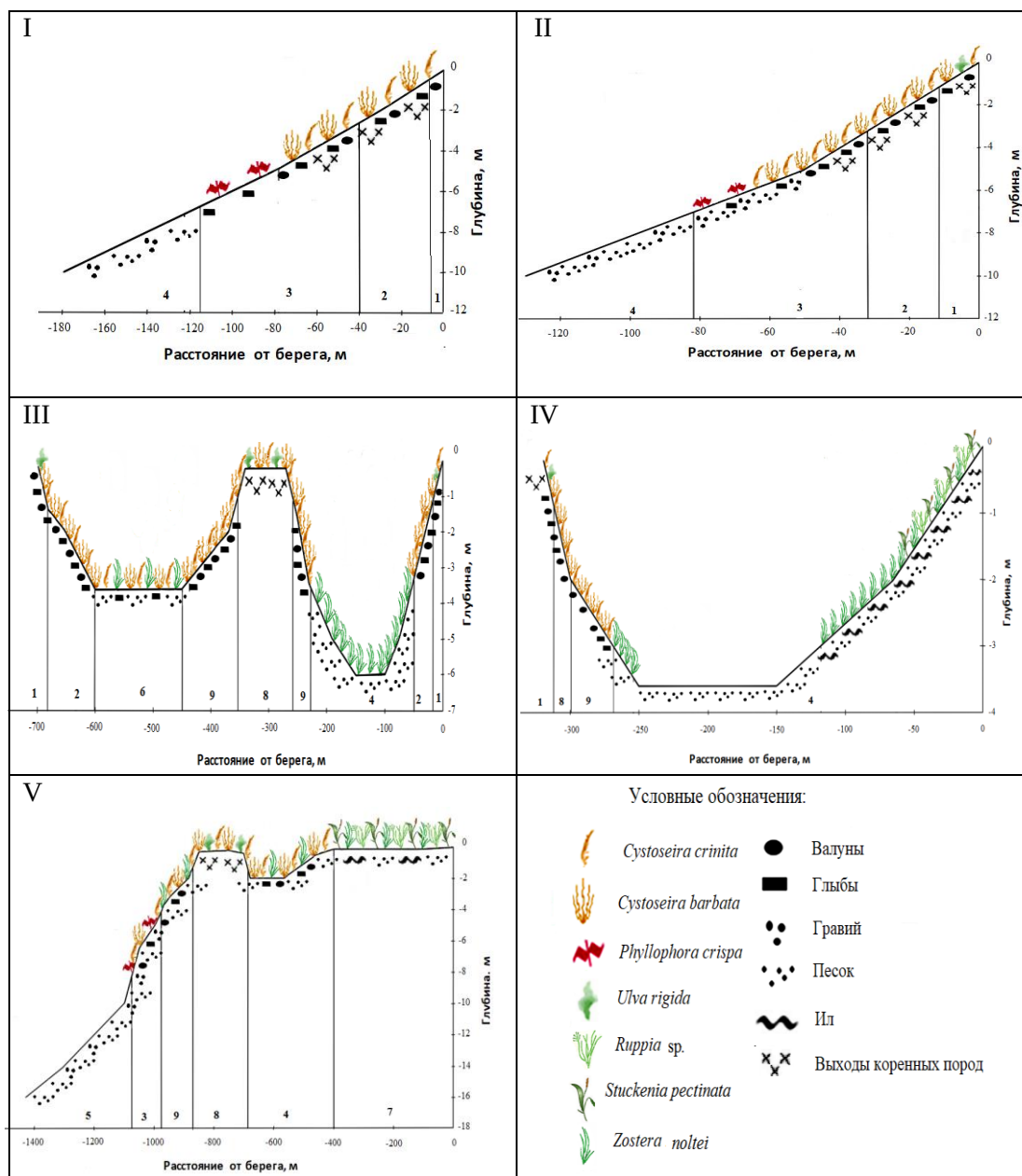


Рис. 2. Ландшафтные профили бухты Круглая.

Примечание: I–V – нумерация трансект соответствует условным обозначениям, представленным на рисунке 1.

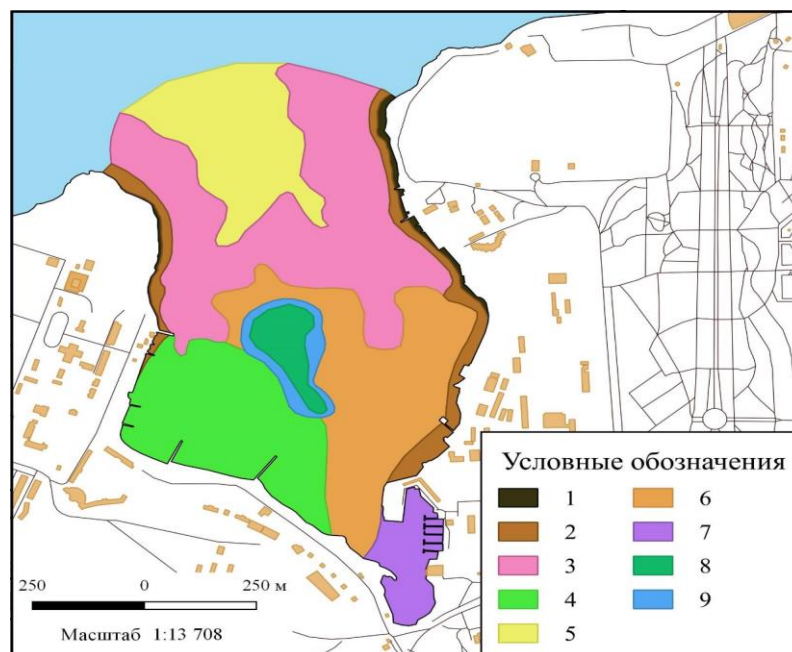


Рис. 3. Картограмма ландшафтной структуры бухты Круглая.
Примечание: 1–9 нумерация ДПК.

1. Глыбово-валунная отмостка и выходы коренных пород с преобладанием видов цистозиры;
2. Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями с выходами коренных пород, с преобладанием видов цистозиры;
3. Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями с выходами коренных пород, с доминированием видов цистозиры и с чередованием гравийно-псаммитовых отложений, где встречается филофора курчавая;
4. Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная псаммитово-алевритовыми отложениями с доминированием морских трав;
5. Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная псаммитово-гравийными отложениями, лишенная донной растительности;
6. Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозиры, а на псаммитово-алевритовом субстрате доминирует взморник Нольта;
7. Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная алеврито-пелитово-псаммитовыми отложениями, с деградированным сообществом морских трав;
8. Вершина подводной гряды с преобладанием видов цистозиры и ульвы жесткой;
9. Подводные склоны гряды, сложенные псефитовыми отложениями с выходами коренных пород, с преобладанием видов цистозиры.

2. Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями с выходами коренных пород, с преобладанием видов цистозиры. ДПК отмечен вдоль западного и восточного побережья на глубине 1–3 м. Подводный склон приглубый, сложенный сарматскими слоистыми известняками. Здесь зарегистрирован фитоценоз *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*.

3. Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями с выходами коренных пород, с доминированием видов цистозиры и с чередованием гравийно-псаммитовых отложений, где встречается филлофора курчавая. ДПК занимает северо-западную, северо-восточную и центральную части бухты на глубине от 5 до 8 м. Для рельефа дна характерны выходы сарматских известняков в виде плит, где зарегистрирован фитоценоз *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Межгрядовые понижения заполнены мелкообломочным материалом с включением битой ракушки, где зафиксирован фитоценоз *Phyllophora crispa*.

4. Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная псаммитово-алевритовыми отложениями с доминированием морских трав. ДПК расположен в юго-западной части бухты на глубине 0–5 м. Для него характерна равнина, имеющая уклон к скалистой отмели, расположенной в центральной части бухты. Наклонная поверхность сложена в основном песчаными отложениями. Сообщество морских трав, представлено видами: *Z. noltei*, *Zostera marina*, *Zannichellia* sp., видов *Ruppia*, *Stuckenia pectinata*.

5. Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная псаммитово-гравийными отложениями, лишенная донной растительности. ДПК занимает центральную часть бухты на глубине 8–16 м. Рельеф представляет выровненную поверхность.

6. Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозиры, а на псаммитово-алевритовом субстрате доминирует взморник Нольта. ДПК занимает юго-восточную и частично центральную часть бухты на глубине 3–5 м. Для рельефа характерны слабоокатанные глыбы известняков. Здесь зарегистрирован фитоценоз *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Наличие вдольбереговых потоков приводит к формированию в этой части бухты гравийно-песчаных отложений, для которых характерен фитоценоз морской травы *Z. noltei*.

7. Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная алеврито-пелитово-псаммитовыми отложениями, с деградированным сообществом морских трав. ДПК занимает устьевую часть бухты, представляет выровненную поверхность с глубинами 0,5–1 м. Эта часть акватории испытывает значительную антропогенную нагрузку.

8. Вершина подводной гряды с преобладанием видов цистозиры и ульвы жесткой. ДПК занимает центральную часть бухты. Характерна скалистая отмель с глубинами до 0,5 м. Здесь описаны фитоценозы *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* и *Cystoseira crinita*–*Ulva rigida*.

9 Подводные склоны гряды, сложенной псефитовыми отложениями с выходами коренных пород, с преобладанием видов цистозиры. ДПК занимает центральную часть бухты. Для него характерны очень крутые склоны, достигающие глубин 3-5 м. Здесь зарегистрирован фитоценоз *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*.

Анализ полученных материалов показал, что на формирование ландшафтной структуры бухты Круглая, оказывают влияние особенности геолого-геоморфологического строения и гидродинамического режима, что определило пространственное распределение ДПК.

В глубоководной (глубина до 10-15 м) части акватории бухты, прилегающим к мысам, формирование ДПК происходит под воздействием открытого моря. К мысам бухты приурочены абразионные и абразионно-аккумулятивные ДПК скально-псефитовых подводных склонов с преобладанием видов цистозиры. Вниз по профилю подводного склона на выходе из бухты располагается аккумулятивный ДПК слабонаклонной равнины, лишенный растительного покрова. На откосе подводного склона волнение, заходящее в бухту, ослабляется. В результате чего центральная часть бухты имеет спокойный гидродинамический режим и формируются аккумулятивные формы рельефа. Здесь характерны ДПК слабонаклонной псаммитовой равнины с доминированием морских трав. В центральной части бухты отмечен ДПК подводной гряды, где преобладают виды цистозиры. Вершина бухты Круглая характеризуется слабым водообменом, спокойным гидродинамическим режимом и опреснением, что приводит к формированию аккумулятивного ДПК слабонаклонной равнины, сложенной алеврито-пелитово-псаммитовыми отложениями с доминированием морских трав.

Для бухты Круглая характерно наличие краснокнижных видов макрофитов. Известно, что для Черного моря цистозира и филлофора считаются ключевыми и доминирующими видами водорослей, входят в состав списков Красной книги (КК) Республики Крым. Кроме этого, филлофора внесена в КК РФ и КК Севастополя. Взморник Нольта (*Zostera noltei* Hornem) и виды руппии (*Ruppia* spp.) входят в состав КК РК, при этом сообщества морских трав отнесены ЮНЕП к критическим местообитаниям Мирового океана [10]. Сохранение морских биотопов задекларировано многими природоохранными программами, соглашениями и Конвенциями (Natura 2000, EUNIS, Habitats Directive 92/43/EEC, Annex 1) [11]. Кроме этого, бухта Круглая является местом регулярных и многочисленных сезонных скоплений гидрофильных птиц, играет важную роль резервата орнитологического разнообразия на юге Крыма [12].

Для сохранения бухты Круглая, как ценного природного и эколого-воспитательного объекта, целесообразно придание ей статуса гидрологического памятника природы регионального значения - «Прибрежный аквальный комплекс бухты Круглая». Однако для сохранения и восстановления особо ценных ландшафтов необходим комплексный подход к охране морских акваторий с включением в их состав прибрежных территорий. Это предотвратит возможную застройку береговой зоны и прекратит деградацию еще сохранившихся естественных местообитаний. Ландшафтная карта бухты Круглая является

ДОННЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ БУХТЫ КРУГЛОЙ (ЧЕРНОЕ МОРЕ, Г. СЕВАСТОПОЛЬ)

картографической основой рационального природопользования, поскольку она дает комплексную информацию о пространственном распространении уникальных и редких ДПК.

Придание природоохранного статуса бухте Круглая будет способствовать формированию экологического центра в урбанизированной территории и позволит оптимизировать экологическую сеть морских охраняемых акваторий г. Севастополя. Применение ландшафтного подхода в морских исследованиях дает возможность отразить региональные закономерности их пространственного распространения ДПК, определить приоритетные акватории для заповедания, способствует формированию экологической сети морских охраняемых акваторий, выработать принципы рационального природопользования в прибрежной зоне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований показано, что на формирование ландшафтной структуры бухты Круглая оказывает влияние литологический состав донных отложений, который определяется особенностями геолого-геоморфологического строения береговой зоны. Своеобразие геолого-геоморфологического строения и гидродинамического режима бухты обусловили разнообразие сообществ макрофитов, где представлены как морские травы, так и водоросли.

Для ландшафтной структуры бухты Круглая характерно 9 типов ДПК. Выявлено, что для акватории, прилегающей к мысам бухты, характерны абразионные и абразионно-аккумулятивные ДПК скально-псефитовых подводных склонов с преобладанием видов цистозире. В центральной части и вершине бухты типичны аккумулятивные и абразионно-аккумулятивные ДПК слабонаклонной равнины с доминированием морских трав. В ландшафтной структуре бухты Круглая выделены ДПК с участием ключевых видов макрофитов, которые имеют научную и природоохранную ценность, отличаются охранным статусом.

В настоящее время в бухте Круглая сложился конфликт между ее природоохранной ценностью и активным хозяйственным использованием. Для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия предложено включить бухту Круглая в сеть перспективных для заповедания акваторий, что позволит оптимизировать экологическую сеть г. Севастополя. Ландшафтные карты побережья являются информационной основой для принятия решений по рациональному природопользованию, а также могут использоваться при создании различных прикладных, оценочных, инвентаризационных, конструктивных и прогнозных карт, которые считаются важным звеном для разработки проектов хозяйственного освоения береговой зоны Черного моря.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИМБИ по теме «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» (гос. рег. № АААА-А18-118021350003-6). Отбор проб и первичная обработка макрофинобентоса проведена в рамках темы ФГБУН ИМБИ АААА-

A18-118020890074-2, в которой помимо авторов принимали участие сотрудники лаборатории фиторесурсов.

Список литературы

1. Петров К. М. Подводные ландшафты: теория, методы исследования. Л.: Наука, 1989. 126 с.
2. Папунов Д. В. Макрофитобентос как индикатор динамики подводных ландшафтов береговой зоны моря // Вопросы современной альгологии. 2012. № 2(2). URL: <http://algology.ru/121>
3. Панкеева Т.В. Миронова Н.В. Морские ландшафты: проблемы и перспективы изучения (Черное море, Крым) // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: материалы XIII Междунар. ландшафтной конф. (Воронеж, 14–17 мая 2018 г.) / ред.: В.Б. Михно и др. Воронеж: ИСТОКИ, 2018. Т. 2. С. 107–109.
4. Ковардаков С. А., Празукин А. В. Структурно-функциональные характеристики донного фитоценоза бухты Круглой (Севастополь) // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2012. № 7. С. 138–148.
5. Блинова Е. И., Пронина О. А., Штрик В. А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых морских водорослей прибрежной зоны // Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. Вып. 3. С. 80–127.
6. Игнатов Е. И., Митина Н. П., Папунов В. Г. Методика исследований донных комплексов мелководной части шельфа // Подводные гидробиологические исследования. 1982. С. 80–83.
7. Мануйлов В.А. Методы исследования донных природных комплексов прибрежной зоны для марикультуры // Донные ландшафты Японского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. С. 64–73.
8. Безруков П. Л., Лисицин А. П. Классификация осадков современных морских водоемов // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. 1960. Т. 32. С. 3–14.
9. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. К.: Наукова думка, 1975. 248 с.
10. Миличакова Н. А., Миронова Н. В., Рябогина В. Г. Морские растительные ресурсы. // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / ред.: В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Г. Е. Шульма, Ю. А. Загородняя. Севастополь, 2011. Гл. 4. С. 117–139.
11. Black Sea Marine Habitat Classification Workshop, May 2007. (BSCHC Workshop). [Текст]: Unpublished working document / Black Sea Commission/EEA, 2007.
12. Гиригосов В. Е., Бескаравайный М. М., Костин С. Ю. Новые данные о некоторых редких и малоизученных птицах Крыма по наблюдениям в Севастопольском регионе // Бранта: сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции. 2015. № 18. С. 24–30.
13. Панкеева Т. В., Миронова Н. В., Пархоменко А. В. Роль морских охраняемых акваторий в сохранении донных природных комплексов (г. Севастополь) // ЭКОБИО – 2018. Сб. материалов V науч.-практ. молодежной конф. «Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами» (8–11 окт. 2018 г.). Севастополь: Филиал МГУ в г. Севастополе, 2018. С. 124–127.

BOTTOM NATURAL COMPLEXES OF Kruglaya Bay (BLACK SEA, SEVASTOPOL)

Pankeeva T. V.,¹ Mironova N. V.,² Parkhomenko A. V.³

^{1,2}*Kovalevsky Institute of Marine Biological Research, Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russian Federation E-mail: tatyanapankeeva@yandex.ua*

³*Branch of M.V. Lomonosov Moscow State University in the city of Sevastopol, Sevastopol, Department of natural sciences, Faculty of Geography Sevastopol, Russian Federation E-mail: avparkhomenko52@gmail.com*

The application of a landscape approach acquiring scientific and practical significance in marine research is being widely discussed nowadays. It involves an integrated study of natural systems, which then allows the development of scientific and methodological recommendations on environmental and coastal zone management. Accumulated knowledge about Black Sea underwater landscapes is scarce especially in the coastal zone of the Crimean peninsula. This specific zone is being characterized by the considerable diversity of species, unique habitats, and a high degree of preservation of water areas.

Subaqual researches of the Kruglaya Bay were being held during the summer of 2018, by applying the scientific method of detailed study of key bottom areas alongside landscape profiling. For the first time, the landscape profiles for five transects were drawn up for the coastal zone of the bay. As a part of research nine BNC were identified and a landscape map was compiled. The landscape structure of the Kruglaya Bay can be characterized with 9 types of BNC.

The formation of the landscape structure is influenced by the lithological composition of bottom sediments, the nature and dynamics of the alongshore sediment flows, which are directly related to the geological and geomorphological structure of the coastal zone. The diversity of the geological-geomorphological structure influenced by hydrodynamic conditions of the bay caused in a variety of macrophyte communities, where both seagrass and seaweeds are represented.

It was revealed that the water area adjacent to the exit capes of the bay is characterized by abrasion and abrasion-accumulative BNC on submarine slopes composed with rocky-psephite gravel alongside predominance of *Cystoseira* sp. There are typical accumulative and abrasion-accumulative BNC of weakly inclined planes dominated by seagrass in the central and estuary parts of the bay.

In the landscape structure of the Kruglaya Bay, BNC was identified with the participation of key macrophyte species: *Cystoseira* and *Zostera*. Those BNC have special protection status due to scientific and conservation value. For the preservation of landscape and biological diversity, it was proposed to include the Kruglaya Bay into the network of promising marine conservation areas, which will optimize the ecological network of the Sevastopol city.

The application of the landscape approach in marine research makes it possible to reflect the regional patterns of BNC spatial distribution. Such methodological approach is the key step to identify priority areas for conservation and as a result, formation of an ecological network of marine protected areas.

Keywords: landscape structure, bottom natural complexes, macrophytobenthos, phytocoenoses, Kruglaya Bay, Black Sea.

References

1. Petrov K. M. Podvodnye landshafty: teoriya, metody issledovaniya (Submerged Landscapes: Theory and Study). L.: Nauka, 1989, 126 p. (in Russian).
2. Papunov D. V. Macrophytobenthos as an indicator of bottom marine seascapes in coastal zone (Macrophytobenthos as an indicator of dynamics of submerged landscapes of the coastal zone of a sea). Voprosy sovremennoi al'gologii, 2012, no 2(2), URL: <http://algology.ru/121> (in Russian).
3. Pankeeva T. V., Mironova N. V. Morskie landshafty: problemy i perspektivy izuchenija (Chernoe more, Krym) (Marine landscapes: problems and prospects of the study (the Black Sea, Crimea)) //

- Sovremennoe landshaftno-jekologicheskoe sostojanie i problemy optimizacii prirodnoj sredy regionov: materialy XIII Mezhdunar. landshaftnoj konf. (Voronezh, 14–17 maja 2018 g.). Red.: V.B. Mihno i dr. Voronezh: ISTOKI, 2018, pp. 107–109. (in Russian).
4. Kovardakov S. A., Prazukin A. V. Strukturno-funkcional'nye harakteristiki donnogo fitocenoza buhty Krugloj (Sevastopol') (Structural and functional characteristics of the bottom phytocenosis of the Round Bay (Sevastopol)). *Jekosistemy, ih optimizacija i ohrana*, 2012, no 7, pp. 138–148. (in Russian).
 5. Blinova E.I., Pronina O.A., Shtrik V.A. Metodicheskie rekomendatsii po uchetu zapasov promyslovyykh morskikh vodoroslei pribrezhnoi zony (Methodical recommendations on the accounting of stocks of commercial seaweed of the coastal zone). *Metody landshaftnykh issledovanii i otsenki zapasov donnykh bespozvonochnykh i vodoroslei morskoi pribrezhnoi zony. Izuchenie ekosistem rybokhozyaistvennykh vodoemov, sbor i obrabotka dannykh o vodnykh biologicheskikh resursakh, tekhnika i tekhnologiya ikh dobychi i pererabotki*. M.: Izd-vo VNIRO, 2005, iss. 3, pp. 80–127. (in Russian).
 6. Ignatov E. I., Mitina N. P., Papunov V. G. Metodika issledovanii donnykh kompleksov melkovodnoi chasti shel'fa (Study of bottom complexes of the shallow water part of a shelf). *Podvodnye gidrobiologicheskie issledovaniya*, 1982, pp. 80–83. (in Russian).
 7. Manujlov V.A. Metody issledovaniya donnykh prirodnykh kompleksov riasovoj beregovoj zony dlja marikul'tury (Methods of research of bottom natural complexes of the rias coastal zone for mariculture). *Onnye landshafty Japonskogo morja. Vladivostok: DVNC AN SSSR*, 1987, pp. 64–73. (in Russian).
 8. Bezrukov P. L., Lisitsin A. P. Klassifikatsiya osadkov sovremennykh morskikh vodoemov (Classification of sediments in modern marine waters). *Tr. In-ta okeanologii AN SSSR*, 1960, vol. 32, pp. 3–14. (in Russian).
 9. Kalugina-Gutnik A. A. Fitobentos Chernogo morya (Phytobenthos of the Black Sea). Kyiv: Naukova Dumka, 1975, 248 p. (in Russian).
 10. Milchakova N. A., Mironova N. V., Ryabogina V. G. Morskie rastitel'nye resursy. Promyslovyje bioresursy Chernogo i Azovskogo morej (Marine plant resources. Biological resources of the Black sea and of Azov). In: *Promyslovyje bioresursy Chernogo i Azovskogo morei* // V. N. Ereemeev, A. V. Gaevskaya, G. E. Shulman, Yu. A. Zagorodnyaya (Eds.). Sevastopol: ECOSI-Gidrofizika, 2011, Gl. 4, pp. 117–139. (in Russian).
 11. Black Sea Marine Habitat Classification Workshop, May 2007. (BSCHC Workshop): Unpublished working document. Black Sea Commission. EEA, 2007 (in English).
 12. Giragosov V. E., Beskaravajnyj M. M., Kostin S. Ju. Novyye dannyye o nekotorykh redkikh i maloizuchennykh ptitsakh Kryma po nablyudeniyam v Sevastopol'skom regione (New data on some rare and poorly known birds of Crimea as observed in the Sevastopol region). *Branta: sbornik nauchnykh trudov Azovo-Chernomorskoj ornitologicheskoy stancii*, 2015, no 18, pp. 24–30. (in Russian).
 13. Pankeeva T. V., Mironova N. V., Parkhomenko A. V. Rol' morskikh okhranyaemykh akvatorii v sokhranении donnykh prirodnykh kompleksov (g. Sevastopol') (The role of marine protected areas in the preservation of benthic natural complexes (Sevastopol)). In: *EKOBIO – 2018: Sb. materialov V nauch.–prakt. molodezhnoi konf. «Ekobiologicheskie problemy Azovo-Chernomorskogo regiona i kompleksnoe upravlenie biologicheskimi resursami»* (8–11 okt. 2018 g.). Sevastopol': Filial MGU v g. Sevastopole, 2018, pp. 124–127. (in Russian).

Поступила в редакцию 27.04.2019

УДК 582.26

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПОВЕДНИКА

«МАЛАЯ СОСЬВА»

Пигарёва А. Е.

Тюменский государственный университет, Институт наук о Земле, г. Тюмень, Российская Федерация

E-mail: Dudoladova25@mail.ru

Рассмотрена методика определения очагов возгораний на территории заповедника «Малая Сосьва» по данным дистанционного зондирования. Для исследования были использованы разновременные мультиспектральные снимки серии Landsat ETM+ с пространственным расширением 30и 60 метров. Целью работы является определение очагов пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва» в период 1988–2013 гг, с использованием методов дистанционного зондирования. Объектом исследования выступили лесные пожары заповедника. Методы дистанционного зондирования, фондовые материалы [1,2], а именно летопись природы, журнал учёта лесных пожаров заповедника [1,2] позволили определить количество пожаров. Данные полученные по разновременным мультиспектральным снимкам Landsat [4] послужили для определения очагов и площади лесных пожаров [1,2].

Ключевые слова: лесные пожары, мониторинг пожаров, дистанционное зондирование, снимки, количество возгораний, «горячие» точки.

ВВЕДЕНИЕ

Леса России составляют одну пятую часть площади всех лесов мира и покрывают половину территории страны. В основном это бореальные леса с преобладанием хвойных пород—лиственницы, сосны, ели, пихты. Российские леса выполняют важные защитные функции, способствуя предотвращению изменения климата, регулированию водного режима, сохранению почв [3]. Важной проблемой в современном мире, является уничтожение этих лесов под влиянием деятельности человека. Одним из примеров такого воздействия являются лесные пожары.

Ханты-Мансийский автономный округ–Югра входит в пятёрку субъектов Российской Федерации, наиболее обеспеченных лесосырьевыми ресурсами. Наибольшее сокращение площади лесных экосистем, на исследуемой территории, связана именно с пожарами и в значительно меньшей степени с рубками и добычей полезных ископаемых [3]. Следует отметить, что при изучении лесных пожаров необходимо опираться не только на традиционные наземные и авиационные методы, но и учитывать современные спутниковые системы, позволяющие получать оперативные данные о пожарах в различных регионах мира.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись лесные пожары заповедника «Малая Сосьва». Выявление гарей проводились на всей территории заповедника «Малая Сосьва»,

который расположен на территории Западно-Сибирской низменности, в пределах Советского и Березовского районах Ханты-Мансийского автономного округа.

Программный комплекс ENVI позволил определить очаги возгораний. Это доступный программный продукт для визуализации и обработки данных дистанционного зондирования Земли, который включает в себя набор инструментов для проведения полного цикла обработки данных от ортотрансформирования и пространственной привязки изображения до получения необходимой информации и её интеграции с данными ГИС.

В качестве исходных данных, в работе использовались разновременные мультиспектральные спутниковые снимков Landsat ETM+ с пространственным расширением 30 и 60 м (за летний период с 1988 по 2013 годы). В работе был изучен большой спектр снимков, а именно 1987, 1988, 1989, 1993, 1995, 1996, 1998, 2000, 2002, 2006, 2007, 2009, 2010, 2013, 2015, 2016 гг с целью более точного определения давности пожаров. Методом наложения одного снимка на другой, была определена давность пожаров.

Система Landsat представляет собой оптико-механический сканер с качающимся зеркалом, в котором каждый из шести детекторов регистрирует одну строку снимка независимо от других.

Первоначально для снимков Landsat, была произведена комбинация каналов для выявления горевших участков: для Landsat 5,7 комбинация каналов 7–4–2, и для Landsat.8 каналы 7–5–3 соответственно.

Далее для выявления выгоревших участков лесов приводились следующие действия (рис. 1):

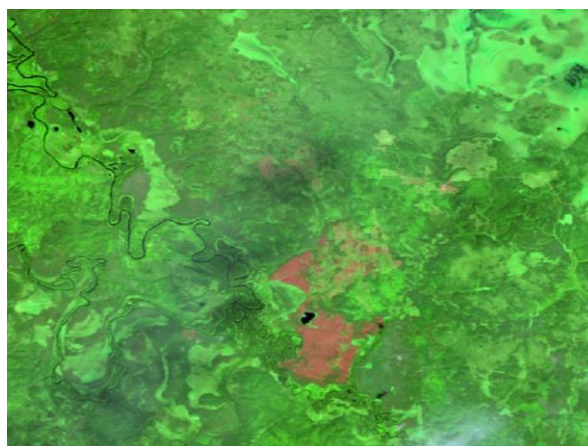


Рис. 1. Визуализированный снимок 1998 года в каналах 7–4–2 (составлено автором по данным [4]).



Рис. 2. Мультиспектральный снимок 1998 года в естественных цветах.

На снимках, участки, которые подвергались пожарам в определённые годы, на снимках хорошо прослеживаются, и отличаются от сопряженных территории (в частности от здоровой растительности). Здоровая растительность выглядит ярко зеленой, сгоревшие территории будут выглядеть яркими оттенками (рис. 2).

Кроме этого, в работе была использована другая система дистанционного мониторинга пожаров «The Fire Information for Resource Management System (FIRMS)», с целью точного определения выгоревших участков. Такая система, позволяет получать оперативную информацию о местоположении пожаров [5].

Мировой Атлас Пожаров (World Fire Atlas)—один из источник глобальных данных о температурных аномалиях с большой долей вероятности указывающих на идущие пожары. Данные доступны с июня 1995 года по сегодняшний день [5].

Для точного получения давности пожаров в работе были использованы и наложены друг на друга снимки и «горячие точки». Пример ниже иллюстрирует правильность определения участков гарей. Гарь следует искать там, где зафиксированы большие скопления тепловых аномалий (горячих точек) (рис.4–6) в формате шейп-файла по данным FIRMS [5].

На скаченном снимке 07.07.2007 с сайта геологической службы США, не отражены участки гарей, хотя пожары на территории заповедника полученные по данным FIRMS были отмечены тоже 07.07.2007. Для того чтобы избежать ошибок и не точности, были подружены другие снимки, на неделю позже, после регистрации пожара (снимок 14.07.2007) (рис.4–6).

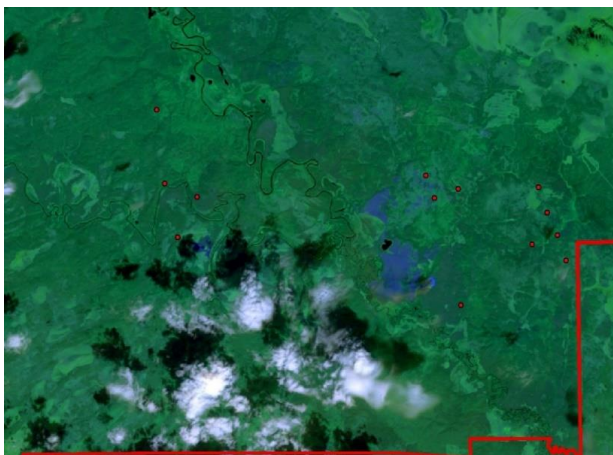


Рис. 3. Участки гарей по снимку Landsat 7 на 14.07.2007 (составлено автором по данным [4,5]).

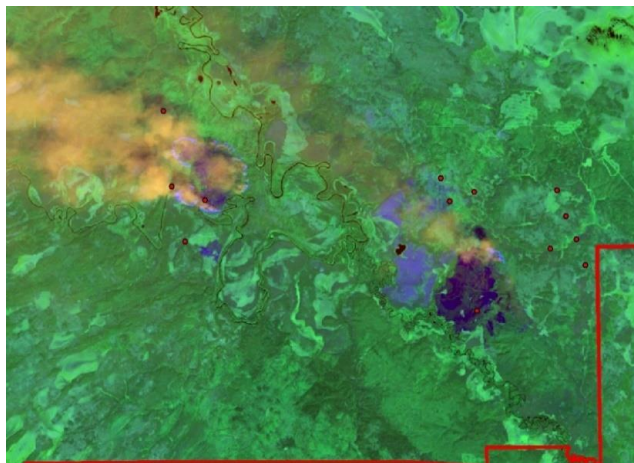
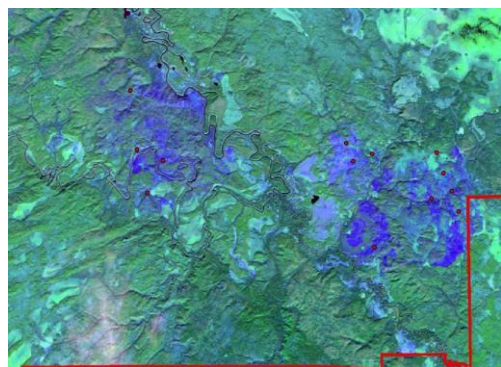


Рис. 4. Участки гарей по снимку Landsat 7 на 07.07.2007 (составлено автором по данным [4,5]).



Условные обозначения
Граница заповедника 
Точки пожаров на 07.07.2007
по данным FIRMS 

Рис. 5. Участки гарей по снимку Landsat 7 на 18.07.2009 (составлено автором по данным [4,5]).

Снимок 2009 года, и наложенные на него точки пожаров, иллюстрирует то, что это гарь не 2009 года, а 2007 (рис. 5).

В результате дешифрирования снимков 1988–2013 года и применения комбинации каналов для них в ПО QGIS были оцифрованы участки, подвергшиеся пожарам (рис. 6).

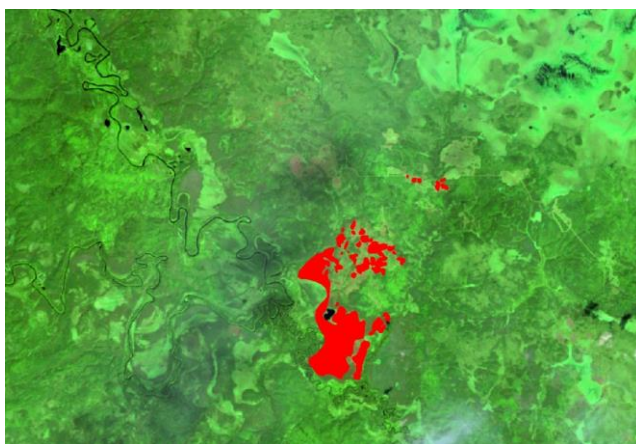


Рис. 6. Гарь 1993 года, оцифрованная в ArcGIS (составлено автором по данным [4,5]).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всего по данным разновременным спектральным снимкам Landsat ETM+ [4], было выявлено 224 гарь разных лет. Суммарная площадь выгоревших участков составила 14134 га, что составляет 6,3 % от общей площади заповедника.

Таблица 1.
Площадь гарей заповедника по данным снимков Landsat (1988–2013 годы)

Год пожара	Площадь гари, га	Количество возгораний, шт
1989	4647	27
1991	213	39
1993	2192	28
2000	185	30
2005	2334	18
2007	3964	40
2012	489	32
2013	110	10

Наиболее часты возгорания были в 1991, 2007 и 2012 годы (табл.1). Самые большие площади, подвергшиеся пожарам зафиксированы в 1989 г. – 4647 га, 1993 г. – 2192 га, 2005 г. – 2334, 2007 г. – 3964 га.

Несмотря на то, что в 1991 г. и 2017 г. возгораний было много (39 и 32 соответственно), площади их были небольшие (рис. 7).

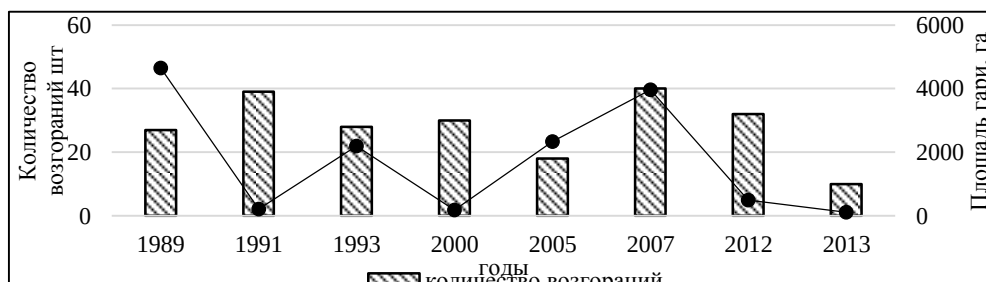


Рис. 7. Динамика количества и площади лесных пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва» (составлено автором по данным [1,2,4,5]).

ВЫВОДЫ

Таким образом, исследования показали важность применения методов дистанционного зондирования, для изучения лесных пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва». Получив данные площадей гарей и их количества, было выявлено что суммарная площадь гарей на территории заповедника за 25 лет составила 14134 га, это составляет 6,3 % от общей площади заповедника (225562 га). Наибольшее количество отмечено в 1991, 2007, 2012 годах. Самые большие площади, подвергшиеся пожарам зафиксированы в 1989 г. – 4647 га, 1993 г. – 2192 га, 2005 г. – 2334, 2007 г. – 3964 га.

Список литературы

1. Журнал учёта лесных пожаров заповедника «Малая Сосьва».
2. Летописи природы ГПЗ «Малая Сосьва им. В.В. Раевского» 1988–2015 гг. / ФГБУ "Государственный природный заповедник "Малая Сосьва". URL: http://m-sosva.ru/?page_id=15
3. Геологическая служба США (USGS). URL: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.
4. Всемирный фонд дикой природы. Малонарушенные лесные территории России: современное состояние и утраты за последние 13 лет // Устойчивое лесопользование. 2015. № 2 (42). URL: <https://new.wwf.ru/>.
5. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. URL: <http://gis-lab.info/qa/firms.html>.

**USING REMOTE SENSING DATA TO STUDY FOREST FIRE IN THE
TERRITORY OF THE RESERVE OF «MALAYA SOSVA»**

Pigaryova A. E.

*Tyumen State University, Institute of Earth Sciences, Tyumen, Russian Federation
E-mail: Dudoladova25@mail.ru*

The article discusses the method for determining the sources of fires on the territory of the Malaya Sosva reserve according to remote sensing data. For the research, alternative multispectral images of the Landsat ETM + series with a spatial extension of 30 and 60 meters were used. The work objective is to determine the fires on the territory of the Malaya Sosva reserve in the period 1988–2013, using remote sensing methods. The object of the research was forest fires of the reserve. The remote sensing methods, stock materials [1, 2], namely, the chronicle of nature, the forest fire register of the reserve [1, 2] made it possible to determine the number of fires. The data obtained from the Landsat alternative multispectral images at different times [4] were used to determine the range and the area of forest fires [1, 2].

Keywords: forest fires, monitoring of forest fires, remote sensing, images, number of fires, hot spots.

References

1. Zhurnal uchjota lesnyh pozharov zapovednika «Malaja Sos'va» (Log book of forest fires of the reserve "Malaya Sosva")
2. Letopisi prirody GPZ «Malaja Sos'va im. V.V. Raevskogo» 1988–2015 gg. (Chronicles of nature GPZ "Malaya Sosva them. V.V. Rayevsky»1988–2015). FGBU "Gosudarstvennyj prirodnyj zapovednik "Malaja Sos'va". URL: http://m-sosva.ru/?page_id=15
3. Geologicheskaja sluzhba SSHA (USGS). URL: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.
4. Vsemirnyj fond dikoj prirody. Malonarushennye lesnye territorii Rossii: sovremennoe sostojanie i utraty za poslednie 13 let (World Wide Fund for Nature. Intact Forest Territories of Russia: Current Status and Losses Over the Last 13 Years). Ustojchivoe lesopol'zovanie6, 2015, № 2 (42), URL: <https://new.wwf.ru/>.
5. Geograficheskie informacionnye sistemy i distancionnoe zondirovanie (Geographic Information Systems and Remote Sensing). URL: <http://gis-lab.info/qa/firms.html>.

Поступила в редакцию 08.02.2019

УДК 911.52

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ЛАНДШАФТНЫХ УЗЛОВЫХ СТРУКТУР ОСВОЕНИЯ РЕГИОНОВ

Старожилов В. Т.

Тихоокеанский международный ландшафтный центр «Дальневосточный Федеральный Университет», г. Владивосток, Российская Федерация

E-mail: starozhilov.vt@dvfu.ru

Впервые рассматривается перспективная для освоения территорий стратегия и этапы практической реализации авторского метода ландшафтных узловых структур освоения регионов Тихоокеанского ландшафтного пояса России. Отмечается, что структурирование и выделение этапов практической реализации метода поможет перейти к рассмотрению научных и практических гармонизированных с природой инструментов планирования и прогнозирования экономических, социальных, экологических и др. геосистем. Отмечаются также базовые географические основы рассмотрения стратегии и этапов применения на практике метода ландшафтных узловых структур освоения территорий.

Ключевые слова: Ландшафт, концепция, освоение, узловые, ландшафтный подход, структура, морфология, картографирование.

ВВЕДЕНИЕ

Географическое сообщество при освоении территорий при консолидации усилий власти, бизнеса, научного потенциала по оптимизации природопользования, ответственности за состояние вовлекаемых в освоение территорий всегда стремилось к моделированию природных систем и составлению универсальных природных моделей природопользования на основе ландшафтного картографирования и нацеленных на проектирование и стратегическое ландшафтное планирование. Уделялось внимание выявлению наиболее благоприятных ландшафтных структур освоения. Однако на сегодняшний день мы наблюдаем ограниченное количество публикаций по этой тематике и видим в целом, несмотря на актуальность учета природных условий при планировании и проектировании отраслевого освоения территорий ландшафтной сферы, недостаточное внимание со стороны государственных органов к этим вопросам, что не соответствует требованиям современных наук о природе. В частности, все еще не разрабатываются ландшафтно-экономические, ландшафтно-социальные, ландшафтно-демографические и др. междисциплинарные цифровые модели на основе концептуальной методологии ландшафтного структурирования и выявления наиболее благоприятных ландшафтных узловых структур освоения [5]. Отсутствуют оцифрованные картографические документы по таким структурам. Все это негативно влияет на гармонизированное развитие природных и экономических, социальных, экологических, демографических и др. систем. Поэтому стратегия изучения ландшафтных узловых структур освоения и ее этапов практической реализации актуальна.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Теоретико-методические основы исследований заложены в трудах В.В. Докучаева, Л.С. Берга, А.Н. Краснова, Г.Ф. Морозова, Б.Б. Польшова, Л.Г. Раменского, Н.А. Солнцева, Д.Л. Арманда, В.Б. Сочавы, А.Г. Исаченко, В.А. Николаева, С.В. Преображенского, Ф.Н. Милькова К.Н. Дьяконова, А.Ю. Ретеюма, М.Д. Гродзинского, Г.Е. Гришанкова и многих других. Общей методологической научной основой рассматривается ландшафтная география и ее раздел – стратегическое ландшафтоведение и в целом ландшафтный подход с применением ландшафтной индикации и мониторинга геосистем. Ландшафтному анализу подвергаются ландшафтные геосистемы различных рангов и в конечном итоге дается та или иная географическая практическая оценка географического пространства ландшафтной сферы, а полученные результаты анализа, синтеза и оценки применяются для решения производственно - хозяйственных задач.

Работа представляет собой продолжение исследований Тихоокеанского международного ландшафтного центра ДВФУ по разработке методологии метода ландшафтных узловых структур освоения и применения его при обучении студентов по образовательной программе «Ландшафтное планирование» и моделировании планирования и развития экономических, демографических, социальных, туристических геосистем и основывается на результаты многолетних научных и практических исследований в сфере геолого-географического изучения и векторно-слоевого ландшафтного картографирования крупных региональных Приморского, Сахалинского, Камчатского, Анадырского и др. звеньев Тихоокеанского ландшафтного пояса России. Они тематически продолжают ландшафтное картографирование и описание России и региональных её звеньев, а среднемасштабное векторное картографирование с использованием регионально-типологической классификации позволило отразить особенности геосистем, проявляющие в различных частях их ареалов, а описание выявило свойства и степень различия между ландшафтными геосистемами. На основе углубленного покомпонентного анализа в последние годы разработана ландшафтная классификация, составлена базовая ландшафтная карта Приморского края м 1: 500 000 и легенда к ней [10,15], разработана в масштабе 1: 500 000 ландшафтная классификация Сахалинской области, продолжаются ландшафтные исследования по другим территориям окраинно-континентальной части Тихоокеанской России. Впервые показаны особенности формирования фундамента ландшафтов Тихоокеанского ландшафтного пояса на основе авторской концепции его аккреционной геодинамической эволюции, с опорой на изучение петрографического состава и структурно-тектоническое положение осадочных и других литокомплексов [7,8,9]. Выявлены на примерах отдельных территорий особенности структуры и организации ландшафтов, проведен системный анализ их размещения по территории с учетом пространственно-площадной горизонтальной и высотной дифференциации.

В работе, нацеленной на практическую реализацию метода ландшафтных узловых структур освоения в решении производственных задач, рассматриваются

результаты многолетних исследований ландшафтных узловых структур освоения геосистем Тихоокеанского ландшафтного пояса России (рис.1).

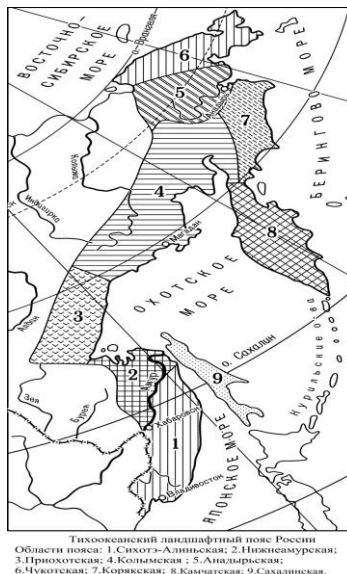


Рис. 1. Тихоокеанский ландшафтный пояс России.

Изучались структуры азонального пояса ландшафтной сферы с генетически единым структурно-тектоническим положением в зоне окраинно-континентальной дихотомии системы океан-континент и характеризующегося аккреционной природой фундамента ландшафтных приохотской, сахалинской, камчатско-курильской, чукотской и др. географических областей (структур) с климатическим и растительным внутренним содержанием, подчиняющимся высотной и широтной зональности и эволюционирующим под действием взаимодействующих, взаимосвязанных и взаимопроникающих друг в друга орографического, климатического и флорастительного факторов [6]. При этом под ландшафтными узловыми структурами освоения понимаются наиболее благоприятные ландшафтные морфологические структуры с природными характеристиками, отвечающими требованиям общества для ведения экономической, социальной, экологической и др. форм деятельности, необходимой для обеспечения потребностей общества, т.е. они представляют природный фундамент практической (экономической, социальной, демографической, туристической, экологической и др.) деятельности общества.

При изучении стратегии и этапов практической реализации метода ландшафтных узловых структур освоения использовался предложенный и разрабатываемый в Тихоокеанском международном ландшафтном центре метод ландшафтных узловых структур освоения [5] важный, в частности, для построения гармонизированных с природой ландшафтно-экономических, ландшафтно-социальных, ландшафтно-демографических, ландшафтно-экологических и др.

социально значимых для России цифровых векторно-слоевых моделей систем на основе применения современных компьютерных технологий.

Кроме того в качестве базовых основ использовались материалы ранее выполненных исследований практической реализации ландшафтного подхода с применением ландшафтной индикации и использования общих положений метода ландшафтных узловых структур освоения в различных областях природопользования: в области туризма и рекреации, градостроительства, организации аграрных предприятий для создания производственной базы в горно-таежных ландшафтах, лесопользовании, планирования и проектирования природопользования [11,12,16,17,18].

При рассмотрении стратегии и этапов практической реализации метода ландшафтных узловых структур использовались материалы ранее рассмотренной компонентной, морфологической, площадной и др. ландшафтной индикации [13,14], которая выступает часто как основа выбора главного направления или даже стратегии хозяйствования. Также использовались материалы ранее разработанной концепции полимасштабной ландшафтной индикации [14]. Материалы включают то, что ландшафтная индикация должна проводится в стандартных географических масштабах картографирования территорий и осуществляться с применением картографических векторно-слоевых основ по ландшафтным масштабным слоям: фациям, урочищам, ландшафтам, видам, родам, подклассам, классам, типам, округам, провинциям, областям, странам, поясам и т.д. В целом она полимасштабна и должна проводится с применением современных цифровых компьютерных технологий (с привлечение факторного и корреляционного анализов информации) с обязательным составлением баз данных по слоям векторно-слоевых масштабных уровней и таксонам, а также по рассмотренным нами ранее видам и стадиям объектной индикации.

Проанализированы материалы исследований института географии ДВО РАН по экономической географии производств ДВ [1–4].

Важно отметить, что кроме отмеченных выше материалов использованы результаты апробации метода ландшафтных узловых структур освоения при планировании применения методов поисков минерального, фосфорного, апатитового и др. видов сырья.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Стратегия и этапы практической реализации метода ландшафтных узловых структур на основе отмеченных материалов и в результате синтеза, анализа и оценки внутреннего содержания ландшафтов региона, выделяемых округов, провинций, областей и стран, с учетом окраинно-континентальной дихотомии, на основе применения методологии учета межкомпонентных и межландшафтных связей и использования результатов апробации применения метода ландшафтных узловых структур освоения на практике разделяется на стратегические базовые этапы: информационный, аналитический, планировочно-прогнозный, стратегический.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ЛАНДШАФТНЫХ УЗЛОВЫХ СТРУКТУР ОСВОЕНИЯ РЕГИОНОВ

Информационный – сбор информации для общего представления о региональной системе «природа – население – хозяйство» по направлениям:

- установить ландшафтную оцифрованную векторно-слоевую картографическую обеспеченность исследований, если она отсутствует, то ее надо восполнить;
- учет природной и хозяйственной дифференциации, территориальных природно-хозяйственных связей, системы расселения;
- типы природно-хозяйственных систем, природопользование;
- источники воздействия на ландшафты, их типы и картографический ландшафтно-географический их статус в географическом пространстве геосистем;
- установить ландшафтную оцифрованную векторно-слоевую картографическую обеспеченность по видам природопользования, если она отсутствует, то ее надо восполнить;
- установить оцифрованную картографическую обеспеченность по узловым ландшафтным структурам освоения по видам природопользования, если она отсутствует, то ее надо восполнить;

2. Аналитический – анализ актуальных отраслевых природопользовательских и природоохранных-экологических индикационных параметров. «Субъективные» параметры – показатели производственных и природопользовательских воздействий (выбросы, мощность очистных сооружений, площади вырубок и лесопосадок, распашка, эрозия и противоэрозионные мероприятия и т.д.), интенсивность и качественный состав воздействующих элементов. «Объективные» параметры – оценка состояния природных систем и сред, граничные значения (нормативы, ГОСТы, показатели емкости среды и ее устойчивости) к региону и его ландшафтной узловой структуре освоения.

3. Планировочно-прогнозный этап – прогноз антропогенной и техногенной нагрузки при перспективных вариантах планируемого использования, с составлением серии прогнозных карт видов и степени нарушенности территории; оценка ущербов от освоения с составлением карты и статистики ущербов и их распределение по пользователям; оценка устойчивости ландшафта с составлением карты устойчивости; планирование слежения за освоением с представлением карты мониторинговых площадок и программы наблюдений; регламентация хозяйственной деятельности с картой регламентов; сводная синтетическая ресурсная и природоохранная характеристика территории с объемами ресурсов и рекомендациями по использованию; обобщение информации и составление моделей и прогнозных карт природопользования узловых ландшафтных структур освоения.

4. Разработка стратегии. Определение территориально дифференцированной стратегии рационального природопользования, регулирование геотехнических систем, взаимоувязка предлагаемых ведомственно-отраслевых решений, выбор направлений деятельности с учетом региональных и ландшафтно-экологических условий. Экспертиза проектов.

Возможные варианты стратегии природопользования при условии совершенствования и необходимой адаптации экологической и природоохранной

законодательной и нормативно-правовой базы, механизмов их реализации в конкретных условиях, параллельно с ростом ответственности за их исполнение:

- стабилизация существующего состояния природных систем, предотвращение ухудшение. С инвентаризацией состояния природных систем, оценкой их количества и качества, мониторинг с применением ландшафтных картографических материалов;

- поддержание существующих процессов естественного восстановления при сохранении механизма устойчивости. С определением и выделением наиболее функционально значимых ландшафтных выделов, уникальных природных объектов;

- переориентация тенденций ухудшения на стабилизацию и улучшение ситуации путем активной природоохранной деятельности. С ландшафтно-природоохранно-экологическим планированием, поисками и применением адаптированных к региональным условиям экологических технологий в пределах эксплуатации и переработке природных ресурсов, предусматривающих максимально возможное снижение антропогенных воздействий как на эксплуатируемые природные ресурсы, так и окружающую среду;

- невмешательство в процессы изменения природы в допустимых пределах, но с проведением ландшафтного мониторинга, ландшафтно-экологического планирования, упреждающей подготовкой условий привлечения модифицирующих мероприятий, развитием системы контроля процессов природопользования.

Предложено содержание первого этапа стратегических этапов практической реализации метода ландшафтных структур освоения. Полное содержание стратегических этапов с характеристикой возможностей составления гармонизированных с природой ландшафтно-экономических, ландшафтно-демографических, ландшафтно-социальных и т.д. будет возможно при условии получения карт ландшафтных узловых структур освоения и в том числе составляемых в Тихоокеанском международном ландшафтном центре.

ВЫВОДЫ

Разработка методологии стратегии и этапности практической реализации метода ландшафтных узловых структур освоения перспективное направление ландшафтной географии. При условии применения векторно-слоевого картографирования, изучения ландшафтов с применением компонентной, морфологической, площадной, полимасштабной векторно-слоевой индикации в классификационных единицах ландшафтов (ландшафт, вид, род, подкласс, класс, тип, округ, провинция, область, пояс), позволит картографически с применением современных цифровых компьютерных технологий перейти к рассмотрению научных и практических гармонизированных с природой инструментов планирования и прогнозирования экономических, социальных, экологических и др. геосистем. Структурирование методологии применения ландшафтных узловых структур освоения Тихоокеанского ландшафтного пояса России будет благоприятствовать решению проблем оптимизации природной среды регионов. В настоящее время Тихоокеанский международный ландшафтный центр ДВФУ

продолжает разрабатывать концептуальную методологию оцифрованного структурирования практической реализации метода узловых ландшафтных структур освоения и возможности использования этих материалов при освоении территории Тихоокеанской России.

Список литературы

1. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX– XXI веков / Природные ресурсы и региональное природопользование: в 3 томах / под ред. П.Я. Бакланова и В.П. Каракина. Владивосток: Дальнаука, 2010. Т. 2. 560 с.
2. Долговременная программа охраны природы и рационального использования природных ресурсов Приморского края до 2005 г. (Экологическая программа). Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. Часть 1. 349 с.; Часть 1 (продолжение) 350 с.; Часть 2. 301 с.
3. Заиканов В.Г. Методические основы комплексной геоэкологической оценки территории. М.: Наука. 2008. 81 с.
4. Романов М.Т. Территориальная организация хозяйства слабоосвоенных регионов России. Владивосток: Дальнаука, 2009. 318 с.
5. Старожилов В.Т. Ландшафтные узловые структуры освоения регионов ландшафтной сферы / Наука России: цели и задачи: сб. науч. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург: Изд-во Екатеринбург, часть 1. 2017. С. 82–87.
6. Старожилов В.Т. Окраинно-континентальный ландшафтный пояс как географическая единица Тихоокеанской России / Устойчивое природопользование в прибрежно-морских зонах: материалы междунар. конф., Владивосток, 7–9 окт., 2013. Владивосток: Дальнаука, 2013. С. 38–42.
7. Старожилов В.Т. Структурно-тектоническое районирование Пионерско-Шельтинской зоны Восточно-Сахалинских гор // Тихоокеанская геология. 1990. № 3. С. 90–96.
8. Старожилов В.Т. Апатитоносность и петрологические особенности фанерозойских базит-гипербазитовых комплексов Приморья. Владивосток, 1988. 148 с.
9. Старожилов В.Т. Картирование ландшафтов и геодинамическая эволюция фундамента Дальневосточных территорий / Ноосферные изменения в почвенном покрове: материалы междунар. науч.-практ. конф. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. С. 174–178.
10. Старожилов В.Т. Структура и пространственная организация ландшафтов юга Дальнего Востока (на примере Приморского края): монография. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. 308 с.
11. Старожилов В.Т., Дербенцева А. М., Степанова А. И., Ознобихин. Ландшафтные условия развития эрозионно-денудационных процессов юга Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2008. 100 с.
12. Старожилов В.Т. Денудационные процессы в ландшафтах и геоэкологические предпосылки техногенных изменений: монография [науч. ред. Ю. Б. Зонов]. М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Дальневосточный гос. ун-т, Тихоокеанский гос. ун-т, Ин-т горного дела ДВО РАН. Владивосток, 2009.
13. Старожилов В.Т. Концепция площадной ландшафтной индикации в политике Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ / Современный взгляд на будущее науки: приоритетные направления и инструменты развития: сб. науч. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Изд-во «КультИнформПресс», 2017. С. 37–39.
14. Старожилов В.Т. Концепция полимасштабной векторно-слоевой индикации геосистем ландшафтной сферы / Фундаментальные и прикладные исследования науки XXI века. Шаг в будущее: сб. научн. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. 2017. С. 44–48.
15. Старожилов В.Т. Ландшафтное районирование Приморского края // Вестн. ДВО РАН. 2010. №3. С. 107–112.
16. Старожилов В.Т. Ландшафтная география Приморья (практика). Владивосток: Изд-ский дом Дальнев. федер. ун-та, 2013. Кн. 3. 276 с.

17. Старожилов В.Т., Леоненко А.В., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М. Геоэкология минерально-сырьевого природопользования ландшафтов юга Дальнего Востока: монография. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. 88 с.
18. Ковалева Г.В., Старожилов В.Т., Дербенцева А.М., Назаркина А.В., Майорова Л.П., Матвеевко Т.И., Семаль В.А., Морозова Г.Ю. Почвы и техногенные поверхностные образования в городских ландшафтах: Министерство образования и науки Российской Федерации, Дальневосточный федеральный университет, Биолого-почвенный университет, Тихоокеанский государственный университет. Владивосток, 2012.

PRACTICAL IMPLEMENTATION THE METHOD OF LANDSCAPE HUB STRUCTURES DEVELOPMENT OF THE REGIONS

Starozhilov V. T.

Pacific International Landscape Center "Far Eastern Federal University", Vladivostok, Russian Federation

E-mail: starozhilov.vt@dvfu.ru

Considered promising for development strategy and stages of practical implementation of the method of landscape nodal structures of the development regions of the Pacific landscape zone of Russia. It is noted that the structuring and phased practical implementation of the method will help to consider the scientific and practical harmonized with the nature of planning tools and forecasting economic, social, environmental etc. of geosystems. There are also basic geographic basis for consideration of strategies and stages of application in practice of the method of nodal structures of landscape development. The work is a continuation of the research of the Pacific International Landscape Center of the FEFU on the development of a methodology of the method of landscape nodal structures for the development and application of it for the education of students in the educational program "Landscape Planning" and modeling the planning and development of economic, demographic, social, tourist geosystems and is based on the results of long-term scientific and practical research in the field of geological-geographical study and vector-layered landscapes mapping of major regional Primorye, Sakhalin, Kamchatka, Anadyr and others. parts of the Pacific landscape Russian zone. When considering the strategy and stages of practical implementation of the method of landscape nodal structures, materials of the previously examined component, morphological, area and other landscape indication were used, which often acts as the basis for choosing the main direction or even the management strategy. Also, materials of the previously developed concept of multiscale landscape indication were used. The materials include the fact that the landscape indication should be carried out in the standard geographical scales of the mapping of territories and be carried out using vector-layered cartographic maps based on the landscape scale layers: facies, tracts, landscapes, species, genera, subclasses, classes, types, districts, provinces, regions, countries, belts, etc.

Keywords: landscape, development, nodal, structure, morphology, mapping

References

1. Geosistemy Dal'nego Vostoka Rossii na rubezhe XX– XXI vekov (Geosystems of the Far East of Russia at the turn of the 20th and 21st centuries): in 3 volumes. Natural Resources and Regional Nature Management / Ed. P.Ya. Baklanov and V.P. Karakin. Vladivostok: Dal'nauka, 2010, Vol. 2, 560 p. (in Russian).
2. Dolgovremennaja programma ohrany prirody i racional'nogo ispol'zovaniya prirodnyh resursov Primorskogo kraja do 2005 g (Long-term program of nature protection and rational use of natural resources of Primorsky Krai until 2005). Environmental program. Vladivostok: Far-Eastern Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1990. Part 1, 349 p.; Part 1, (continuation) 350 p.; Part 2, 301 p. (in Russian).
3. Zaikanov V.G. Metodicheskie osnovy kompleksnoj geojekologicheskoy ocenki territorii (Methodical bases of the complex geo-ecological assessment of the territory). M.: Science, 2008, 81 p. (in Russian).
4. Romanov M.T. Territorial'naja organizacija hozjajstva slaboosvoennyh regionov Rossii (Territorial organization of the economy of poorly developed regions of Russia). Vladivostok: Dal'nauka, 2009, 318 p. (in Russian).
5. Starozhilov V.T. Landshaftnye uzlovyje struktury osvoenija regionov landshaftnoj sfery (Landscape nodal structures of development of regions of landscape sphere). Science of Russia: goals and tasks: collection of articles. sci. Art. according to the results of the international. scientific-practical. Conf. Publishing House of Ekaterinburg, part 1, 2017, pp. 82–87. (in Russian).
6. Starozhilov V.T. Okrainno-kontinental'nyj landshaftnyj pojas kak geograficheskaja edinica Tihookeanskoj Rossii (The marginal-continental landscape belt as a geographical unit of Pacific Russia). Sustainable environmental management in coastal-marine zones: materials of the Intern. Conf., Vladivostok, 7–9 Oct., 2013. Vladivostok: Dal'nauka, 2013, pp. 38–42 (in Russian).
7. Starozhilov V.T. Strukturno-tektonicheskoe rajonirovanie Pionersko-Shel'tinskoj zony Vostochno-Sahalinskih gor (Structural-tectonic zoning of the Pioneer-Shelty zone of the Eastern Sakhalin mountains). Pacific Geology, 1990, no. 3, pp. 90–96 (in Russian).
8. Starozhilov V.T. Apatitunosnost' i petrologicheskie osobennosti fanerozojskih bazit-giperbazitovyh kompleksov Primor'ja (Apatite-bearing and petrological features of the Phanerozoic basite-hyperbasite complexes of Primorye). Starozhilov V.T, Vladivostok, 1988, 148 p. (in Russian).
9. Starozhilov V.T. Kartirovanie landshaftov i geodinamicheskaja jevoljucija fundamenta Dal'nevostochnyh territorij (Mapping of landscapes and geodynamic evolution of the foundation of the Far Eastern Territories). Noosphere changes in the soil cover: materials of the international. scientific-practical. Conf. "Noospheric changes in the soil cover.". Vladivostok: Izd. Far-East. University, 2004. pp. 174–178 (in Russian).
10. Starozhilov V.T. Struktura i prostranstvennaja organizacija landshaftov juga Dal'nego Vostoka (na primere Primorskogo kraja) (Structure and spatial organization of landscapes in the south of the Far East (for example, Primorsky Krai)): monogr. Vladivostok: Publishing house of the Far East. University, 2007, 308 p. (in Russian).
11. Starozhilov V.T. Derbentseva A.M, Stepanova A.I, Oznobihin A.G. Oznobihin. Landshaftnye uslovija razvitiya jerozionno-denudacionnyh processov juga Dal'nego Vostoka (Landscape conditions for the development of erosion-denudation processes in the south of the Far East). Vladivostok: Publishing house of the Far East. University, 2008, 100 p. (in Russian).
12. Starozhilov V.T. Denudacionnye processy v landshaftah i geojekologicheskie predposylki tehnogennyh izmenenij: (Denudation processes in landscapes and geoecological prerequisites of technogenic changes). Starozhilov V.T. monograph / VT Starozhilov [and others]; [scientific. Ed. Yu. B. Zonov]; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal Agency for Education, Far Eastern State University. University, Pacific State University. Institute of Mining, Far East Branch, Russian Academy of Sciences. Vladivostok, 2009. (in Russian).
13. Starozhilov V.T. Konceptija ploshhadnoj landshaftnoj indikacii v politike Tihookeanskogo mezhdunarodnogo landshaftnogo centra ShEN DVFU (The Concept of Area-Based Landscape Indication in the Policy of the Pacific International Landscape Center SHEN FEFU). Contemporary Perspective on the Future of Science: Priority Directions and Development Tools: coll. sci. Art.

- according to the results of the international. scientific-practical. Conf. St. Petersburg: Publishing house "KultInformpress", 2017, pp. 37–39 (in Russian).
14. Starozhilov V.T. Koncepcija polimasshtabnoj vektorno-sloevoj indikacii geosistem landshaftnoj sfery (The concept of multiscale vector-layer indications of geosystems in the landscape sphere). In the collection: fundamental and applied research of the science of the XXI century. Step into the Future. Collection of scientific articles on the results of the international scientific and practical conference, 2017, pp. 44–48 (in Russian).
 15. Starozhilov V.T. Landshaftnoe rajonirovanie Primorskogo kraja (Landscape zoning of the Primorye Territory). Vestn. FEB RAS, 2010, no 3, pp. 107–112 (in Russian).
 16. Starozhilov V.T. Landshaftnaja geografija Primor'ja (praktika) (Landscape geography of Primorye (practice)). Vladivostok: Publishing house Dalnev. feder. University, 2013, Book 3, 276 p. (in Russian).
 17. Starozhilov V.T., Leonenko A.V., Krupskaya L.T., Derbentseva A.M. Geojekologija mineral'no-syr'evogo prirodoopol'zovanija landshaftov juga Dal'nego Vostoka (Geoecology of Mineral and Raw Nature Management of Landscapes of the South of the Far East): monogr. Vladivostok: Publishing house of the Far East. University, 2009, 88 p. (in Russian).
 18. Kovaleva G.V, Starogilov V.T, Derbentseva A.M, Nazarkina A.V, Mayorova L.P, Matveenko T.I, Semal V.A, Morozova G.M. Pochvy i tehnogennye poverhnostnye obrazovanija v gorodskih landshaftah (Soils and technogenic surface formations in urban landscapes). Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Far Eastern Federal University, Biology and Soil University, Pacific State University. Vladivostok, 2012 (in Russian).

Поступила в редакцию 17.01.2019

РАЗДЕЛ 3. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 911.2:551.3(477.75+551.4.038)

СОСТОЯНИЕ БЕРЕГОВ И ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ МЕЖДУ М. КОНСТАНТИНОВСКИЙ И М. ВИНОГРАДНЫЙ НА ЮГО- ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ КРЫМА

Агаркова-Лях И.В.¹, Лях А.М.²

¹*ФГБНУ Институт природно-технических систем, Севастополь, Российская Федерация
E-mail: iva_crimea@mail.ru*

²*ФГБУН Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН,
Севастополь, Российская Федерация
E-mail: me@antonlyakh.ru*

Дана подробная характеристика берегов и пляжей между м. Константиновский и м. Виноградный. Рассмотрены экзогенные геологические процессы, определяющие современную динамику берегов.
Ключевые слова: бухты Севастополя, пляжи, абразия, обвалы, оползни, карст, мониторинг берегов.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях повышения уровня Черного моря, роста циклонической и штормовой активности в регионе, техногенные нагрузки усиливают проявления опасных и неблагоприятных экзогенных геологических процессов в береговой зоне Крымского п-ова. Последние приводят к сокращению и уничтожению пляжей, разрушению и отступлению берегов, что ограничивает хозяйственную деятельность и наносит значительный экономический ущерб берегопользованию.

Одним из районов интенсивного освоения Крымского побережья являются берега Севастополя между м. Лукулл и м. Сарыч протяженностью 158 км, занятые объектами портово-промышленного комплекса, селитебной застройкой и туристско-рекреационным хозяйством. На их северном участке от м. Лукулл до м. Константиновский отмечены наибольшие скорости отступления берегов, достигающие 2,5-5,0 м/год [1-7]. В последние годы участились опасные экзогенные геологические процессы в бухтах Севастополя и между м. Херсонес и м. Сарыч, что определяет актуальность изучения динамики берегов региона.

Цель статьи – рассмотреть современное состояние берегов и развитие экзогенных геологических процессов между м. Константиновский и м. Виноградный. Исходными материалами послужили: опубликованные работы; фонды Института минеральных ресурсов, Крымской гидрогеологической экспедиции (КГГЭ) и ГПП «Крымгеология»; картографические источники; ресурс Гугл Планета Земля; маршрутно-полевые исследования авторов. При проведении полевых работ применялись методы наблюдения, инструментальных и полуинструментальных измерений на ключевых участках, фотометод. Для

обработки информации использовались методы анализа и синтеза, сравнительно-географический, сравнительно-исторический.

До конца 90-ых гг. XX в. изучению берегов Севастополя уделялось незначительное внимание из-за низкой активности экзогенных береговых процессов и отвечающей ей частоты полевых наблюдений, проводимых эпизодически или в связи с проявлением чрезвычайных событий. Среди первых работ выделим геолого-геоморфологические исследования берегов [8] и изучение пляжей Гераклеийского п-ова [9]. Оценка скоростей экзогенных геологических процессов и их прогноз были даны в [1, 10, 11]. Береговые изыскания также вели Институт минеральных ресурсов, КГГЭ и ГП «Крымгеология» [2–4, 12, 13].

С начала 2000-ых гг. число исследований возросло. В части публикаций севастопольские берега рассматривались в составе Крымского п-ова, из которых отметим работы по их характеристике, динамике, типизации и картографированию [5, 14–17]. Региональные материалы давали комплексное описание берегов и прибрежной акватории [18, 19]; представляли берега и пляжи в качестве ресурса рекреации [20–22]. В последние годы внимание сосредоточено на проблемах региона, связанных с состоянием пляжей [23], динамикой опасных и неблагоприятных экзогенных процессов [24–27], берегозащитой [23, 25, 28, 29].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Как отмечалось одним из авторов данной работы в [26], различие тектонических, литолого-геоморфологических и гидродинамических условий развития берегов между м. Лукулл и м. Сарыч, позволили здесь выделить четыре участка. Ранее был подробно рассмотрен северный участок между м. Лукулл и м. Константиновский [26]. Данная статья продолжает цикл публикаций по берегам Севастополя.

Участок между м. Константиновский и м. Виноградный расположен на Гераклеийском п-ове и объединяет врезанные в сушу бухты и открытое побережье (рис. 1). Бухты образовались в период голоценовой трансгрессии в результате затопления морем устьев длинных глубоких балок; разделяющие их мысы – это балочные водоразделы, частично срезанные морем. По морфогенетической классификации, берега бухт между м. Константиновский и м. Херсонес отнесены к ингрессионным абразионно-бухтовым первично-расчлененным или типичным риасовым [5, 8]. Открытые берега от м. Константиновский до м. Херсонес являются выровненными абразионными, от м. Херсонес до м. Виноградный – вторично-расчлененными абразионными [3].

В тектоническом отношении открытые берега расположены в пределах Северного крыла мегантиклинория Горного Крыма, бухты – его синклинальных понижений [3]. Современные тектонические движения повсюду отрицательные, со

стабильной тенденцией к погружению. По разным источникам скорости опускания изменяются от 0,5 до 3,0 мм/год [2, 8, 17].

От м. Херсонес низкий каменистый берег повышается до 7,3 м на северо-восток (у м. Константиновский) и 77,0 м на юго-восток (у м. Виноградный) (рис. 2, 3). Берега и бухты выработаны в неогеновых, преимущественно, сарматских известняках, по устойчивости к абразии отнесенных к категории устойчивых пород (см. рис. 1). При продвижении от мысов бухт к их вершинам известняки замещаются глинами и рыхлыми морскими четвертичными отложениями.



Рис. 1. Литологический состав и противобабрионная устойчивость берегов между м. Константиновский и м. Виноградный.

Береговую линию между мысами Константиновский и Херсонес расчленяют около тридцати бухт, крупнейшие среди которых: Севастопольская, Южная, Карантинная, Стрелецкая, Круглая (Омега), Камышовая и Казачья (рис. 4). Преобладающая часть бухтовых берегов превращена в антропогенные или техногенные, которые заняты набережными, объектами военной и гражданской грузопассажирской инфраструктуры (причалы, стоянки), берегозащитными (молы, наброска из тетраподов) и пляжеудерживающими гидротехническими (буны) сооружениями, и, практически, не изменяются в настоящее время.

Высота активных клифов у входных мысов бухт до 2-3, реже – 5-10 м, за исключением Севастопольской бухты, где она достигает отметок 15-16 м (см. рис. 2). К вершинам бухт берег, как правило, понижается, а активный клиф заменяется отмершим. Здесь происходит незначительная аккумуляция наносов и формируются пляжи преимущественного абразионного питания [9] (см. рис. 4). Их основным источником выступают продукты разрушения мысов, вдольбереговые и донные потоки наносов, движущиеся от мысов и из открытой части моря к вершинам бухт, и, в очень редких случаях, пролювиально-делювиальные наносы. Обособленные от открытого моря, бухты отличаются особенностями лито- и гидродинамики. В

зависимости от ветро-волновой обстановки, наносы могут мигрировать в пределах бухты из одной ее части в другую.



Рис. 2. Низкий каменистый берег у м. Херсонес (слева). Высокий берег м. Кордон на входе в Северную бухту (справа) (Фото авторов).

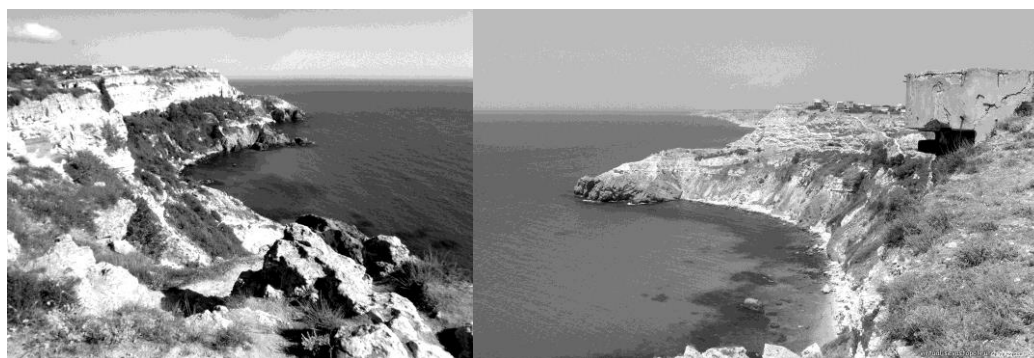


Рис. 3. Вид м. Виноградный с севера (слева) и юга (справа) (Фото авторов и из сети Интернет).

Пляжи бухт имеют песчаный, песчано-галечный и галечный гранулометрический состав. На мысах и участках развития обвалов и оползней часто формируются валунно-глыбовые пляжи. Исследования вещественного состава пляжей Гераклейского п-ова во второй половине – последней четверти XX в. позволили установить их, преимущественно, карбонатный и кварцево-карбонатный состав [3]. При этом, на некоторых пляжах (у античного городища «Херсонес Таврический», в Круглой и Казачьей бухтах) отмечался довольно пестрый состав пород: неогеновый известняк, верхнеюрский конгломерат, темные эффузивы, песчанистые породы, пирокласты, мергель и антропогенный материал из обработанного морем стекла и кирпича. В небольшом количестве среди отложений присутствовали водоросли, целая и битая ракуша.

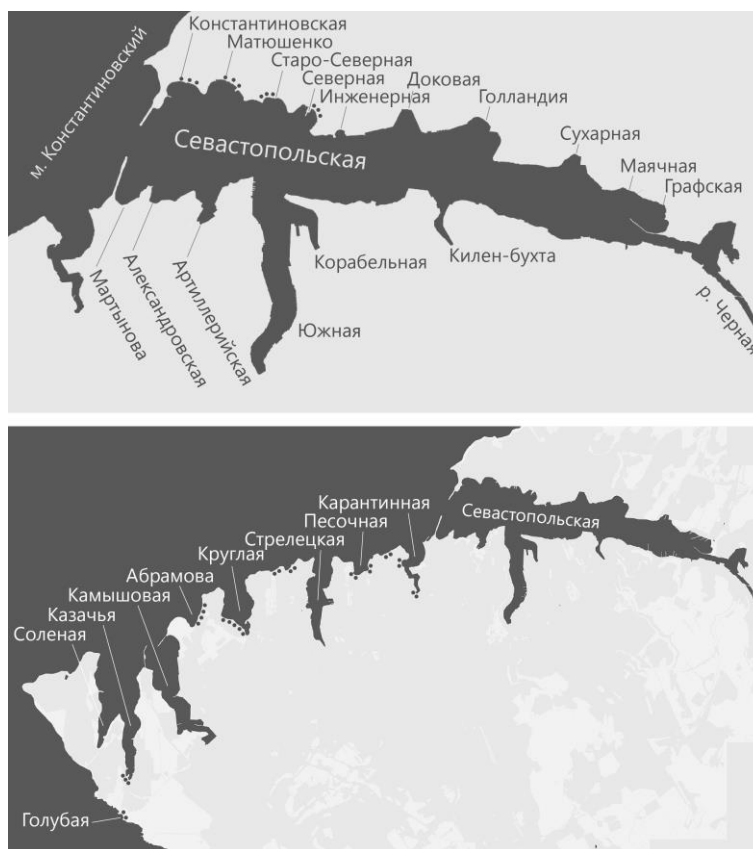


Рис. 4. Бухты Гераклейского п-ова (точками обозначены пляжи в вершинах бухт).

При средней ширине пляжей 10-15 м (пляжи «Солнечный», «Парк Победы», «Голубая бухта»), она варьирует от минимальных 3-7 м (в Севастопольской и Карантинной бухтах, у античного городища «Херсонес Таврический») до максимальных 30-45 м (пляжи «Омега», «Песочный», у отеля «Аквamarin»). Следует отметить, что в условиях дефицита обломочного материала в береговой зоне и необходимости сохранения рекреационных функций городских пляжей, здесь осуществляются регулярные подсыпки речного песка и балаклавского щебня. Примером тому являются пляжи «Солнечный», «Песочный», «Парк Победы», «Омега», ширина, гранулометрический и вещественный состав которых в настоящее время в значительной степени изменены.

Открытые берега Гераклейского п-ова между м. Константиновский и м. Виноградный представлены абразионными уступами, клифами и береговыми обрывами и повсюду активны. Двухметровый уступ у м. Херсонес превращается в береговые обрывы высотой до 12 м у Черноморского высшего военно-морского училища (ЧВВМУ) им. П.С. Нахимова и 60-77 м у м. Виноградный. На большей

части побережья между м. Херсонес и м. Виноградный берег уходит в море на глубины 2-5 м; в других местах у подножья клифа формируется глыбово-валунный навал. Бенч принимает вид каменной отмостки с многочисленными подводными и надводными камнями. В вогнутостях берега формируются «карманные» пляжи шириной 3-5 м. Они особенно многочисленны на живописном, но опасном участке между Голубой бухтой и м. Виноградный. Тем не менее, эти пляжи пользуются большой популярностью у любителей «дикого» отдыха.

Береговая линия имеет зубчатый контур, а профиль берега – форму кружевных карнизов и узких глубоких ниш как результат селективной абразии (рис. 5).



Рис. 5. Зубчатый контур береговой линии между м. Херсонес и м. Виноградный (слева). Нависающие карнизы – результат селективной абразии толщи слоистых известняков (справа) (Фото авторов).

Нависающие карнизы обрывов делают берег недоступным для спуска и подъема. До начала 2000-ых гг. на побережье от м. Херсонес до м. Фиолент существовало лишь 8 мест, где можно было спуститься к морю [30]. При этом только в трех из них между м. Херсонес и Голубой бухтой берег относительно безопасен для отдыха. Позже число спусков к морю увеличилось за счет установки четырех металлических лестниц для индивидуального и двух – коллективного пользования (одна была разрушена оползнем). В двух местах береговой склон разрезан с целью привлечения потенциальных покупателей приморских участков [30] (рис. 6).

Экзогенные процессы между м. Константиновский и м. Виноградный представлены абразией, обвалами, оползнями и карстом. Абразионные процессы приурочены, главным образом, к мысам и открытым берегам, где ими созданы волноприбойные ниши, пещеры и гроты. Как правило, развитие абразии происходит по литологически ослабленным зонам и сопровождается такими последовательными процессами: подмыв берега – образование абразионной ниши – обвал ниши – дробление обвалившейся породы. Интереснейшим результатом селективной абразии являются абразионные останцы или кекуры, имеющие вид

СОСТОЯНИЕ БЕРЕГОВ И ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ МЕЖДУ М. КОНСТАНТИНОВСКИЙ И М. ВИНОГРАДНЫЙ ...

отдельно стоящих в море скал или островков из более прочных пород (например, Дарьин остров у пляжа «Автобат»).



Рис. 6. «Врезки» в береговые склоны: между Песочной и Стрелецкой бухтами (слева); у коттеджного поселка Villarís del Mar (ДСК «Факел», Фиолент) (справа) (Фото авторов и из сети Интернет).

Значительная противоабразионная устойчивость слагающих берега пород определяет невысокие скорости их абразии. По разным источникам, она составляет от 0,01-0,02 [2, 8] до 0,05-0,25 м/год (с максимумом до 0,5 м/год) [1, 5, 17, 28, 31]. Наряду с абразией, вклад в разрушение берегов вносят обвалы, оползни и карст. Наиболее длинный ряд наблюдений за берегами имеется для территории античного городища «Херсонес Таврический», динамика береговой линии и клифа которого четко зафиксированы археологическими раскопками на протяжении последних столетий [31]. Сравнительные скорости отступления берегов на различных участках Гераклейского п-ова представлены в Таблице 1.

Таблица 1.

Скорости береговых процессов между м. Константиновский и м. Виноградный

Район	Средняя (максимальная) скорость, м/год	
Гераклейский п-ов	0,01-0,015	(Зенкович, 1958)
	0,05-0,2 (0,5)	(Шуйский, 1974, 2000)
Античное городище «Херсонес Таврический»		
Северный участок	0,23-0,25	(Лебединский, Пронина, 2013)
«Базилика Крузе»	0,012	(Ромашенко и др., 2011)
Уваровская базилика	(0,48)	(Лебединский, Пронина, 2013)
Берег городища	0,024	(Современное..., 2015)
Бухты Омега и Казачья	0	(Изучение..., 1983)
В 4-х км к западу от м. Фиолент	0	(Изучение..., 1983)

Кроме открытого побережья, берега отступают в бухтах. Так, на восточном берегу Стрелецкой бухты постройки ЧВВМУ им. П.С. Нахимова приблизились к краю обрыва. Аналогичные процессы отмечаются в Карантинной и Казачьей бухтах, на западных берегах Песочной и Стрелецкой бухт, восточном берегу Круглой бухты. Недостаток обломочного материала вызывает размыв берега в средней части пляжа «Омега» в Круглой бухте, где морем выработан уступ высотой до 1,0 м.

С абразией тесно связаны обвалы. Они развиты повсюду на открытых берегах, что позволило Ю.Д. Шуйскому [5] отнести их клифы к типу абразионно-обвальных. В естественных условиях крупные обвалы могут подготавливаться годами и уничтожить за одно событие значительную часть берега. С 1997 по 2016 гг. на побережье Гераклеяского п-ова произошло не менее 12 крупных обвалов объемом от 1,5 до 20,0 тыс. м³ и массой 2,5-50,0 тыс. т. [30].

На восточном берегу Карантинной бухты обвалы происходят довольно часто (рис. 7). В апреле 2013 г. здесь обрушился участок протяженностью около 20,0 м и шириной не менее 1,0 м. Повторный обвал, в результате которого к морю сместился блок известняка, произошел спустя 2 года, в июне 2015 г. [32]. По характеру развития экзогенных процессов на этом берегу можно выделить 3 участка: обрывистый абразионный (берег обрывается в море; у уреза сформирована каменная отмостка), абразионно-обвальный (у подножия клифа имеется глыбовый навал) и абразионно-оползневой (берег отодвинут от моря небольшой террасой; у уреза – глыбовый навал; в основании склона высачивается вода). Современную активность экзогенных процессов здесь подтверждают вертикальные трещины разгрузки и «заколы» вдоль бровки обрыва.



Рис. 7. Опрокинутый блок в Карантинной бухте (слева, май 2018 г.). Обвал у пляжа «Автобат» (справа, сентябрь 2016 г.) (Фото авторов и И. Ю. Тамойкина).

На открытых абразионно-обвальных берегах между м. Херсонес и дачно-строительным кооперативом (ДСК) «Лукоморье» (Фиолент) обвалы происходят как в море, так и в пределах оползнеопасной террасы, а затем уже на пляж. Один из последних обвалов объемом 1,0-1,5 тыс. м³ произошел в сентябре 2016 г. у пляжа

«Автобат» [30] (см. рис. 7). В результате на плато вдоль бровки образовалась трещина длиной более 25 м (ее южный конец не фиксируется) [27].

Осыпи и камнепады регулярны на открытых берегах и мысах бухт всего побережья от м. Константиновский до м. Виноградный.

Среди экзогенных процессов наибольшие опасения вызывают оползневые. Предрасположенность к развитию оползней имеют территории у м. Хрустальный, восточный берег Карантинной бухты, участок между м. Херсонес и м. Виноградный [33]. Абразионно-оползневый является открытый берег от ДСК «Лукоморье» (Фиолент) до м. Виноградный. Между бровкой обрыва и линией уреза здесь фиксируются оползневые террасы, а на отдельных участках у бровки – трещины разгрузки. Доминирующая часть оползней Севастополя, отмеченных в 2016 г., была абразионного происхождения [34].

Карбонатный литологический состав берегов Гераклеяского п-ова способствует активному развитию карста и распространению карстовых форм рельефа. Согласно районированию, берега расположены в пределах Севастопольского карстового района Предгорно-Крымской карстовой области [35]. Наибольшему растворению подвержены макровые сарматские известняки, в которых карст охватывает высоты до 2,5 м над уровнем моря [13]. В зоне заплеска и на подводном береговом склоне формируются карры, карровые поля, микрополя, котлы и т.д. На приморских скалах развиты воронки активного карста глубиной до 10,0 м; полости диаметром 0,2-3,0 м; гроты; небольшие наклонные и субгоризонтальные пещеры [34]. Весь карстовый цикл у морских берегов можно рассматривать как сопутствующий и усиливающий абразию. Кроме того, через карстующиеся породы в прибрежной зоне происходит субмаринная разгрузка вод. На увеличение скоростей карстовых и оползневых процессов влияет подъем уровня грунтовых вод и подтопление территорий, которые отмечаются в приустьевой части р. Черная, впадающей в Севастопольскую бухту. В паводки уровень воды в реке поднимается до 2,0-3,0 м, вызывая резкое повышение отметки грунтовых вод на прибрежной территории [34].

Несмотря на сравнительно небольшие среднегодовые скорости экзогенных береговых процессов между м. Константиновский и м. Виноградный, по минимальным подсчетам, в ближайшие 50 лет берега региона отступят на 10,0 м. В этой ситуации, в первую очередь, следует обратить внимание на разработку и реализацию комплекса берегозащитных мероприятий на приоритетных участках побережья. К ним мы относим античное городище «Херсонес Таврический», являющееся историко-археологическим памятником и объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО, и восточный берег Карантинной бухты, примыкающий к жилой застройке.

Среди современных концепций берегозащиты наибольшую эффективность в последние десятилетия подтвердил принцип «геоники» [36]. Он предполагает максимальное соответствие используемых методов и элементов гидротехнических сооружений природным процессам и объектам, и направлен на сохранение естественного облика приморских ландшафтов. В соответствии с местоположением приоритетных участков, для них необходимы проекты берегоукрепительных сооружений двух типов: открытого побережья и на входе в бухту.

Важной мерой стабилизации берегов и ослабления экзогенных процессов между м. Херсонес и м. Виноградный является контроль всех видов хозяйствования в границах водоохранной зоны моря шириной 500 м (ст. 65 Водного кодекса РФ). На побережье должна быть приостановлена практика сброса бытовых сточных вод в море, отсутствия дренажного и ливневого стока, многоэтажной застройки, «врезки» в берега и пр. Эти антропогенные факторы нарушают устойчивость берегов и выступают в роли катализаторов опасных береговых процессов. Поскольку на значительном протяжении берегов региона не соблюдаются установленные нормативы и запреты, следует ужесточить режим правового регулирования всех видов деятельности в прибрежной зоне.

Для побережья между Голубой бухтой и м. Виноградный актуален мониторинг состояния берегов и динамики экзогенных процессов, так как в последние годы оно очень интенсивно осваивается объектами рекреационного и жилого назначения, резко активизирующими проявление опасных экзогенных процессов. Требуется дополнительное изучение современной динамики берегов на территориях, занятых воинскими частями и военной инфраструктурой, и не доступных для исследований.

ВЫВОДЫ

Интенсивное освоение Крымского побережья активизирует рост частоты проявления опасных и неблагоприятных экзогенных геологических процессов на берегах Севастополя. Участок между м. Константиновский и м. Виноградный включает ингрессионные бухты и открытые абразионные берега. Значительная часть бухтовых берегов является антропогенными, практически, не изменяющимися в настоящее время.

Низменное побережье у м. Херсонес повышается на северо-восток до 7,3 м у м. Константиновский и юго-восток до 77,0 м у м. Виноградный. Берега развиваются в условиях тектонического опускания. Они выработаны в неогеновых известняках, по устойчивости к абразии отнесенных к категории устойчивых пород. При продвижении от мысов бухт к вершинам известняки замещаются глинами и рыхлыми морскими четвертичными отложениями.

Береговую линию между м. Константиновский и м. Херсонес расчленяют около 30 бухт, крупнейшими среди которых являются Севастопольская, Южная, Карантинная, Стрелецкая, Круглая, Камышовая и Казачья. В вершинах бухт формируются пляжи комплексного питания средней шириной 10-15 м. Из-за дефицита обломочного материала осуществляется их искусственная подпитка. В результате, их ширина, вещественный и гранулометрический составы значительно изменены. На открытых берегах пляжи «карманного» типа имеют ширину до 3-7 м.

Абразионные, оползневые, обвальные, осыпные и карстовые процессы активны, главным образом, на открытых берегах и мысах. Скорости береговых процессов, по разным данным, изменяются от 0-0,01 до 0,05-0,25 м/год (максимум – 0,5 м/год). Берега отступают в Карантинной, Песочной, Стрелецкой, Круглой и Казачьей бухтах.

В ситуации отступления берегов региона, необходимы разработка и реализация комплекса берегозащитных мероприятий на приоритетных участках побережья. К ним отнесено античное городище «Херсонес Таврический» и восточный берег Карантинной бухты. При выборе существующих концепций берегозащиты следует руководствоваться принципом «геоники», который предполагает максимальное соответствие используемых методов и элементов гидротехнических сооружений природным процессам и объектам, и направлен на сохранение естественного облика приморских ландшафтов. Важной мерой стабилизации берегов является контроль всех видов хозяйствования в границах пятисотметровой морской водоохранной зоны.

Работа выполнена в рамках гос. заданий ФГБНУ ИПТС (№ 0012-2019-0007) и ФГБУН ИМБИ (гос. регистрационный № АААА-А18-118020890074-2).

Список литературы

1. Шуйский Ю. Д. Процессы и скорости абразии на украинских берегах Черного и Азовского морей // Известия АН СССР. Серия география. 1974. №6. С. 108–117.
2. Изучение оползней Крымской области за 1976–1980 гг. и 1981–1982 гг.: отчет / Крымская гидрогеологическая экспедиция; исполн. И. Ф. Ерыш. Симферополь, 1983.
3. Составить кадастр надводной части берегов Крыма применительно к масштабу 1:200 000: отчет / Крымская гидрогеологическая экспедиция, Институт минеральных ресурсов; отв. исполн. О. С. Романюк. Симферополь, 1988.
4. Изучение условий развития экзогенных геологических процессов береговой зоны Крымского полуострова: отчет / ГГП «Крымгеология»; исполн. Ю. П. Лукьянов. Симферополь, 1993.
5. Шуйский Ю. Д. Типы берегов Світового океану. Одесса: Астропринт, 2000. 480 с.
6. Луговой Н. Н. Современное состояние морских берегов Севастополя // Теория и методы современной геоморфологии. Материалы XXXV пленума геоморфологической комиссии РАН. 2016. Т. 1. Симферополь. С. 241–245.
7. Долотов В. В., Горячкин Ю. Н., Долотов А. В. Статистический анализ изменений береговой линии пляжа поселка Любимовка // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2017. № 1. С. 40–47.
8. Зенкович В. П. Морфология и динамика Советских берегов Черного моря. В 2 т. М.: АН СССР, 1958, 1960.
9. Романюк О. С. Пляжи Крыма, их генезис и перспективы практического использования: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Симферополь, 1968.
10. Шуйский Ю. Д. Питание обломочным материалом северо-западного и крымского районов шельфа Черного моря // Исследование динамики рельефа морских побережий. М.: Наука, 1979. С. 89–97.
11. Прогноз экзогенных геологических процессов на черноморском побережье СССР / под ред. А. И. Шеко, В. С. Круподерова. М.: Недра, 1979. 239 с.
12. Золотарев Г. С., Ерыш И. Ф. Проблемы инженерной геологии и защиты Черноморского побережья и Горного Крыма // Инженерная геология. 1985. № 2. С. 61–71.
13. Разработка методических основ моделирования карста и абразии в Крыму. Т.3. Текст: отчет / Институт минеральных ресурсов. Симферополь, 1985. 167 с.
14. Игнатов Е. И., Лукьянова С. А., Соловьева Г. Д. Морские берега Крыма // Геоморфология. 2016. №1. С. 55–63.
15. Игнатов Е. И., Орлова М. С., Санин А. Ю. Береговые морфосистемы Крыма. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. 266 с.
16. Клюкин А. А. Экзогеодинамика Крыма. Симферополь: Таврия, 2007. 320 с.

17. Современное состояние береговой зоны Крыма: атлас-монография. Под ред. Ю. Н. Горячкина. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2015. 252 с.
18. Агаркова-Лях И. В. Современное состояние береговой зоны Севастопольского региона и особенности ее антропогенного преобразования // Культура народов Причерноморья. 2007. № 118. С. 7–13.
19. Скребец Г. Н., Агаркова-Лях И. В. Парагенетические ландшафтные комплексы абразионно-бухтовых ингрессионных берегов черноморского побережья Крыма // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «География». 2004. Т. 17 (56). № 4. С. 73–83.
20. Долотов В. В., Иванов В. А. Повышение рекреационного потенциала Украины: кадастровая оценка пляжей Крыма. Севастополь: МГИ НАНУ, 2007. 194 с.
21. Лазицкая Н. Ф. Общественно-географическое обоснование развития рекреационного водопользования в г. Севастополь: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Симферополь, 2014. 23 с.
22. Орлова М. С. Морские берега Крыма как ресурс рекреации (на примере берегов Западного Крыма): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2010. 26 с.
23. Удовик В. Ф., Харитонова Л. В., Горячкин Ю. Н. Мониторинг состояния городских пляжей Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2017. № 4. С. 86–94.
24. Новиков А. А., Каширина Е. С., Белоконов В. В. Геолого-геоморфологические опасные процессы как факторы угроз для особо охраняемых природных территорий г. Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: сб. научн. тр. 2014. Вып. 29. Севастополь. С. 61–69.
25. Луговой Н. Н. Типизация, районирование и состояние морских берегов Севастополя // Геоморфологи: к юбилейному XXXV Пленуму Геоморфологической комиссии РАН в Симферополе / Под ред. М. Е. Кладовщиковой, Э. А. Лихачевой. Т. 7. М.: Медиа-Пресс, 2016. С. 131–142.
26. Агаркова-Лях И. В. Развитие экзогенных геологических процессов в береговой зоне Крыма от м. Лукулл до м. Константиновский // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: ИПТС. 2017. Вып. 10 (30). С. 58–67.
27. Горячкин Ю. Н., Федоров А. П. Оползни Севастопольского региона. Часть 2. Гераклеийский по-ов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2018. Вып. 2. С. 4–12.
28. Ромашенко М. И., Ляшевский В. И., Войтович И. В., Левченко А. И., Ковтунович И. В., Яковлев В. В. Берегоукрепления древнего городища «Херсонес Таврийский» // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2011. Вып. 25. Т.1. С. 111–116.
29. Удовик В. Ф., Михайличенко С. Ю., Горячкин Ю. Н. О возможном пути решения проблемы защиты берегов заповедника «Херсонес Таврический» // Морской гидрофизический журнал. 2016. № 2. С. 27–37.
30. За последние 20 лет на Гераклейском полуострове произошло не менее 12 крупных обвалов берегового склона... В. Илларионов. URL: <http://www.sevnews.info/rus/view-news/Za-poslednie-20-let-na-Geraklejskom-poluostrove-proizoshlo-ne-menee-12-krupnyh-obvalov-beregovogo-sklona-est-ranenye-i-pogibshie-/29821> (дата обращения: 25.02.17)
31. Лебединский В. В., Пронина Ю. А. Исследование древней береговой линии Херсонеса Таврического и его хоры // Підводні дослідження: Археологія. Історія. Дайвінг. 2013. Вип. 5. С. 145–153.
32. Оползни в Карантинной бухте продолжают [Электронный ресурс]. SEVAS.com. Новости. 17.10.2015. URL http://news.sevas.com/other/opolzni_v_karantinnoj_buhte_sevastopolya_foto_oktyabr_2015 (дата обращения: 28.02.2017).
33. Ежегодный доклад о состоянии и об охране окружающей среды города федерального значения Севастополя за 2015 год. Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя (Севприроднадзор). Севастополь, 2016. 147 с. URL: https://sevastopol.gov.ru/files/iblock/d03/ecogodoklad_sev_2015.pdf (дата обращения: 20.10.2018).
34. Ежегодный доклад о состоянии и об охране окружающей среды города Севастополя за 2016 год. Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя (Севприроднадзор).

Севастополь, 2017. 201 с. URL: http://ecosev.ru/images/gosdoklad/converted_file_eb8f7bea.pdf (дата обращения: 28.10.2017).

35. Вахрушев Б. А. Районирование карста Крымского полуострова // Спелеология і карстологія. 2009. 3. С. 39-46.
36. Куклев С. Б. Проблемы защиты берегов российского сектора Черного моря: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Геленджик, 2003. 25 с.

**STATE OF THE COASTS AND EXOGENOUS GEOLOGICAL PROCESSES
BETWEEN CAPE KONSTANTINOVSKIY AND CAPE VINOGRADNIY ON THE
SOUTH-WESTERN COAST OF CRIMEA**

Agarkova-Lyakh I.V.¹, Lyakh A.M.²

¹*Institute of Natural and Technical Systems, Sevastopol, Russia*

E-mail: iva_crimea@mail.ru

²*The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia*

E-mail: me@antonlyakh.ru

Intensive development of the Crimean coast intensifies the growth in the frequency of occurrence of adverse exogenous geological processes on Sevastopol coasts. The aim of the article is to consider the current state of coasts and the development of exogenous geological processes between capes Konstantinovsky and Vinogradny.

The initial materials were: published works; funds of the Institute of mineral resources, Crimean hydrogeological expedition and GGP "Krymgeology"; cartographic sources; resource Google earth; field studies of the author. During the field work methods of observation, instrumental and semi-instrumental measurements at key sites, photometods were used. Methods of analysis and synthesis, comparative-geographical, comparative-historical were used for information processing.

The region between cape Konstantinovsky and cape Chersonesos includes ingression bays and open abrasive coasts. A significant part of bay coasts are anthropogenic (man-made) coasts and, practically, they do not change at the present time.

The height of coasts is grow from cape Chersonesos. To the northeast near cape Konstantinovsky the coasts heigh is 7.3 m, to southeast near cape Vinogradniy they height is 77 m. The speed of tectonic subsidence is varied from 0.5 to 3 mm·year⁻¹. They are developed in Neogene limestones and classified as abrasion resistant. During movement from capes to top of bays, the limestones are replaced by clays and loose quaternary marine sediments.

The coastline between cape Konstantinovsky and cape Chersonesos is divided into about 30 bays, the largest of which are Sevastopol, South, Quarantine, Streleckaya, Kruglaya, Kamishovaya and Kosachiya. At the tops of the bays the beaches of an average width of 10-15 m are formed. They have a complex feeding, but due to the lack of debris their artificial recharge is carried out. As a result the width, material and granulometric composition of the coasts has been significantly changed. On the open coasts the beaches "pocket" type have a width of 3-7 m.

Abrasive, landslide, landslim, talus processes and karst are active mainly on open coasts and capes. The speed of coastal processes, according to different data, is vary from 0-0.01

to 0.05-0.25 m·year⁻¹ (maximum 0.5 m·year⁻¹). The banks retreat in Quarantine, Pesochnaya, Streleckaya, Kruglaya and Kazatchiya bays.

While the coast recede, the development and implementation of the complex of coastal protection acts is necessary. They firstly should be realized on the ancient settlement Chersonesos Taurica and the Eastern shore of Quarantine bay.

The selection of coastal protection concept first of all should be guided by the principle of geonics, which involves the maximum compliance of the methods and elements of hydraulic structures to natural processes and objects, and is aimed to preserving the natural appearance of coastal landscapes. An important measure of stabilization of coastal processes is the control of all types of management within the five-hundred-meter marine water protection zone.

Keywords: bays of Sevastopol, beaches, abrasion, landslide, rockslide, karst, coastal monitoring.

References

1. Shuiskiy Yu. D. Processy i skorosti abrazii na ukrainskih beregah Chernogo i Azovskogo morej (Processes and speeds of abrasion on the Ukrainian coast of the Black and Azov seas). *Izvestiya AN SSSR. Seriya geografija*, 1974, no 6, pp. 108–117 (in Russian).
2. Izuchenie opolznej Krymskoj oblasti za 1976–1980 gg. i 1981–1982 gg.: otchet (The study of Crimean region landslides in 1976–1980 and 1981–1982 years: report). Crimean hydrogeological expedition; executing Erysh I. F. Simferopol, 1983 (in Russian).
3. Sostavit' kadastr nadvodnoj chasti beregov Kryma primenitel'no k masshtabu 1:200 000: otchet (Compose inventory of above-water parts of the Crimean coast at a scale 1:200000: report). Crimean hydrogeological expedition, Institute of Mineral Resources; Ans. executed. Romaniuk O. Simferopol, 1988 (in Russian).
4. Izuchenie uslovij razvitija jezkogennyh geologicheskikh processov beregovoj zony Krymskogo poluostrova: otchet (A study of conditions for the development of exogenous geological processes in the coastal zone of Crimea peninsula: report). GGP «Krymgeologija»; executing Luk'janov Ju. P. Simferopol, 1993 (in Russian).
5. Shuiskiy Yu. D. Tipi beregiv Svitovogo okeanu (Types of coast of the World Ocean). Odessa: Astroprint (Publ.), 2000, 480 p. (in Ukrainian).
6. Lugovoj N. N. Sovremennoe sostojanie morskikh beregov Sevastopolja (Current state of sea coast of Sevastopol). *Teorija i metody sovremennoj geomorfologii. Materialy XXXV plenuma geomorfologicheskoi komissii RAN*. 2016. T. 1. Simferopol', 2016, Vol. 1, pp. 241–245 (in Russian).
7. Dolotov V. V., Gorjachkin Ju. N., Dolotov A. V. Statisticheskij analiz izmenenij beregovoj linii pljazha poselka Ljubimovka (Statistical analysis of changes of the coastline of the beach of the settlement of Lyubimovka). *Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon morja*, 2017, no. 1, pp. 40–47 (in Russian).
8. Zenkovich V. P. Morfologija i dinamika Sovetskikh beregov Chernogo morja (Morphology and dynamics of the Soviet coasts of the Black Sea). V 2. Moscow: AN SSSR (Publ.), 1958, 1960 (in Russian).
9. Romanjuk O. S. Pljazhi Kryma, ih genezis i perspektivy prakticheskogo ispol'zovanija: (Beaches of the Crimea, their genesis and prospects of practical use): Phd. Simferopol, 1968 (in Russian).
10. Shuysky Yu. D. Pitanie oblomochnym materialom severo-zapadnogo i krymskogo rajonov shel'fa Chernogo morja (Food detrital material of northwest and Crimean districts of the shelf of the Black Sea). *Issledovanie dinamiki rel'efa morskikh poberezhij*. M.: Science (Publ.), 1979, pp. 89–97 (in Russian).
11. Prognoz jezkogennyh geologicheskikh processov na chernomorskom poberezh'e SSSR (The forecast of exogenous geological processes on the Black Sea coast of the USSR). pod red. A. I. Sheko, V. S. Krupoderova. M.: Nedra, 1979, 239 p. (in Russian).

12. Zolotarev G. S., Erysh I. F. roblemy inzhenernoj geologii i zashhity Chernomorskogo poberezh'ja i Gornogo Kryma (Problems of engineering geology and protection of the Black Sea coast and Mountain Crimea). Inzhenernaja geologija, 1985, no 2, pp. 61–71 (in Russian).
13. Razrabotka metodicheskikh osnov modelirovanija karsta i abrazii v Krymu. T.3. Tekst: otchet (Development of methodical bases of modeling of a karst and abrasion in the Crimea. T.3. Text: report). Simferopol': IMR, 1985, 167 p. (in Russian).
14. Ignatov E. I., Luk'janova S. A., Solov'eva G. D. Morskie berega Kryma (Sea coast of the Crimea). Geomorfologija, 2016, no 1, pp. 55–63. (in Russian).
15. Ignatov E. I., Orlova M. S., Sanin A. Ju. Beregovye morfosistemy Kryma (Coastal morfosystems of the Crimea). Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika (Publ.), 2014, 266 p. (in Russian).
16. Kljukin A. A. Jezogeodinamika Kryma (Ekzogeodinamik of the Crimea). Simferopol': Tavrija (Publ.), 2007, 320 p. (in Russian).
17. Sovremennoe sostojanie beregovoj zony Kryma: atlas-monografija (Current state of a coastal zone of the Crimea: atlas-monograph.). Pod red. Ju. N. Gorjachkina. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2015, 252 p. (in Russian).
18. Agarkova-Ljah I. V. Sovremennoe sostojanie beregovoj zony Sevastopol'skogo regiona i osobennosti ee antropogennogo preobrazovanija (Current state of a coastal zone of the Sevastopol region and feature of its anthropogenic transformation). Kul'tura narodov Prichernomor'ja, 2007, no 118, pp. 7–13. (in Russian).
19. Skrebec G. N., Agarkova-Ljah I. V. Parageneticheskie landshaftnye komplekсы abraziionno-buhtovykh ingressionnykh beregov chernomorskogo poberezh'ja Kryma (Paragenetic landscape complexes of abrasion ingressation shores with bays of the Black Sea coast of Crimea). Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Serija Geografija, 2004, Vol. 17 (56), no 4, pp. 73–83 (in Russian).
20. Dolotov V. V., Ivanov V. A. Povyshenie rekreacionnogo potencijala Ukrainy: kadastravaja ocenka pljazhej Kryma. (Increase in recreational capacity of Ukraine: cadastral assessment of beaches of the Crimea). Sevastopol': MGI NANU, 2007, 194 p. (in Russian).
21. Lazickaja N. F. Obshhestvenno-geograficheskoe obosnovanie razvitija rekreacionnogo vodopol'zovanija v g. Sevastopol' (Public and geographical justification of development of recreational water use to Sevastopol): PhD thesis. Simferopol', 2014, 23 p. (in Russian).
22. Orlova M. S. Morskie berega Kryma kak resurs rekreacii (na primere beregov Zapadnogo Kryma): Avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. (Sea coast of the Crimea as a recreation resource (on the example of coast of the Western Crimea): PhD thesis. Moscow, 2010, 26 p. (in Russian).
23. Udovik V. F., Haritonova L. V., Gorjachkin Ju. N. Monitoring sostojanija gorodskih pljazhej Sevastopolja (Monitoring of a condition of city beaches of Sevastopol). Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon morja, 2017, № 4, pp. 86–94 (in Russian).
24. Novikov A. A., Kashirina E. S., Belokon' V. V. Geologo-geomorfologicheskie opasnye processy kak faktory ugroz dlja osobo ohranjaemykh prirodnykh territorij g. Sevastopolja (Geological and geomorphological dangerous processes as factors of threats for especially protected natural territories of Sevastopol). Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa: sb. nauchn. tr., Sevastopol', 2014, Vol. 29, pp. 61–69 (in Russian).
25. Lugovoj N.N. Tipizacija, rajonirovanie i sostojanie morskikh beregov Sevastopolja (Typification, division into districts and condition of sea coast of Sevastopol). Geomorfologi: k jubilejnomu XXXV Plenumu Geomorfologicheskoi komissii RAN v Simferopole / Pod red. M. E. Kladovshhikovoj, Je. A. Lihachevoj. T. 7. M.: Media-Press, 2016, pp. 131–142 (in Russian).
26. Agarkova-Ljah I. V. Razvitie jekzogennykh geologicheskikh processov v beregovoj zone Kryma ot m. Lukull do m. Konstantinovskij (Development of exogenous geological processes in a coastal zone of the Crimea from cape Lukull to cape Konstantinovskij). Sistemy kontrolja okruzhajushhej sredy. Sevastopol': IPTS, 2017, Vyp. 10 (30), pp. 58–67 (in Russian).
27. Gorjachkin Ju. N., Fedorov A. P. Opolzni Sevastopol'skogo regiona. Chast' 2. Geraklejskij po-ov (Landslides of the Sevastopol region. Part 2. Heraklean Peninsula). Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon morja, 2018, Vol. 2, pp. 4–12 (in Russian).
28. Romashhenko M. I., Ljashevskij V. I., Vojtovich I. V., Levchenko A. I., Kovtunovich I. V., Jakovlev V. V. Beregoukriplennja drevn'ogo gorodishha «Hersones Tavrijskij» (Shore reinforcement of the ancient

- settlement "Chersonese Tavriysky"). Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa, 2011, Vol. 25, T.1, pp. 111–116 (in Ukrainian).
29. Udovik V. F., Mihajlichenko S. Ju., Gorjachkin Ju. N. O vozmozhnom puti reshenija problemy zashhity beregov zapovednika «Hersonese Tavricheskij» (About a possible solution of a problem of protection of coast of the reserve "The Taurian Chersonese"). Morskoy gidrofizicheskij zhurnal, 2016, № 2, pp. 27–37 (in Russian).
 30. Za poslednie 20 let na Geraklejskom poluostrove proizoshlo ne menee 12 krupnyh obvalov beregovogo sklona. V. Illarionov. (For the last 20 years on the Geraklejsky peninsula there were not less than 12 large collapses of a coastal slope... Sevastopol news. V. Illarionov). URL: <http://www.sevnews.info/rus/view-news/Za-poslednie-20-let-na-Geraklejskom-poluostrove-proizoshlo-ne-menee-12-krupnyh-obvalov-beregovogo-sklona-est-ranenye-i-pogibshie-/29821> (accessed: 25.02.17) (in Russian).
 31. Lebedinskij V. V., Pronina Ju. A. Issledovanie drevnej beregovoj linii Hersonesa Tavricheskogo i ego hory (Research of the ancient coastline of Chersonese Taurian and its choruses). Pidvodni doslidzhennja: Arheologija. Istorija. Dajving, 2013, Issue 5, pp. 145–153 (in Ukrainian).
 32. Opolzni v Karantinnoj buhte prodolzhajutsja. SEVAS.com. Novosti. 17.10.2015 (Landslides in the Quarantine bay proceed. SEVAS.com. News. 17.10.2015). URL: http://news.sevas.com/other/opolzni_v_karantinnoj_buhte_sevastopolya_foto_oktyabr_2015 (accessed: 28.02.2017) (in Russian).
 33. Ezhegodnyj doklad o sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy goroda federal'nogo znachenija Sevastopolja za 2015 god. Glavnoe upravlenie prirodnyh resursov i jekologii goroda Sevastopolja (Sevprirodnadzor). (The annual report on a state and on environmental protection of the federal city of Sevastopol for 2015. Head department of natural resources and ecology of the city of Sevastopol (Sevprirodnadzor)). 2016. URL: https://sevastopol.gov.ru/files/iblock/d03/ecogosdoklad_sev_2015.pdf (accessed: 20.10.2018) (in Russian).
 34. Ezhegodnyj doklad o sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy goroda Sevastopolja za 2016 god. Glavnoe upravlenie prirodnyh resursov i jekologii goroda Sevastopolja (Sevprirodnadzor) (The annual report on a state and on environmental protection of the city of Sevastopol for 2016. Head department of natural resources and ecology of the city of Sevastopol (Sevprirodnadzor)). 2017. URL: http://ecosev.ru/images/gosdoklad/converted_file_eb8f7bea.pdf (accessed: 28.10.2017) (in Russian).
 35. Vahrushev B. A. Rajonirovanie karsta Krymskogo poluostrova (Division into districts of a karst of the Crimean peninsula). Speleologija i karstologija, 2009, no 3, pp. 39–46 (in Russian).
 36. Kuklev S. B. Problemy zashhity beregov rossijskogo sektora Chernogo morja (Problems of protection of coast of the Russian sector of the Black Sea): PhD thesis. Gelendzhik, 2003, 25 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 14.02.2019

УДК 550.42

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА САКСКОГО РАЙОНА

Алексашкин И. В., Дубас В. В., Ткач О. С.

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь,
Российская Федерация
E-mail: aligor@rambler.ru*

Приведены результаты геохимического анализа почв, в пределах агропромышленного комплекса Сакского района. В настоящей работе были произведены расчеты коэффициентов концентрации химических элементов в почве относительно ПДК и относительно фона, определены суммарные показатели химического загрязнения почв, рассчитаны индексы загрязнения. Статистический анализ данных включал в себя расчет статистических параметров и построение корреляционной матрицы. Результаты расчетов и анализа отражены в представленных в работе таблицах и картосхемах, соответственно.

Ключевые слова: Сакский район, агропромышленный комплекс, территориально-производственный комплекс, геохимический анализ почв, токсиканты.

ВВЕДЕНИЕ

Почва – самостоятельное органоминеральное природное тело, имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия [1]. Появление и накопление в почве не свойственных ей химических элементов приводит к загрязнению и деградации почвенного покрова. Поступление огромного количества промышленных отходов, химических удобрений, пестицидов и т.п. способствует образованию искусственных биогеохимических провинций с измененным составом и свойствами почвы. Поступающие элементы и соединения могут передаваться по пищевым цепям и, таким образом, представляют огромную опасность для здоровья населения.

Агропромышленный комплекс (АПК), в рамках Сакского района, представлен отраслями растениеводства и животноводства тем самым являясь одним из самых крупных производителей сельхозпродукции. Общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 159 тыс. га, в т.ч. пашни – более 143 тыс. га. Отдельно следует отметить территориально-производственный комплекс (ТПК) района, который славится разработкой камня-ракушечника (в данной сфере работает 13 предприятий). Хотя карьеры и не являются частью АПК, но оказывают прямое негативное воздействие на него, что обусловлено ежегодным увеличением количества территорий по разработке месторождений за счет земель сельскохозяйственного назначения.

Таким образом, в ходе активной антропогенной деятельности почвы Сакского района претерпевают значительные изменения состава и свойств, что делает актуальным и необходимым проведение геохимического анализа почв исследуемого района.

Цель статьи заключается в анализе результатов проведенного геохимического анализа почв АПК и ТПК Сакского района. Основными задачами исследования явились изучение существующих методов геохимической оценки почв и выбора наиболее репрезентативных из них, проведение геохимического анализа АПК и ТПК Сакского района по имеющимся фондовым материалам, выявление характерных для анализируемых почв ассоциаций химических элементов и корреляционных связей между ними.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данная работа является результатом исследования, произведенного на основе фондовых материалов, собранных для почв Сакского района в ФГБУ «ЦАС «Крымский». В основу работы вошли данные агрохимического, экологотоксикологического обследования участков «Столбового», «Западно-Журавлевского» месторождений и участков земель сельскохозяйственного назначения Крайненского, Кольцовского, Охотниковского, Добрушинского и Воробьевского сельских поселений (СП). Обследования проводились осенью 2017 г. и весной 2018 г. В работе так же были использованы накопительные данные агрохимического обследования сельскохозяйственных земель в период с 2015–2017 г.г. В свою очередь рис. 1 иллюстрирует расположение участков отбора проб на территории Сакского района.

Территория участка «Западно-Журавлевского» месторождения приурочена к Центрально-Степному агропочвенному району (в соответствии с картой районирования почв Крымского полуострова), основным типом почв которого являются черноземы южные мицелярно-карбонатные. Участок «Столбового» месторождения и участки земель сельскохозяйственного назначения Крайненского, Кольцовского, Охотниковского, Добрушинского и Воробьевского СП расположены в Альминско-Сакском (юго-западном) почвенном районе. Основной тип почвы – дерновые карбонатные почвы на элювии плотных карбонатных породах, луговые (зольные почвы).

Существует ряд методик для оценки геохимического состояния почвенного покрова. Многие из них основаны на сравнении фактической концентрации химического элемента в почвах с существующими нормативами (ПДК, ОДК и фоновые содержания). В конечном результате, подобные методы анализа характеризуют превышение содержания того или иного химического элемента в почвах и грунтах, отражают эффект суммарного воздействия группы элементов [2].



Рис. 1. Участки отбора проб на территории Сакского района.

Для обработки и интерпретации полученных данных нами были применены методы статистического анализа с последующим построением корреляционной матрицы. Аналитическое исследование проводилось с использованием общепринятых методик геохимической оценки почв и включает в себя несколько этапов рассмотренных ниже.

Этап 1. Расчет коэффициента концентрации относительно ПДК ($K_{ciПДК}$) и относительно фона ($K_{ci(фона)}$). Данные показатели характеризует соответственно превышение содержания элемента в почвах над его ПДК и фоновым содержанием тяжелых металлов [3].

$$K_{ciПДК} = C_i / ПДК; K_{ci(фона)} = C_i / C_{fi}, \quad (1)$$

где C_i – фактическое содержание i -го химического элемента в почвах и грунтах, мг/кг;

$ПДК$ – предельно допустимые концентрации химических веществ в почве, мг/кг;

C_{fi} - фоновое содержание i -го химического элемента в почвах и грунтах, мг/кг.

Этап 2. Определение суммарного показателя химического загрязнения почвы (Z_c), который позволяет оценить уровень комплексного загрязнения [4].

$$Z_c = K_{ci} + \dots + K_{cn} - (n - 1), \quad (2)$$

где n – количество учитываемых химических элементов;

K_{ci} – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения, превышающий единицу.

При расчете показателя Z_c учитываются только коэффициенты концентрации > 1 , поскольку элементы со значением $K_{ci} < 1$ не являются загрязнителями согласно определению понятия [5]. В соответствии с полученными значениями выделяются следующие категории почв по степени химического загрязнения: <16 – допустимое, $16,1-32,0$ – умеренно опасное, $32,1-128$ – опасное, >128 – чрезвычайно опасное.

Этап 3. Расчет индекса загрязнения почвы (ИЗП).

$$\text{ИЗП} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{C_{\text{ПДК}}} \right) / n \quad (3)$$

где $\left(\frac{C_i}{C_{\text{ПДК}}} \right)$ – отношение содержания вещества в точке отбора пробы к ПДК;

n – количество определяемых ингредиентов.

По существу ИЗП представляет собой интегральный уровень ПДК. Выделяются следующие категории состояния химического загрязнения почв по ИЗП (качество почвогрунта): $<0,75$ – хорошее (чистый), $0,75-1,0$ – удовлетворительное (проблемный), $>1,0$ – неудовлетворительное (загрязненный) [5]. Опасность загрязнения тем выше, чем больше значение ИЗП.

Этап 4. Анализ динамики изменения количества расположенных на территории Сакского района складов пестицидов и ядохимикатов в период с 2015 – 2018 гг. [6].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для подготовки фондовых материалов обследования почв Сакского района к эколого-геохимическому анализу была проведена статистическая обработка данных (табл.1). Статистический анализ произведен на основании методических указаний по применению математических методов в геохимии [7], и включал в себя вычисление таких показателей как среднее значение, стандартное отклонение, медиана, мода, дисперсия, эксцесс, асимметричность, минимум, максимум и счёт. Имеющийся статистический ряд принадлежит к нормальному закону распределения, поскольку значения асимметрии и эксцесса не превышают значения 3, соблюдены неравенства [8]: Асимметрия (A) = $\sqrt{(6/N)} \leq 3$; Эксцесс (E) = $(2\sqrt{(6/N)}) \leq 3$.

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА САКСКОГО РАЙОНА

Таблица 1.

Статистические характеристики содержания химических элементов в почвах
агропромышленного комплекса Сакского района

Участок отбора проб	Химич. элемент	Среднее значение	Станд. отклонение	Me	Mo	Дисперсия	Экссесс	Асимметричность	Min	Max	Счёт
Западно-Журавлевское месторождение	Cu	0,16	0,02	0,16	0,19	0,00	0,34	0,75	0,14	0,18	4
	Co	0,11	0,05	0,10	0,15	0,00	0,58	1,02	0,06	0,17	4
	Zn	0,35	0,17	0,33	0,69	0,03	-3,19	0,42	0,19	0,56	4
	Mn	17,79	2,62	17,41	0,26	6,89	-1,05	0,65	15,20	21,15	4
	Pb	0,65	0,17	0,65	0,11	0,03	-1,94	0,20	0,47	0,85	4
	Cd	0,07	0,01	0,07	0,05	0,00	-1,29	0,85	0,06	0,08	4
Сталбовое месторождение	Cu	0,19	0,03	0,19	0,18	0,00	-0,55	0,02	0,14	0,23	9
	Co	0,13	0,05	0,12	0,42	0,00	-0,97	0,39	0,06	0,18	9
	Zn	0,15	0,07	0,15	0,56	0,01	0,01	1,72	0,10	0,18	9
	Mn	15,34	5,89	17,23	0,09	34,69	-0,89	0,02	8,18	18,45	9
	Pb	0,86	0,21	0,79	0,13	0,04	-0,36	0,59	0,57	0,94	9
	Cd	0,07	0,01	0,08	0,12	0,00	-0,52	-0,82	0,06	0,08	9
Участок с/х земель Крайненского СП	Cu	0,16	0,05	0,15	0,54	0,03	-2,94	0,54	0,12	0,22	4
	Co	0,14	0,02	0,13	0,65	0,02	0,45	0,65	0,12	0,17	4
	Zn	0,20	0,08	0,17	0,17	0,00	3,00	0,21	0,14	0,31	4
	Mn	17,21	1,75	16,72	0,24	0,01	0,89	0,06	15,75	19,64	4
	Pb	0,54	0,24	0,49	0,64	0,00	0,34	1,29	0,32	0,86	4
	Cd	0,07	0,01	0,07	0,32	0,00	-1,20	1,46	0,05	0,08	4
Участок с/х земель Кольцовского СП	Cu	0,15	0,02	0,15	0,16	0,00	2,62	0,43	0,14	0,18	4
	Co	0,14	0,07	0,14	0,12	0,00	0,01	0,31	0,07	0,22	4
	Zn	0,30	0,21	0,24	0,08	0,01	-2,42	1,53	0,14	0,58	4
	Mn	13,87	6,76	13,01	0,08	5,89	0,62	-0,30	7,31	22,14	4
	Pb	0,89	0,27	0,82	0,06	0,03	-1,29	0,33	0,65	1,25	4
	Cd	0,08	0,01	0,08	0,45	6,89	2,53	-0,38	0,07	0,09	4
Участок с/х земель Охотниковского СП	Cu	0,16	0,03	0,16	0,12	0,03	-0,58	0,65	0,13	0,21	5
	Co	0,13	0,04	0,13	0,13	0,00	2,98	0,48	0,07	0,17	5
	Zn	0,20	0,09	0,17	0,15	0,00	1,94	0,92	0,13	0,38	5
	Mn	14,92	3,95	14,85	0,14	13,87	-2,63	0,07	14,85	19,68	5
	Pb	0,73	0,17	0,81	0,24	0,05	-1,49	0,15	0,53	0,95	5
	Cd	0,07	0,01	0,07	0,06	0,02	-1,29	0,14	0,05	0,08	5
Участок с/х земель Добрушского СП	Cu	0,17	0,04	0,16	0,07	0,00	-2,79	0,30	0,14	0,22	4
	Co	0,16	0,06	0,16	0,56	0,01	-0,42	1,02	0,09	0,22	4
	Zn	0,14	0,03	0,14	0,00	0,06	-4,95	0,06	0,11	0,18	4
	Mn	18,26	2,93	18,33	0,08	6,89	1,98	0,18	10,15	21,15	4
	Pb	0,77	0,14	0,80	0,16	0,03	-1,29	0,42	0,57	0,91	4
	Cd	0,07	0,01	0,08	0,64	0,03	-2,94	0,56	0,07	0,08	4
Участок с/х земель Воробьевского СП	Cu	0,16	0,03	0,16	0,32	0,00	0,45	0,09	0,12	0,19	6
	Co	0,14	0,04	0,14	0,16	0,00	3,00	0,13	0,09	0,17	6
	Zn	0,24	0,08	0,24	0,12	0,00	0,89	0,20	0,15	0,36	6
	Mn	16,05	3,94	16,90	0,08	0,01	0,34	0,85	9,00	20,36	6
	Pb	0,82	0,24	0,76	0,47	0,02	-0,52	0,02	0,73	0,25	6
	Cd	0,07	0,01	0,07	0,25	0,03	-2,94	0,18	0,05	0,80	6

Произведенный корреляционный анализ позволил выявить ряд закономерностей взаимосвязи химических элементов (табл. 2). Устойчиво фиксируется наличие достоверной корреляции между Pb и Cd (0,94), средняя связь проявляется в парах Co–Cd (0,42), Cu–Pb (0,30), Co–Pb (0,30), Zn–Mn (0,21). В остальных случаях связь незначительна или отсутствует. Функциональную взаимосвязь отображает построенная вручную схема корреляционных связей (Рис. 2.). При уровне значимости 0,05 ($t = 2$) достоверное значение коэффициента корреляции составляет 0,29.

Таблица 2.

Коэффициенты корреляции концентрации химических элементов на участках отбора проб агропромышленного комплекса почв Сакского района

Элемент	Cu	Co	Zn	Mn	Pb	Cd
Cu	1,00					
Co	–0,03	1,00				
Zn	–0,66	0,51 [–]	1,00			
Mn	–0,05	0,67 [–]	0,21	1,00		
Pb	0,30	0,30	0,01	–0,84	1,00	
Cd	0,10	0,42	0,15	–0,80	0,94	1,00

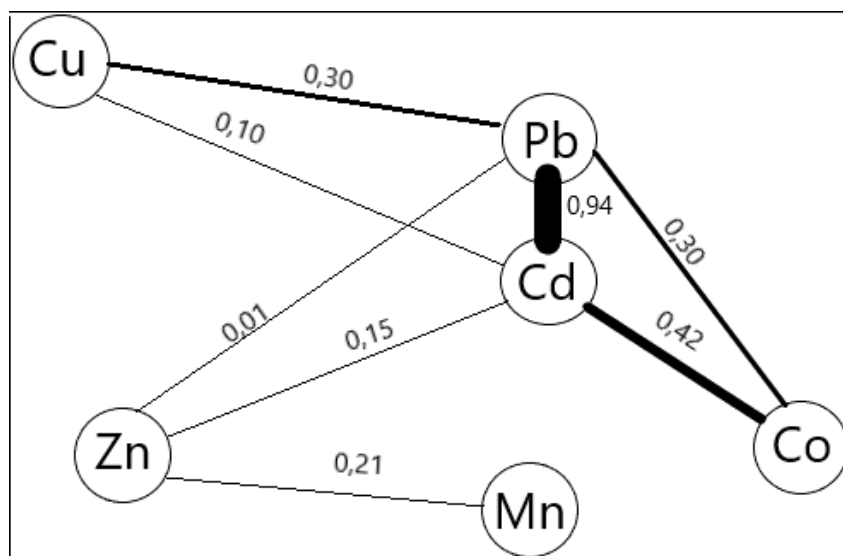


Рис. 2. Схема корреляционных связей химических элементов в почвах агропромышленного комплекса Сакского района.

Корреляционный анализ был выполнен для выявления сходств (различий) поведения химических элементов в процессах миграции. Мерой взаимозависимости двух элементов X и Y служит величина коэффициента парной корреляции между их содержаниями, где x , y , – содержания элементов (или их логарифмы) в точках опробования. Коэффициент корреляции – безразмерная величина и лежит в диапазоне от -1 до $+1$ [8].

Данный вид статистического анализа используется в целях выделения геохимических парагенезисов, генетически единых ассоциаций элементов. Высокий уровень корреляции между Pb и Cd (0, 94) позволяет говорить о возможности существования парагенной ассоциации данных элементов в почвах агропромышленного комплекса Сакского района. Элементы Pb и Cd двухвалентны, амфотерные, относятся к первому классу опасности и имеют схожие миграционные свойства.

Рассчитанные коэффициенты концентрации относительно ПДК ($K_{ci(ПДК)}$) и относительно фона ($K_{ci(фона)}$) не показали наличия превышений содержания элемента в почвах и грунтах над его ПДК и фоновым содержанием тяжелых металлов. Соответственно, стало невозможным вычисление суммарного показателя химического загрязнения почвы (Z_c), поскольку коэффициенты концентрации, не превышающие единицу, не являются загрязнителями согласно определению понятия [9].

Вычисленный индекс загрязнения почв (ИЗП), согласно выделенным категориям, позволил охарактеризовать состояние химического загрязнения исследуемых участков почв как «хорошее (чистый)», поскольку ни один из показателей ИЗП не превысил значение 0,75, что так же означает отсутствие химического загрязнения.

Таким образом, геохимический анализ данных агрохимического эколого-токсикологического обследования почв на участках земель АПК и ТПК Сакского района показал отсутствие химического загрязнения почв (табл. 3.).

ВЫВОДЫ

В данной работе были представлены результаты геохимического анализа почв агропромышленного комплекса Сакского района. На основании проведенного исследования сделаны следующие выводы:

На участках агропромышленного комплекса земель Сакского района химическое загрязнение почв отсутствует. Рассчитанные коэффициенты концентрации относительно ПДК и относительно фона не показали наличия превышений содержания какого-либо химического элемента в почвах и грунтах над его ПДК и фоновым содержанием тяжелых металлов. Тем не менее, высокий уровень корреляции между Pb и Cd (0, 94) позволяет говорить о возможности существования парагенной ассоциации данных элементов в почвах. Это свидетельствует о наличии антропогенного воздействия, осуществляемого, предположительно, применяемыми в земледелии химическими удобрениями.

Таблица 3
 Результаты геохимического анализа данных агрохимического эколого-токсикологического обследования почв на участках агропромышленного комплекса земель Сакского района

Участок отбора проб	№ Пробы	К _{сi} (ПДК)						К _{сi} (фон)						Z _c	ИЗП
		Cu	Co	Zn	Mn	Pb	Cd	Cu	Co	Zn	Mn	Pb	Cd		
Западно-Журавлевское месторождение	1	0,053	0,034	0,017	0,120	0,110	0,100	0,064	0,0048	0,0060	0,120	0,066	0,291	-	0,07
	2	0,051	0,025	0,013	0,196	0,107	0,100	0,062	0,0045	0,0065	0,196	0,054	0,254	-	0,08
Столбовое месторождение	1	0,065	0,024	0,011	0,160	0,106	0,101	0,035	0,0076	0,0056	0,160	0,060	0,289	-	0,07
	2	0,043	0,053	0,055	0,156	0,225	0,100	0,084	0,0043	0,0048	0,156	0,068	0,310	-	0,09
	3	0,052	0,025	0,012	0,152	0,160	0,100	0,068	0,0025	0,0068	0,152	0,045	0,268	-	0,07
	4	0,036	0,064	0,046	0,135	0,120	0,102	0,045	0,0039	0,0059	0,135	0,023	0,296	-	0,08
	5	0,078	0,032	0,015	0,140	0,108	0,100	0,062	0,0040	0,0075	0,140	0,066	0,185	-	0,07
Участок с/х земель Крайнего СП	1	0,048	0,028	0,018	0,132	0,201	0,103	0,059	0,0046	0,0095	0,132	0,067	0,230	-	0,09
	2	0,540	0,016	0,016	0,470	0,190	0,100	0,074	0,0038	0,0040	0,470	0,056	0,256	-	0,07
Участок с/х земель Кольцовского СП	1	0,080	0,048	0,011	0,230	0,104	0,100	0,063	0,0056	0,0062	0,230	0,050	0,320	-	0,10
	2	0,046	0,035	0,026	0,140	0,150	0,100	0,067	0,0041	0,0062	0,140	0,064	0,168	-	0,06
Участок с/х земель Охотниковского СП	1	0,076	0,029	0,017	0,310	0,123	0,102	0,048	0,0040	0,0060	0,310	0,061	0,255	-	0,07
	2	0,053	0,015	0,012	0,180	0,410	0,100	0,060	0,0061	0,0048	0,180	0,058	0,308	-	0,09
Участок с/х земель Добрушского СП	1	0,035	0,025	0,013	0,120	0,220	0,101	0,045	0,0046	0,0052	0,120	0,065	0,165	-	0,12
	2	0,041	0,019	0,016	0,145	0,105	0,100	0,087	0,0038	0,0060	0,135	0,043	0,245	-	0,09
Участок с/х земель Воробьевского СП	1	0,057	0,023	0,014	0,135	0,245	0,103	0,034	0,0063	0,0078	0,14	0,052	0,301	-	0,07
	2	0,068	0,037	0,032	0,156	0,153	0,100	0,049	0,0067	0,0054	0,158	0,028	0,168	-	0,10
	3	0,074	0,033	0,017	0,16	0,304	0,102	0,061	0,0026	0,0046	0,34	0,066	0,215	-	0,06

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА САКСКОГО РАЙОНА

Существующая в Сакском районе система ведения сельского хозяйства требует усовершенствований. Процессы деградации почв происходят вследствие несоблюдения научно обоснованной системы севооборотов и технологии возделывания сельскохозяйственных культур, уменьшения площадей лесозащитных полос, низких объемов внесения минеральных и органических удобрений. В большей части почв АПК Сакского района содержание органического вещества незначительно (от 2 до 3 %).

Список литературы

1. ГОСТ 27593–88 ПОЧВЫ. Термины и определения. Введ. 30.06.88. Обновлен 21.12.2017. URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/2224/> (дата обращения: 27.11.2018).
2. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. М.: Минздрав СССР, 1987. 25 с.
3. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200076297> (дата обращения: 20.11.2018).
4. Орлов Д. С. Химия почв. М.: МГУ, 1992. 400 с.
5. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. 83 с.
6. Отчет Сакского района РК, 2015 г. 23 с.
7. Алексеев В.И. Смоленский В.В. Математические методы в геохимии, минералогии и петрологии: Методические указания по курсовому проектированию для студентов специальности 080600 . СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 1998. 16 с.
8. Демина Т.Я. Геохимия. Методическое руководство к лабораторному практикуму. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. 40 с.
9. Алексеев В.А. Экологическая геохимия: Учебник. М.: Логос, 2000. 627 с.

GEOCHEMICAL ANALYSIS OF SOILS OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX OF SAKSK DISTRICT

Aleksashkin I. B., Dubas V. V. Tkach O. C.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
E-mail: aligor@rambler.ru*

The article presents the results of a geochemical analysis of the soil within the agro-industrial complex of the Saksy district. In this work, we calculated the concentration ratios of chemical elements in the soil relative to the MPC and relative to the background, determined the total indicators of chemical pollution of the soil, calculated pollution indices. Statistical analysis of the data set included the calculation of statistical parameters and the construction of the correlation matrix. The results of the calculation and analysis are reflected in the tables and charts presented in the work, respectively.

The agro-industrial complex, within the framework of the Saksy district, is represented by large branches of plant growing and animal husbandry. The study area is one of the largest producers of agricultural products. The industrial complex of the area is famous for the production of shell stone. Careers are not part of the agro-industrial complex, but have

a negative impact on it. This is due to the annual increase in the number of quarrying areas at the expense of agricultural land.

The main factors of negative impact on the agro-industrial complex of the Saksy district are: intensive use of pesticides and toxic chemicals, lack of water in the North-Crimean Canal; destruction of the soil cover caused by the removal of soil from agricultural lands for the development of deposits (quarries); high proportion of man-made stress on the environment. Under the influence of these factors, the composition and properties of soils of the Saksy district change. Thus, it is clearly relevant and necessary to conduct a geochemical analysis of the soils of the agro-industrial complex of the studied area.

The geochemical state of the soil reflects the effect of many years of anthropogenic activity, in particular, sources of anthropogenic impact.

Keywords: Saksy district, agro-industrial complex, territorial-production complex, geochemical analysis of soils, toxicants.

References

1. GOST 27593–88 POChVY. Terminy i opredelenija (GOST 27593-88 SOILS. Terms and Definitions). Vved. 30.06.88. Obnovlen 21.12.2017. URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/2224/> (accessed: 27.11.2018).
2. Metodicheskie ukazaniya po ocenke stepeni opasnosti zagryazneniya pochvy himicheskimi veshchestvami (Guidelines for assessing the degree of danger of soil contamination by chemical substances). M.: Minzdrav SSSR, 1987, 25 p.
3. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju kompleksnogo monitoringa plodorodija pochv zemel' sel'skhozjajstvennogo naznachenija (Guidelines for conducting integrated monitoring of soil fertility of agricultural lands). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200076297> (accessed: 20.11.2018).
4. Orlov D. S. Himiya pochv (Chemistry of soils). M.: MGU, 1992, 400 p.
5. Vodjanickij Ju.N. Tjzhelye metally i metalloidy v pochvah (Heavy metals and metalloids in soils). M.: GNU Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva RASHN, 2008, 83 p.
6. Otchet Saksogo rajona RK (Report of the Saksy district of the RC), 2015, 23 p.
7. Alekseev V.I. Smolenskij V.V. Matematicheskie metody v geohimii, mineralogii i petrologii: Metodicheskie ukazaniya po kursovomu proektirovaniju dlja studentov special'nosti 080600 (Mathematical methods in geochemistry, mineralogy and petrology: Guidelines for course design for students of specialty 080600). SPb.: Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj institut (tehnikeskij universitet), 1998, 16 p.
8. Demina T.Ja. Geohimija. Metodicheskoe rukovodstvo k laboratornomu praktikumu (Geochemistry. Methodical manual for laboratory practical work). Orenburg: GOU OGU, 2004, 40 p.
9. Alekseenko V.A. Jekologicheskaja geohimija (Ecological geochemistry): Uchebnik. M.: Logos, 2000, 627 p.

Поступила в редакцию 26.02.2019

УДК 631.4.551.3+556.535.6

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПО СТЕПЕНИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Байраков И. А.

***ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», г. Грозный, Российская Федерация
E-mail: idris-54@mail.ru***

В основу эрозионного зонирования положено рациональное использование сельскохозяйственных угодий, установление правильной структуры посевных площадей на эродированных и эрозионноопасных почвах, разработка системы почвозащитных севооборотов и пастбищеоборотов, ведение полосного земледелия в сочетании с защитными лесонасаждениями и гидротехническими сооружениями, выделение участков для залужения, облесения и террасирования крутых склонов, выхолаживание оврагов и котловин, формирование землепользования с учетом рельефа и специализации хозяйств.

Ключевые слова: Чеченская Республика, эрозия, дефляция, ветровая эрозия, водная эрозия, почвы

ВВЕДЕНИЕ

При использовании ресурсного потенциала ландшафтного комплекса необходимо предупреждение и прекращение, эрозионные процессы, регулирование стоков талых и ливневых вод, создавать ветроустойчивые поверхности почв, мероприятий по снижению скорости ветров в приземных слоях и сократить размеры пылесборной площади. Большое внимание необходимо уделять по повышению эрозионной устойчивости почв и их защите древесно-кустарниковой и травяной растительностью или их остатками. Почвенные, климатические и рельефные особенности ландшафтов Чеченской Республике предполагают активное проявлений ветровой и водной эрозии (рис. 1).

Этому также способствуют нарушения культур-технических основ земледелия, которые исключают применение почвозащитных технологий, разрушающие пахотные горизонты почв интенсивной механической обработкой. Южная часть Чеченской равнины получает более 600 мм осадков в год, где проявление средней степени водной эрозии и слабой ветровой эрозии в годы проявления засух и суховеев. Всегда нужно иметь в виду, что ущерб, нанесенный эрозией, большой и носит характер многосторонний.

Основной причиной, вызвавшей такое интенсивное развитие здесь дефляционных процессов и потерю плодородия почв, является большая перегрузка аридных пастбищ выпасом скота из-за несоблюдения пастбищеоборота. Чрезмерный выпас скота на песчаных почвах приводит к быстрому уничтожению дернины, разрыхлению верхнего слоя почвы и возникновению очагов разеваия. Возникновению дефляции способствует, и распашка почв легкого механического состава без соблюдения необходимых правил противоэрозионной агротехники.

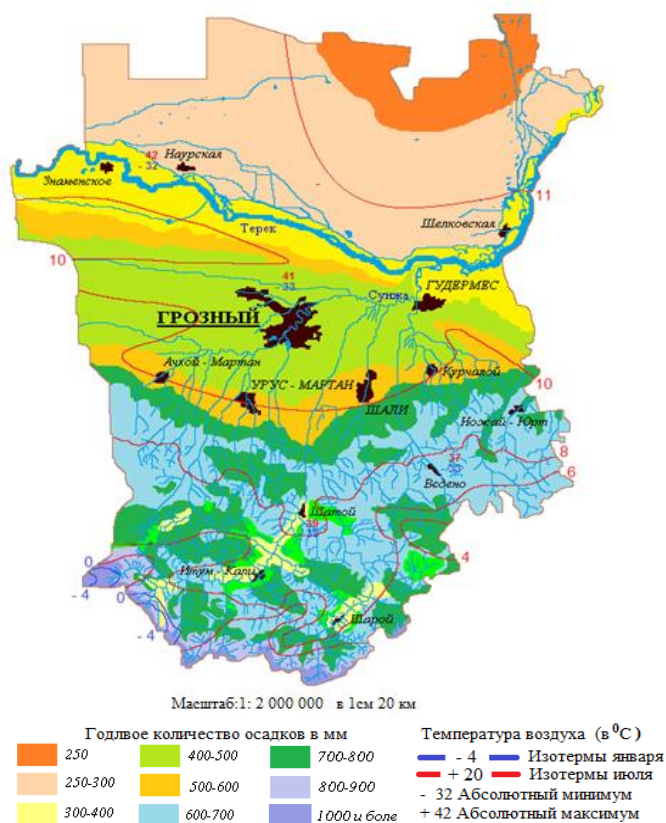


Рис. 1. Климат Чеченской Республики. Температура. Осадки.

Зачастую нарушаются, элементарные положения полезащитного земледелия пашут и сеют по направлению господствующих ветров, распаивают сразу большие участки дефлируемых земель, пахоту ведут с оборотом пласта, применяют орудия, усиливающие дефляционные процессы, в структуре посевных площадей большой процент занимает пропашные культуры и однолетние травы, медленно внедряются в практику приемы полосного и кулисного земледелия.

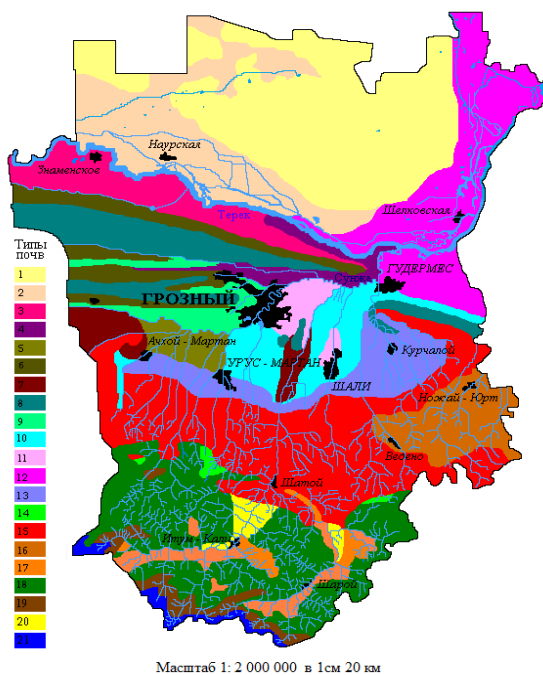
К возникновению новых очагов развевания песков привело и чрезмерное увеличение бахчеводства с применением обычной агротехники. Получившие большое развитие в полупустынной зоне дефляционные процессы представляют, повлекшие за собой необратимые изменения ландшафтов, весьма серьезную угрозу ее почвенным ресурсам.

Нужны экстренные и эффективные меры. Губительному действию дефляции необходимо противопоставить научно-обоснованную систему противоэрозионных мероприятий, центральное место, среди которых, должны занимать агролесомелиорации [7].

Анализ климатической и почвенных карт Чеченской Республики показывает, что условия для проявления эрозионных процессов имеются почти на всей её

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПО СТЕПЕНИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

территории за исключением нивальной зоне, где протекают активно водно-ледниковые процессы. Процессы дефляции активно могут протекать на севере и в центральной части республики, где температуры среднемесячные летних месяцев $+23-26^{\circ}\text{C}$, почвы песчаные и супесчаные почвы легкого механического состава, а осадков от 200 мм на Северо-Чеченской низменности до 450–500 мм в год в центральной части республики, почвы черноземные среднего и тяжелого механического состава, дефляционные процессы имеют слабую интенсивность (рис.2).



Почвы равнин и предгорий

1- Песчаные почвы и пески; 2 – Светло-каштановые и каштановые карбонатные; 3 - каштановые с пятнами каштановых солонцеватых почв и солонцов; 4 – Каштановые и темно-каштановые карбонатные; 5 - Черноземы карбонатные реже с пониженным вскипанием, среднемощные; 6 - Черноземы карбонатные, средние и маломощные в сочетании с черноземами солонцеватыми и смытыми; 7 - Черноземы карбонатные или слабо выщелоченные, средние и маломощные, подстилаемые галечником; 8 - Черноземы выщелоченные, средние и маломощные в сочетании с карбонатными и слабооподзоленными; 9 - Черноземы солонцеватые, средние и маломощные; 10 - Лугово-черноземные, подстилаемые галечником; 11 - Лугово-черноземные карбонатные в сочетании с луговыми карбонатными; 12 - луговые и аллювиально-луговые карбонатные, преимущественно засоленные и солонцеватые; 13 - Дерновые и дерново-глеевые, выщелоченные или оподзоленные часто на галечнике, иногда слитые; 14 - Серые лесные оподзоленные.

Почвы гор

15- Горно-лесные бурые, местами оподзоленные в сочетании с перегнойно-карбонатными и лугово-аллювиальными; 16 - горно-лесные, серовато-бурые, заболоченные, слитые; 17- Горно-лесные примитивные, слабооподзоленные, каменисто-хрящеватые; 18 - Горно-луговые субальпийские мощные и среднемощные многогумусные, слабоскелетированные; 19 - Горно-луговые альпийские маломощные, среднегумусные, скелетированные, часто заболоченные; 20 - Горно-степные скелетированные, часто смытые; 21- Ледники, снежники, осыпи.

Рис. 2. Почвы Чеченской Республики

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ качественного состояния земельного фонда Чеченской Республики, позволяет отметить, что оно характеризуется высоким процентом распаханности в степной и в лесостепной зонах, и чрезмерный превышающий в несколько раз норму выпас скота в полупустынной зоне. Проведённые полевые исследования в 2017 году почвенных ресурсов показал о активном развитии эрозионных процессах, так было выявлено почв, подверженных водной эрозии – 57000 тыс. га и ветровой эрозии более 370 000 тыс. га

Оценка качественного состояния земельных ресурсов Чеченской Республики, была выявлена степень деградации почвенного покрова на сельскохозяйственных угодьях и их пораженность водной и ветровой эрозией. Оценивалось состояние земельных ресурсов по методикам Всероссийского научно-исследовательского института агролесомелиорации (ВНИАЛМИ), индекс деградационных процессов по 100 балльной шкале их состояния. Степени деградационной пораженности земельных ресурсов оценены по уровню проявления деградации: сильная, средняя, слабая. Сильная степень проявления деградационных процессов приводит к падению плодородия и разрушению почв на 70%, процесс разрушения переходит в необратимую стадию, приводящее к опустыниванию. Средняя степень проявления эрозионных процессов приводит к разрушению до 50% почвенного покрова. Слабая степень эрозионных процессов приводит к незначительному нарушению почвенно-растительного покрова на 5%.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Результаты почвенно-эрозионных обследований показывают, что на площади 599 тыс. гектаров сельскохозяйственные угодья территории Чеченской Республики имеют потенциальную опасность проявления эрозионных процессов, а 330 тыс. гектаров уже подвержены в значительной степени. Эрозионные процессы затронули 23,8 процента пашни, 53 – сенокосов и 64 процента пастбищ на территории Чеченской Республики. Эродированные пашенные угодья нуждаются в залужении многолетней травянистой растительностью и дальше в течении нескольких лет использовать под сенокосение, а кормовые угодья требуют облесение на площади 4 тыс. гектаров, террасировать крутые склоны – на 2,7 тыс. гектаров, провести коренное улучшение на 48,2 тыс. гектарах пастбищ, исключить из пастбищеоборотов в течении 3 – 4 года 21,3 тыс. гектаров.

Геоботаническое и агроэкологическое обследование показало, что поверхностное улучшенное пастбищ необходимо провести на площади 527 тыс. гектаров. В полупустынной зоне предусматривался выхолаживание котловин выдувания с последующим закреплением песков многолетними травами. В каждой отдельной зоне специальных почвозащитные севооборотов, которые будут способствовать образованию сомкнутого растительного покрова, надежного средства по защите от разрушения поверхности почвы силами ветра.

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПО СТЕПЕНИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Эрозионное зонирование Чеченской Республики построено на основе изучения, оценки и анализа всех имеющихся материалов по почвенным, эрозионным, климатическим, геоморфологическим и геологическим обследованиям с учетом видов хозяйствования.

Выделено семь эрозионных районов: 1. Сильная ветровая эрозия; 2. Средняя ветровая эрозия; 3. Слабая ветровая эрозия; 4. Сильная водная эрозия; 5. Средняя водная эрозия; 6. Слабая водная эрозия; 7. Водно-ледниковая эрозия.

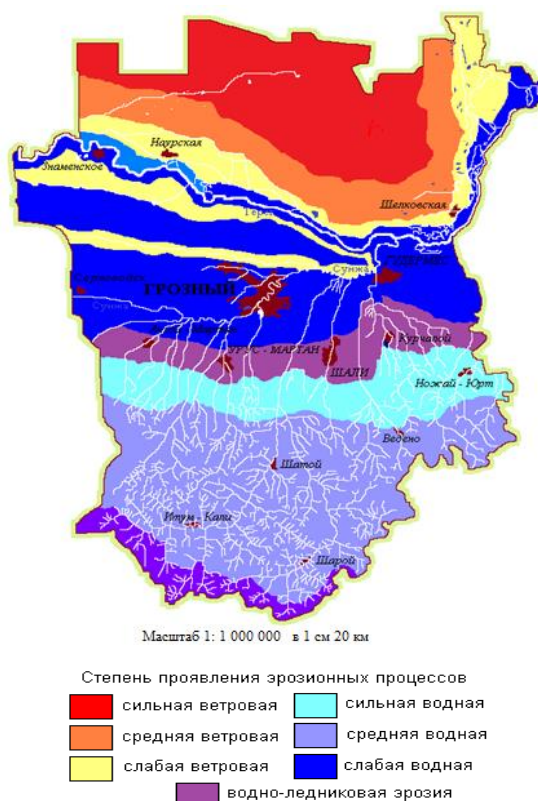


Рис.3. Зонирование территории Чеченской Республики по степени проявления эрозионных процессов.

Эрозионное зонирование территории Чеченской Республики необходимо положить в основу дальнейшей разработки противоэрозионных мероприятий и перспективного развития аграрного производства. Аграрный сектор экономики Чеченской Республики, в основном, сосредоточено в пяти эрозионных районах, где интенсивно используется только около 80 процентов всех угодий хозяйств. В районах интенсивного проявления дефляционных процессов в почвозащитных севооборотах рекомендованы многолетние травы. Всего по республике, с учетом рельефа и степени эродированности почв, выделено под почвозащитные севообороты 52,8 тыс. гектаров пашни. С учетом характера и интенсивности

проявления эрозионных процессов для каждого эродированного района необходимо разработать комплекс агротехнических мероприятий, который предусматривает обработку почвы, повышающую ее водопоглотительные способности, устойчивости к смыву, размыву и выдуванию ветровым потоком; защиту почвы от эрозии при помощи фитомелиорации; накопление и сбережение влаги; применение органических и минеральных удобрений. Почвы, находящиеся под растительным покровом и его остатками, дефляции, смыву и размыву почти не подвергаются. Эти защитные свойства растительного покрова и положены в основу намеченных агротехнических мероприятий [4, 5].

В полупустынной зоне в зависимости от механического состава почв, предложены следующие агротехнические приемы:

- минимализация предпосевной обработки почв;
- коренное и поверхностное улучшение угодий;
- рациональное использование пастбищ (сенокосо – пастбищеобороты, нормированный выпас скота);
- полосное размещение посевов;
- безотвальная обработка почвы плоскорезными орудиями;
- посев по стерне;
- кулисные посевы;
- перекрестный сев.

Масштабы проявления водной и ветровой эрозии на территории Чеченской Республики огромны, как и последствия – падения плодородия почв и качество земельных ресурсов стимулировало научную общественность республики к разработке и внедрению генеральной схемы научно обоснованных противоэрозионных мероприятий, которые легли в основу программы по оптимизации окружающей природной среды.

ВЫВОДЫ

Противоэрозионные мероприятия проводятся на тех участках, где есть природные и антропогенные условия возникновения эрозионных процессов, поэтому в эрозионно-опасных местах землеустройство нужно организовать, учитывая противоэрозионную защиту почв, причем особо надо обратить внимание на:

- установить специализации хозяйств всех форм собственности;
- определить размеры хозяйств и размещение их границ учитывая проявление водной и ветровой эрозии;
- установить рациональный состав сельскохозяйственных угодий и разработать мероприятия по их улучшению;
- ввести научно-обоснованные севообороты, обеспечивающие правильные чередования сельскохозяйственных культур, защитить почвы от эрозионных процессов, что повысит урожайность сельскохозяйственных культур;

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПО СТЕПЕНИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Список литературы

1. Байраков И.А. Оценка геоэкологической ситуации и геоэкологическое районирование территории Чеченской республики // Геология, география и глобальная энергия. 2011. №3. С.200–204.
2. Bajrakov i.a., Bolothanov, E.b. Avtorkhanov a.i., Tajmashanov Je, Shahtamirov I.ya. Chechnya: nature, economy and ecology. Tutorial. IZD-vo CSU. Gorznyj, 2006. 375 p.
3. Байраков И.А. Природно-антропогенные факторы деградации почвенного покрова аридных ландшафтов Чеченской Республики: материалы I Международной интерактивной научной конференции «Современные аспекты экологии и экологического образования». Москва – Астрахань - Назрань: Пилигрим, 2007. 348 с.
4. Байраков И.А. Экологические последствия антропогенного воздействия на природу Затеречья / География и геоэкология Чеченской республики: сб. статей. Грозный: РИО ЧГУ1997, С. 45–50.
5. Байраков И.А. Проблемы опустынивания аридных ландшафтов Северо-Чеченской низменности. Грозный, Изд-во ЧГПИ, 2014. 150 с.
6. Байраков И.А., Идрисова Р.А., Элипханов М.У. Аридные ландшафты Чеченской Республики и их антропогенные преобразования // Вестник Тамбовского государственного университета им.Г.Д. Державина. 2011.Том.16. Вып.6. С.1552–1555.

ZONING OF THE TERRITORY OF THE CHECHEN REPUBLIC BY THE DEGREE OF MANIFESTATION OF EROSION PROCESSES

Bajrakov I. A.

The Chechen State University in Grozny, Grozny, Russian Federation

E-mail: idris-54@mail.ru

The basis for erosive zoning put rational use of agricultural land, establishing the correct structure of sown areas in the eroded and erosion dangerous soil conservation crop rotation and system development rotational grazing is established, doing Strip cropping combined with protective hydrotechnical buildings, planted and the selection of sites for zaluzhenija, afforestation and terracing steep slopes, ravines and vyholazhivanie Hollows, forming land-use change, taking into account the topography and specialisation of farms. When you use the resource potential of the landscape complex discontinuation should be prevention and erosion processes, controlling runoff and storm water melt to create soil surface vetroustojchivye, reducing the speed of the winds in surface layers and reduce the size of an anti-dust square. Significant attention must be given to improving the sustainability of the soil erosion and protection of wood-shrubby and herbaceous vegetation or residues thereof. Soil, climatic and relief features landscapes of the Chechen Republic actively involve manifestations of wind and water erosion. This also contributed to violations of crops-technical foundations of farming that excluded the application of soil protective technologies that destroy arable soil horizons intensive machining. The southern part of Chechen Plains gets over 600 mm of precipitation per year where the manifestation of moderate water erosion and wind erosion during the years of the manifestations of droughts and droughts. One should always bear in mind that the damage caused by erosion, large and multilateral nature. The main reason that caused such intensive development here deflationary processes and loss of soil fertility, is a large arid rangeland grazing overload due to grazing. Overgrazing on sandy soils resulted in rapid

elimination of sod, loosening topsoil and the emergence of hotbeds of razevaniya. The emergence of deflation helps, and plowing soils of light mechanical composition without complying with the necessary rules of erosion-preventive machinery.

References

1. Bajrakov I.A. Ocenka geojekologicheskoy situatsii i geojekologicheskoe rajonirovanie territorii Chechenskoj respubliky (Score geoecological situation and geoecological zoning of the territory of the Chechen Republic). *Geologiya, geografija i global'naja jenergija*, 2011, no 3, pp. 200–204 (In Russian).
2. Bajrakov I.A., Bolothanov, E.B., Avtorkhanov A.I., Tajmashanov J., Shahtamirov I.Ya. Chechnya: nature, economy and ecology. Tutorial. IZD-vo CSU. Groznyj, 2006, 375 p. (in English).
3. Bajrakov I.A. Prirodno-antropogennye faktory degradatsii pochvennogo pokrova aridnyh landshaftov Chechenskoj Respubliki (Natural and anthropogenic factors of soil degradation of arid landscapes of the Chechen Republic): materialy I Mezhdunarodnoj interaktivnoj nauchnoj konferencii «Sovremennye aspekty jekologii i jekologicheskogo obrazovaniya». Moskva – Astrahan' - Nazran': Pilgrim, 2007, 348 p. (In Russian).
4. Bajrakov I.A. Jekologicheskie posledstvija antropogennogo vozdejstvija na prirodu Zatrech'ja (Environmental impacts of anthropogenic impact on nature Zatrechja). *Geografija i geojekologija Chechenskoj respubliky: sb. statej*. Groznyj: RIO ChGU1997, p. 45–50. (In Russian).
5. Bajrakov I.A. Problemy opustynivaniya aridnyh landshaftov Severo-Chechenskoj nizmennosti (Desertification of arid landscapes of the North of the Chechen lowlands). Groznyj, Izd-vo ChGPI, 2014, 150 p. (In Russian).
6. Bajrakov I.A., Idrisova R.A., Jeliphanov M.U. Aridnye landshafty Chechenskoj Respubliki i ih antropogennye preobrazovaniya (Arid landscapes of the Chechen Republic and their anthropogenic transformation). *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo universiteta im.G.D. Derzhavina*, 2011, Vol. 16, Vyp.6, pp.1552–1555 (In Russian).

Поступила в редакцию 10.04.2019

УДК 338; 631

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ КУРОРТНО-РЕКРЕАЦИОННЫХ УСЛУГ РЕГИОНА

Оборин М. С.

*Пермский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени
Г.В. Плеханова», г. Пермь, Российская Федерация*

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Пермь, Российская Федерация*

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет им. ак.
Д.Н. Прянишникова»; г. Пермь, Российская Федерация*

*ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет», г. Сочи, Российская Федерация
E-mail: recreachin@rambler.ru*

Статья посвящена вопросам геоэкологических особенностей территорий, влияющих на курортно-рекреационную деятельность. Обоснована необходимость развития и оптимизации использования геоэкологического потенциала, в частности сохранения уникальных ландшафтов, комплексного применения методов оценки и мониторинга региональных экологических систем. Приведена геоэкологическая характеристика Кунгурского района Пермского края, геоботанических условий и ландшафтообразующих процессов, базовых экосистем. Описана трансформация экологических систем рассматриваемой территории. Предлагается комплекс мер по развитию туристско-рекреационных услуг на основе оптимизации использования геоэкологических особенностей территории.

Ключевые слова: геоэкологические особенности, потенциал, ландшафт, экосистема, курортно-рекреационные услуги, мониторинг, оценка.

ВВЕДЕНИЕ

Стратегии регионального развития базируются на исторически сложившихся преимуществах, природно-ресурсном, инфраструктурном и экономическом потенциале. Формирование устойчивого роста сферы услуг способствует быстрому выходу экономики субъектов страны из рецессии, поэтому государственные программы ориентируются на специализацию регионов и приоритетные отрасли, оказывающие комплексный социально-экономический эффект. Большое внимание со стороны федерального управления уделяется курортно-рекреационной сфере, поскольку природно-ресурсный потенциал присутствует в большинстве регионов страны, положительно влияет на развитие сопутствующих сфер экономической деятельности, повышает качество жизни населения и обеспечивает привлекательность для посещения.

Проблема влияния природно-ресурсного потенциала и геоэкологических особенностей территорий на развитие курортно-рекреационных услуг рассматривалась разными авторами. Существенным направлением позиционирования, функционирования и развития курортно-рекреационного комплекса региона является рациональное использование природных лечебных факторов, внедрение в практику уникальных оздоровительных ресурсов, главными из которых являются климатические условия разнообразные ландшафтные комплексы, гидроминеральные воды, оказывающие в совокупности благотворное психофизиологическое воздействие на человека [3; 7].

Ухудшение здоровья населения является одним из факторов развития курортно-рекреационных систем, поэтому особое внимание должно быть направлено на оптимальное использование потенциала особо охраняемых природных зон, комплексной модернизацией и стратегией развития с учетом состояния социально-экономической системы региона и окружающей среды [1; 5; 6].

Привлекательность региона с точки зрения туристско-рекреационной деятельности должна основываться на сохранении уникального природного наследия, в первую очередь, это ландшафты, обеспечивающие геоэкологическую стабильность и комфортные условия проживания для местного населения. Данный элемент рассматривается в качестве основы формирования новых видов туризма: экологического, аграрного, а также маршрутов, положительно влияющих на здоровье человека [2; 8].

Развивается направление количественного измерения и стоимостной оценки геоэкологических и рекреационных услуг на основе затратного, альтернативного и стоимостного подходов с разделением на основные категории: формирование и поддержка параметров окружающей среды, пригодных для жизни – средообразующие функции; производственные и другие сырьевые ресурсы; экосистемные товары – производственные функции; информационные и духовно-эстетические функции [9; 10].

Освещаются направления применения ландшафтного мониторинга для комплексной оценки экосистем на основе картографирования, космической съемки, данные которых являются основой выявления базовых и переменных характеристик территорий [4; 11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основные методы исследования: общелогические методы, системный и ситуационный подходы, моделирование социально-экономических процессов, наблюдение за рельефом и ландшафтом Пермского региона в реальном времени.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Кунгурский район располагается на юго-востоке Пермского края и имеет площадь 68,7 км². Численность населения на 2013 год составляет 43 096 чел. Он находится между двумя крупными реками Урала – Сылвой и Иренью, что придает природе особую живописность и разнообразие ландшафтных территорий. По геологическому строению Кунгурский район располагается в зоне Предуралья, и его территория характеризуется значительными перепадами высот, а особенности строения рельефа связаны с наличием большого количества карстовых образований. Кроме разнообразия природных объектов, район имеет богатейшую историю, поскольку он на протяжении длительного времени являлся одним из важнейших торговых городов Урала. Развитие экскурсионного и познавательного туризма при наличии большого количества природных и исторических достопримечательностей особенно актуально, но для улучшения социально-экономических показателей района необходимо развивать рекреационный и лечебно-оздоровительный туризм.

Рассмотрим особенности туристско-рекреационного потенциала исследуемого участка Кунгурское месторождение минеральных вод, расположенного в восточной окраине г. Кунгура, на правом берегу р. Сылва, вблизи Кунгурской карстовой пещеры.

Кунгур – старейший город Пермского края, на сегодняшний день ему насчитывается 365 лет. За столь длительный период существования сформировалось огромное разнообразие старейших и современных памятников истории и культуры, но характеристику туристско-рекреационного потенциала стоит начать с самых древнейших археологических памятников.

По ботанико-географическому районированию участок относится к району островной Кунгурской лесостепи. Район островной Кунгурской лесостепи размещен в полосе широколиственно-елово-пихтовых лесов, располагаясь в междуречье Сылвы и Ирени. Небольшие островки лесов сохранились лишь по холмам. Это преимущественно березовые и осиновые с участием липы и ильма неморальнотравяные леса и сосновые с примесью лиственницы сибирской, часто с липой в подлеске, предгорные травяные леса. Для высоких коренных берегов рек характерны известняковые обнажения, именуемые “камнями”, чередующиеся с задернованными участками, покрытыми луговой и лесной растительностью. Степные участки встречаются как на выровненных водоразделах, так и на склонах. Район сильно окультурен, сельскохозяйственные земли занимают 40 - 55% общей площади, тогда как лесопокрытые земли - только 10 - 20%.

В ходе геоботанического исследования были заложены следующие площадки наблюдений, представленные на рис. 1.

ПН№17 заложена в сосняке травяном, произрастающем на территории г. Кунгура. Древесный ярус образован сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и в меньшей степени березой повислой (*Betula pendula*). Формула древостоя 7СЗБ, сомкнутость крон 0,4 средняя высота деревьев 12-15м. Кустарниковый ярус сформирован с доминированием синантропного вида малины обыкновенной (*Rubus ideum*). В подлеске отмечены черемуха обыкновенная (*Padus avium*) и рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*).

В травянисто-кустарничковом ярусе преобладают синантропные виды растений: одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*), лютик многоцветковый (*Ranunculus polyanthemos*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), лопух паутинистый (*Arctium tomentosum*), присутствуют также и лесные виды растений кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*). Синантропы отмечены в травянисто-кустарничковом и кустарниковом ярусах (ирга оваловидная (*Amelanchier ovalis*), крыжовник отклоненный (*Grossularia reclinata*), смородина щетинистая (*Ribes hispidulum*)) и занимают до 40% общего проективного облика.

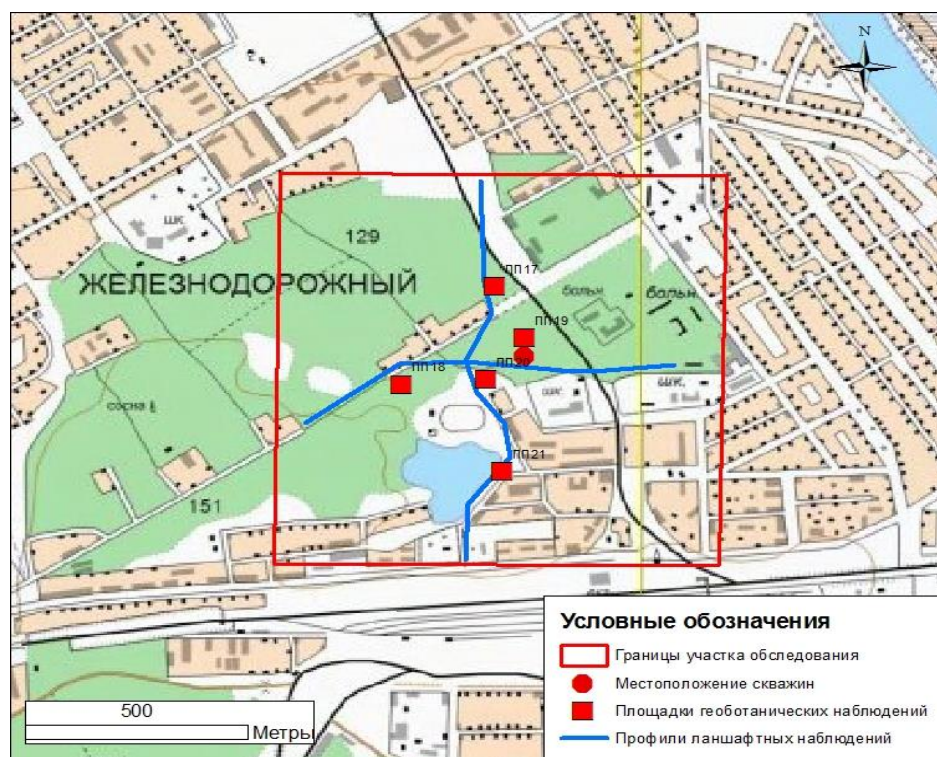


Рис. 1. Схема расположения площадок и маршрутов наблюдений

ПН№18 заложена в сосняке травяном. Древесный ярус сформирован сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) с единичным участием березы повислой (*Betula pendula*) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica*). Формула древостоя 10С+Б,Л (с), сомкнутость крон 0,3, средняя высота деревьев 20-25м. Кустарниковый ярус сформирован с доминированием синантропного вида малины обыкновенной (*Rubus ideum*). Травянисто-кустарничковый ярус образован в основном синантропным видом манжеткой обыкновенной (*Alchemilla vulgaris*) и луговыми злаками ежой сборной (*Dactylis glomerata*) и коостром безостым (*Bromus inermis*). Присутствуют в травостое и другие синантропы: лютик ползучий (*Ranunculus repens*), горошек заборный (*Vicia sepium*), что связано с вытаптыванием, наличием троп на площадке, близостью населенного пункта. Суммарное проективное обилие синантропных видов достигает 20% от общего.

На территории санатория «Малахит» г.Кунгура заложена ПН№19. Здесь рассмотрены посадки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Древесный ярус сформирован сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) с единичным участием березы повислой (*Betula pendula*). Формула древостоя 9С1Б, сомкнутость крон 0,3, средняя высота деревьев 18-20м. Кустарниковый ярус отсутствует, единично произрастают как лесные виды (крушина ломкая (*Frangula alnus*)), так и синантропные кустарники (например, малина обыкновенная (*Rubus ideum*)). Среди трав

преобладают типичные опушечные (земляника лесная (*Fragaria vesca*)), лесные (кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), осока корневищная (*Carex rhizina*)) и синантропные виды растений (гравилат городской (*Geum urbanum*), земляника садовая, ананасная (*Fragaria ananassa*)). Средняя высота травянистых растений 5-10 см, проективное покрытие 30%.

Здесь же на территории санатория «Малахит» заложена ПН№20 на сорно-рудеральном лугу. Древесный и кустарниковый ярусы отсутствуют. Единично произрастают клен американский (*Acer negundo*), береза повислая (*Betula pendula*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Травянисто-кустарниковый ярус сформирован с преобладанием синантропного вида люцерны посевной (*Medicago sativa*). В составе растительной группировки присутствуют до 30% синантропных видов растений.

ПН№21 заложена на берегу Кротовского озера. Околоводная растительная группировка образована типичными околоводными видами растений рогозом широколистным (*Typha latifolia*) и камышом лесным (*Scirpus sylvaticus*). Озеро по периметру окружено посадками тополя бальзамического (*Populus balsamifera*) и стихийно развивающейся растительностью из видов рода ива (*Salix* sp.) с преобладанием ивы козьей (*Salix caprea*) и присутствием клена американского (*Acer negundo*). Синантропные виды занимают около 40% проективного покрытия.

Месторождение минеральных вод «Кунгурское», расположенное на восточной окраине г. Кунгур, окружено растительными группировками естественного и антропогенного происхождения. Скважины находятся в городской черте, поэтому растительный покров на прилегающей территории значительно преобразован. Видовой состав фитоценозов включает типичные виды лесных и луговых растительных группировок и синантропные виды растений. Вокруг скважин минеральных вод произрастают сосновые леса травяные, отмечены посадки сосны обыкновенной. Сосновые леса являются поставщиками фитонцидов в окружающую среду. Фитонциды, выделяемые сосной обыкновенной, губительны для палочки Коха (возбудителя туберкулёза) и кишечной палочки. Близость населенных пунктов обуславливает наличие сорно-рудеральных лугов и искусственно озелененных территорий. Природная среда вокруг скважин месторождения минеральных вод «Кунгурское» благоприятная для организации курортов и санаториев.

Согласно классическим представлениям в геохимическом отношении на территории следует выделить трансаккумулятивные и транслювиальные, трансаквальные элементарные ландшафты (рис. 2).

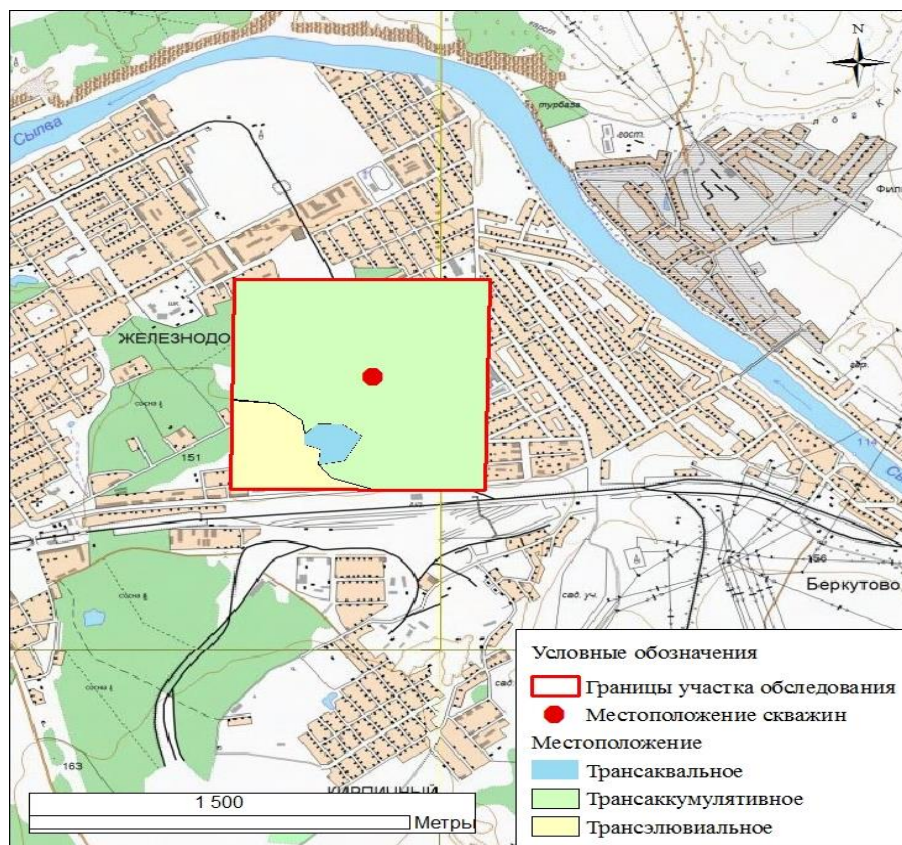


Рис. 2. Схема расположения ряда элементарных ландшафтов в районе обследования

Основным ландшафтообразующим процессом является деятельность воды и карстовые процессы. К наиболее существенным проявлениям универсального закона географической зональности (через соотношение тепла и влаги) следует отнести формирование на территории растительности и животного мира хвойно-широколиственных лесов и почв с господством подзолистого и дерново-подзолистого процессов. Азональную природу имеют различия в балансе тепла и влаги на склонах разной экспозиции.

Наличие гипсов и ангидритов привело к активному развитию карстовых процессов. Территория расположена на границе 3-х карстовых районов – Нижнесылвенского района гипсового и карбонатно-гипсового карста, Кишертского и Иренского районов преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста. Преобладает закрытый и подаллювиальный типы карста. Карстовые формы разнообразны. В районе г. Кунгура преобладают карстовые воронки. На правом берегу р. Сытва сформирована Кунгурская ледяная пещера.

Рельеф участка обследования достаточно выровненный, без значительных

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ УСЛУГ РЕГИОНА

резких гипсометрических изменений. Сформированный рельеф обуславливает ландшафтно-геохимические особенности территории.

Деление на элементарные ландшафты данного участка весьма условное, что обусловлено: во-первых, слабой расчлененностью рельефа, во-вторых, значительной трансформированностью природной среды в результате антропогенного воздействия, в-третьих – незначительным объемом прямых геохимических опробований.

Таблица 1.

Структура сопряженного ряда элементарных ландшафтов

Название элементарного ландшафта	Площадь, га	Доля площади от общей площади участка, %
Трансэлювиальный	13,5	13,5
Трансаккумулятивный	84,0	84,0
Трансаквальный	2,5	2,5

Трансэлювиальные элементарные ландшафты занимают большую часть территории (84 га, ок. 84% территории), за исключением юго-западного участка (табл. 3.24). Трансаккумулятивные элементарные ландшафты, являющиеся не только области выноса, но и частичной аккумуляции вещества. Общая площадь трансаккумулятивных комплексов составляет 258,0 га (59%). Для территории характерно более широкое распространение мелкоземистых рыхлых отложений, с высоким содержанием подвижных химических элементов.

Трансэлювиальные ландшафты расположены на юго-западе территории и занимают верхнюю часть склона, что обуславливает их геохимические особенности: привнесение вещества атмосферными осадками и боковым твердым и жидким стоком (с северо-востока на юго-запад). Транзитное положение обуславливает вынос материала вниз по склону, преимущественно в юго-западном направлении. В пределах трансэлювиальных ландшафтов сохраняется элювиально-делювиальный материал с обилием малоподвижных продуктов выветривания и почвообразования. Общая площадь участков, приуроченных к верхним частям склона невелика – около 13,5 га (13,5 %).

Карстовое озеро следует относить к трансаквальным элементарным ландшафтам. Общая площадь озера составляет 2,5 га. Кротовское озеро до 2008 г. являлось особо охраняемой природной территорией регионального значения.

Естественный ход развития и функционирования природных ландшафтов существенно нарушен в результате техногенного и селитебного воздействия. Значительная часть естественных природных комплексов трансформирована.

В связи со значительной нарушенностью элементарных природных ландшафтов, представляется очевидной необходимость выделения *базовых экосистем*, сформированных и развивающихся в результате сочетания природных и антропогенных процессов. В зависимости от степени антропогенной преобразованности можно базовые экосистемы ранжированы по степени деградации.

В пределах территории выделено 2 основных базовых экосистем, имеющих различную степень деградации (табл. 2).

Таблица 2.

Основные базовые экосистемы обследованного участка

Название базовой экосистемы	Площадь, га	Доля площади от общей площади участка, %	Степень деградации
Хвойно-широколиственный лес	83	19	2
Пашня и луговые сообщества	357	81	4

Непосредственно скважина расположена в пределах базовой экосистемы соснового бора. Эти экосистемы по своей структуре приближены к естественным природным комплексам, деградация сосновых лесов минимальна. Сосновый лес располагается в центральной и северо-западной частях обследованной территории. Общая площадь этой базовой экосистемы составляет 49,3 га (49,3%). Сосновые насаждения формируют микроклиматические эффекты, благоприятные для развития оздоровительной деятельности. Фитонциды, вырабатываемые сосной европейской, оказывают благоприятный оздоровительный эффект.

Структура сосновой экосистемы. В сосновых лесах наблюдается явное преобладание живого органического вещества, доля которого достигает до 60-65%. Среди мертвого органического вещества отмечено преобладание мертвых растительных остатков (сухостой, валежник, ветошь, подстилка отмершие корни, иные подземные органы) над гумусом. Доля мертвых растительных остатков относительно мертвого органического вещества составляет также около 60-65%. В живой биомассе господствуют растения, доля которых достигает 99%.

Экосистема квазикоренного соснового леса отличается малой открытостью, существенным вкладом в кислородный баланс атмосферы, значительным выветриванием минеральной части почвы.

Юго-западную и отчасти центральную часть обследованной территории занимают урзэкосистемы г. Кунгуру (жилые кварталы, и отчасти железнодорожное хозяйство). Данные экосистемы существенно преобразованы хозяйственной деятельностью, природная биотическая структура этих комплексов значительно трансформирована. Общая площадь данных комплексов 48,2 га (48,2%).

Сочетание геохимических местоположений и современных растительных сообществ позволяют выделить мозаику элементарных природных комплексов, аналогичных классическим фациям – элементарным природным комплексам. Анализ показывает, что наиболее представлены комплексы нижней части склона и пойменные комплексы с приуроченными к ним сельскохозяйственными угодьями.

В аспекте курортно-санаторного направления ландшафтные условия данного участка положительным фактором является наличие сосновых насаждений, отрицательный фактор – близость промышленной зоны города Кунгура и железнодорожной магистрали Пермь-Кунгур.

Визуальные признаки существенных изменений и нарушений геологической среды непосредственно вблизи скважины не отмечено. Несомненное преобразование геологической среды имеется в пределах городской застройки г. Кунгура.

Согласно данным Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии с суммарное загрязнение воздуха в Кунгуре от стационарных источников составляет от 1,336 тонн на км², а уловлено и обезврежено загрязняющих веществ – 45,98 тыс. тонн. Общее количество источников выбросов в Кунгуре составляет 433, все источники имеют установленный норматив предельно допустимого выброса. По статистическим данным в 2013 г произошло снижение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на 0,291 тыс. тонн.

Как и в любом крупном городе, существенное влияние на состояние атмосферы оказывают передвижные источники, прежде всего автомобили. Кроме этого, в данном конкретном случае, стоит учитывать и негативное влияние железной дороги, расположенной в 1 км южнее точки исследования.

В пределах базовой экосистемы соснового леса расположены типичные почвы, с преобладание подзолистых процессов. Почвы имеют естественный профиль с характерными горизонтами: гумусовым иллювиальным, переходным к материнской породе и материнской породой. В пределах урбоэкосистем сформированы урбаноземы – почвы с нарушенными горизонтами, часто с антропогенно привнесенными веществами и материалами. Мозаичность и структура таких почв существенно изменены.

По данным Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии среднее содержание тяжелых металлов в почве: медь – 14,7 мг/кг, цинк – 40,2 мг/кг, кадмий – 1,0 мг/кг, свинец – 24,4 мг/кг, ртуть – 0,02 мг/кг, мышьяк – 0,44 мг/кг. В целом, концентрация вышеуказанных элементов в почвах Кунгурского района сопоставима с усредненными данными по Пермскому краю. Состояние почвенного покрова не препятствует развитию санаторно-курортной деятельности.

Крупнейшей рекой в районе исследования является Сытва. Экологическое состояние данного водотока оценивалось в створах, расположенных выше и ниже города Кунгура. Это позволяет оценить максимально возможные негативные тренды и самом городе. Среднегодовое содержание в Сытве соединений марганца составило 5 ПДК, железа – 3 ПДК. Среднегодовые концентрации соединений азота, соединений меди, фенолов, нефтепродуктов не превышали ПДК. Качество воды в створе выше г. Кунгур осталось на уровне 2012 г. и соответствовало 3 классу качества – вода «загрязнённая», разряд «а». В створе ниже г. Кунгур произошло незначительное улучшение с переходом в пределах 3 класса качества из разряда «б» – вода «очень загрязнённая» в разряд «а» – «загрязнённая» за счет уменьшения повторяемости числа случаев превышения ПДК меди, трудноокисляемых органических соединений (по ХПК) и нефтепродуктов.

Реки Ирень, Шаква и Бабка, являющиеся притокам Сытвы и имеющие устье в районе Кунгура, расположены в менее освоенных районах, со значительно меньшим техногенным и антропогенным влиянием, что позволяет сделать косвенный вывод о большей благоприятности водной среды в данных водотоках.

Согласно фаунистическому районированию Пермского края, рассматриваемая территория относится к южному фаунистическому району. В целом животный мир рассматриваемой территории достаточно разнообразен и типичен для Камского Предуралья.

Ихтиофауна местных рек достаточно типична для небольших рек Пермского края. Рыбы, обитающим здесь: окунь, щука, плотва, елец, лещ, уклея, тюлька, пескарь, голавль, язь, карась. Большое разнообразие экологических ниш здешних лесов способствует нарастанию, как общей численности, так и обилия видов. Часто встречается зяблик, юрок, гаичка, пеночка-теньковка, пеночка зеленая, дрозд-белобровик. Кроме них на данной территории можно заметить следующие виды: синица большая, синица хохлатая, сорока, королек, славка завирушка, дрозд певчий, кукушка обыкновенная, мухоловки, сойка, трясогузка желтая, дятел пестрый большой и др.

Рассматриваемая территория находится в стороне от основных сезонных миграционных путей перелетных птиц, проходящих либо западнее (вдоль реки Камы), или вдоль восточного склона Уральского хребта.

Из широко распространенных видов млекопитающих в данном районе обитают барсук, обыкновенная лисица, реже встречаются бурый медведь, волк. Из парнокопытных чаще всего встречается лось.

Наибольшее хозяйственное значение, прежде всего как объект охоты, из перечисленных выше животных имеют лось, лисица, белка, зайцы. Миграции млекопитающих связаны с сезонными изменениями среды обитания и, как правило, носят ограниченный (местный) характер, то есть животные переходят из одного биотопа в другой, расположенные на незначительном расстоянии друг от друга. Каких-либо глобальных миграционных путей на данной территории не имеется.

По данным государственной инспекции по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Пермского края о плотности, годовом приросте и путях миграции охотничьих видов животных на территории лесных угодий районов исследования обитают 11 охотничьих видов животных. Информация об их средней плотности и годовом приросте представлена в табл. 3. Пути миграций глобального и регионального уровня не выявлены.

Кроме этого широко представлены виды, не имеющие самостоятельного хозяйственного значения, но благодаря своей многочисленности, широкому распространению, эвритопности, относительной оседлости, высокой изученности, а также сопоставимости пространственных размеров их популяций с площадью техногенного влияния, позволяют судить об изменениях природной среды. В эту группу включены мелкие млекопитающие: обыкновенная бурозубка, лесная мышь, серые и лесные полевки.

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ КАК ФАКТОР
РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ УСЛУГ РЕГИОНА**

Таблица 3.

Плотность и годовой прирост охотничьих видов животных юга Прикамья

№	Вид	Плотность (особей / тыс. га)			Годовой прирост (%)
		2009	2010	2011	
1	Белка	9,79	5,57	3,36	80
2	Заяц-беляк	17,74	13,20	23,51	110
3	Кабан	Менее 0,01	0,32	0,90	60
4	Куница	1,11	1,71	1,79	50
5	Лисица	1,16	0,77	1,33	60
6	Лось	3,35	3,92	4,38	25
7	Медведь	0,31	0,31	0,31	20
8	Рысь	0,02	0,08	Менее 0,01	20
9	Рябчик	30,24	87,10	52,24	300
10	Тетерев	21,31	50,29	13,34	300
11	Глухарь	0,97	6,23	5,97	200

Относительная численность мелких млекопитающих в районе южно-таежных пихтово-еловых лесов составляет 19347 ловушкосуток (далее л/с). Всего насчитывается 18 видов. Из них 13 – грызуны. Численность на 100 л/с составляет 10,1, из них. Относительная численность доминирующих видов в хвойно-широколиственных лесах приведена в табл. 4.

Таблица 4.

Относительная численность доминирующих видов в районе южно-таежных
пихтово-еловых лесов

Вид	Абсолютное число, шт.	На 100л/с
Рыжая полевка	710	13,7
Лесная мышь	269	1,4
Полевая мышь	233	1,2
Обыкновенная полевка	242	1,3
Полевка-экономка	137	0,7

*составлено по данным

Для оценки современного состояния природных комплексов определена деградация почв, растительности, определена фаза трансформации экосистем (табл. 5).

Таблица 5.

Деградация природной среды в районе расположения
скважины минеральных вод (г. Кунгур)

Название экосистемы	Степень деградации			
	почв а	растительнос ть	Фаза трансформац ии	Среднее значение
Сосновый лес	1	2	1	1,3
Урбозекосистемы	1-4	2-4	5	2,6-4,3

Как видно из табл. 5, урбозекосистемы, окружающие скважину минеральных вод в значительной степени преобразованы по сравнению с естественными, ненарушенными природными комплексами. Экосистемы же сосновых лесов имеют минимальную для таких сообществ деградацию, даже несмотря на расположение в пределах крупного города. Это позволяет говорить об относительной благоприятности природной среды.

В непосредственной близости к скважине расположено Кротовское озеро, которое до 2008 года являлось особо охраняемой природной территорией регионального значения – геологическим памятником природы. В настоящее время природоохранный статус этой территории не определен.

Оз. Кротовское расположено на 2-й надпойменной террасе р. Сылвы и занимает сложную и глубокую (до 7 м) карстовую воронку. Площадь зеркала 25 тыс. м². Дно и склоны воронки осложнены более мелкими вложенными воронками. Поэтому рельеф склонов неровный, пороогообразный, а профиль котловины – неправильный конусовидный. Форма поверхности озера неправильная ромбическая. Наибольшая длина около 468 м, ширина – около 220 м.

Котловина выработана в гипсах, подстилаемых известняками. Питание смешанное: атмосферное и подземное карстовыми водами. Состав воды гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевый при минерализации 337-625 мг/л. Окружающая озеро территория занята травяным сосновым бором. На воде ряска - полосой до 4 м.

ВЫВОДЫ

Геоэкологические особенности территории являются важным фактором развития специализации региона. Курортно-рекреационные территории в современных условиях нуждаются в комплексных мерах по сохранению, развитию и оптимизации использования имеющегося потенциала для обеспечения положительного социально-экономического эффекта субъектов страны. Кунгурский район Пермского края обладает необходимыми условиями для обеспечения устойчивого роста рынка курортно-рекреационных услуг и санаторно-курортного комплекса. Уникальность ландшафтов и наличие природных лечебных ресурсов способствует актуализации таких направлений как:

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ УСЛУГ РЕГИОНА

1. Развитие предложения в сфере лечебно-оздоровительного, аграрного и экологического туризма, которые могут быть объединены в комплексный продукт, позиционирующий курортно-рекреационную сферу Пермского края.

2. Широкое внедрение цифровых методов мониторинга и анализа геоэкологических систем территорий в целях разработки обоснованных мер по управлению курортно-рекреационными территориями и предупреждению негативного воздействия на природную окружающую среду.

3. Обеспечение реализации сбалансированных мер по развитию курортно-рекреационных услуг с учетом сохранности ценных ресурсов, объектов.

Рекомендуемые меры должны осуществляться на основе программно-целевого и сетевого подходов, которые положительно зарекомендовали себя в отечественной и зарубежной практике управления курортами.

Список литературы

1. Белохвостикова Н.В. Общие проблемы региональных рекреационных комплексов и пути решения // Интернет-журнал Науковедение. 2017. Т. 9. № 3. С. 1-10.
2. Дробышев Е.А. Туризм и индустрия гостеприимства: траектории развития на российском рынке // Социальная политика и социология. 2014. № 4 (105). С. 294-301.
3. Егорова Е.Н., Мухоморова И.В., Малолетко А.Н., Солодуха П.В. Современное состояние и тенденции развития государственно-частного партнерства в России // Социальная политика и социология. 2016. № 4 (117). С. 17-25.
4. Истомина Е.А. Методика оценки нарушенности растительности Южного Прибайкалья с использованием космических снимков и ландшафтной карты // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2017. Т. 21. С. 59-67.
5. Мосалёв А.И. Сущности неопределенностей с позиции инновационного предпринимательства // Менеджмент в России и за рубежом. 2014. №3. С. 18-23.
6. Новикова Н.Г., Лебедев К.А., Лебедева О.Е. Региональный туризм как фактор социально - экономического развития экономики // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2016. Т. 10. № 2. С. 15 - 21.
7. Оборин М.С. Ландшафтно-экологическое позиционирование санаторно-курортных учреждений (на примере Пермского края) // Arctic Environmental Research. 2011. № 9. С. 20-29.
8. Санин А.Ю., Кошовский Т.С. Геоэкологические особенности природных систем Волго-Ахтубинской поймы как основа ее рекреационного потенциала // Сервис в России и за рубежом. 2017. Т. 11. № 1(7). С. 69-77.
9. Санин А.Ю. Количественная оценка экологических услуг, оказываемых лесными системами Крыма // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2015. № 3 (13). С. 39-45.
10. Тарчоков С.К. Конкурентные преимущества внутреннего турпродукта в Российской Федерации // Научный вестник МГИИТ. 2016. № 6 (44). С. 68-73.
11. Тарчоков С.К. Проблемы и перспективы развития туризма в современных условиях хозяйствования в России // Научный вестник МГИИТ. 2013. С. 55-59.

GEO-ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TERRITORIES AS A FACTOR OF DEVELOPMENT OF RESORT AND RECREATION SERVICES IN THE REGION

Oborin M. S.

Perm Institute (branch) FSBEI HE «Russian economic University G. V. Plekhanov»

FSBEI HE «Perm state national research University»

FSBEI HE «Perm State Agro-Technological University named after Academician

D.N. Pryanishnikov»

FSBEI HE «Sochi state University»

E-mail: recreachin@rambler.ru

The article is devoted to the issues of geoecological features of the territories affecting the resort and recreational activities. The necessity of development and optimization of use of geo-ecological potential, in particular, preservation of unique landscapes, complex application of methods of an assessment and monitoring of regional ecological systems is proved. The geoecological characteristics of the Kungur district of Perm Krai, geobotanical conditions and landscape-forming processes, basic ecosystems are given. The transformation of ecological systems of the considered territory is described. A set of measures for the development of tourist and recreational services based on the optimization of the use of geoecological features of the territory.

Keywords: geoecological features, potential, landscape, ecosystem, resort and recreational services, monitoring, evaluation.

References

1. Beloxvostikova N.V. Obshhie problemy` regional'ny`x rekreacionny`x kompleksov i puti resheniya (General problems of regional recreational complexes and solutions). Internet-zhurnal Naukovedenie, 2017, Vol. 9, no 3, pp. 1-10.
2. Droby`shev E.A. Turizm i industriya gostepriimstva: traektorii razvitiya na rossijskom ry`nke (Tourism and hospitality industry: development trajectories in the Russian market). Social'naya politika i sociologiya, 2014, no 4 (105), pp. 294-301.
3. Egorova E.N., Muxomorova I.V., Maloletko A.N., Soloduxa P.V. Sovremennoe sostoyanie i tendencii razvitiya gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v Rossii (Current state and trends of public-private partnership in Russia). Social'naya politika i sociologiya, 2016, no 4 (117), pp. 17-25.
4. Istomina E.A. Metodika ocenki narushennosti rastitel'nosti Yuzhnogo Pribajkal'ya s ispol'zovaniem kosmicheskix snimkov i landshaftnoj karty` (Methods of assessment of vegetation disturbance in the southern Baikal region using satellite images and landscape maps). Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle, 2017, Vol. 21, pp. 59-67.
5. Mosalyov A.I. Sushhnosti neopredelennostej s pozicii innovacionnogo predprinimatel'stva (The essence of uncertainty from the perspective of innovative entrepreneurship). Menedzhment v Rossii i za rubezhom, 2014, no 3, pp. 18-23.
6. Novikova N.G., Lebedev K.A., Lebedeva O.E. Regional'ny`j turizm kak faktor social'no - e`konomicheskogo razvitiya e`konomiki (Regional tourism as a factor of socio-economic development of the economy). Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo univesriteta. Seriya: E`konomika i menedzhment, 2016, Vol. 10, no 2, pp. 15 - 21.
7. Oborin M.S. Landshaftno-e`kologicheskoe pozicionirovanie sanatorno-kurortny`x uchrezhdenij (na primere Permskogo kraya) (Landscape and ecological positioning of health resorts (on the example of

- the Perm region)). Arctic Environmental Research, 2011, no 9, pp. 20-29.
8. Sanin A.Yu., Koshovskij T.S. Geoe`kologicheskie osobennosti prirodny`x sistem Volgo-Axtubinskoj pojmy` kak osnova ee rekreacionnogo potenciala (Geoeological features of natural systems of the Volga-Akhtuba floodplain as the basis of its recreational potential). Servis v Rossii i za rubezhom, 2017, Vol. 11, no 1(7), pp. 69-77.
 9. Sanin A.Yu. Kolichestvennaya ocenka e`kologicheskix uslug, okazy`vaemy`x lesny`mi sistemami Kry`ma (Quantitative assessment of environmental services provided by forest systems of Crimea). Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11: Estestvenny`e nauki, 2015, no 3 (13), pp. 39-45.
 10. Tarchokov S.K. Konkurentny`e preimushhestva vnutrennego turprodukta v Rossijskoj Federacii (Competitive advantages of domestic tourist products in the Russian Federation). Nauchny`j vestnik MGIIT, 2016, no 6 (44), pp. 68-73.
 11. Tarchokov S.K. Problemy` i perspektivy` razvitiya turizma v sovremenny`x usloviyax khozyajstvovaniya v Rossii (Problems and prospects of tourism development in modern economic conditions in Russia). Nauchny`j vestnik MGIIT, 2013, pp. 55-59.

Поступила в редакцию 10.06.2019

УДК 910.3:556(477.75)

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА МОЙНАКИ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

Чабан В. В.¹, Сухорученко С. К.²

¹ *Группа РК «Крымская ГГРЭС», г. Саки, Российская Федерация*

E-mail: vic_84@list.ru

² *ООО «Институт «КРЫМГИИНТИЗ»», г. Симферополь, Российская Федерация*

E-mail: sergeysuhorkon@gmail.com

Приведены результаты исследования геоэкологического состояния озера Мойнаки и прилегающей к нему территории. Дана оценка уровня загрязнения почв на берегах исследуемого водоема. Показано современное состояние воды и донных отложений.

Ключевые слова: озеро; гидроминеральные ресурсы; техногенез; геоэкологическое состояние.

ВВЕДЕНИЕ

Изучения геологических, ресурсно-минеральных и лечебных условий Мойнакского озера ведутся с 1968 года. В 70–80-е годы XX века в северо-восточной части озера была построена Мойнакская грязелечебница с бюветом минеральной воды, которая в данный момент не функционирует и частично разрушена.

Интенсивное хозяйственное освоение западной части Крымского полуострова в конце прошлого века, повлияло на экологические, гидрогеологические и гидрологические условия района, что, в свою очередь, негативно отразилось на процессе формирования гидроминеральных ресурсов прибрежно-морских озер. Согласно результатов перманентных наблюдений, проводимых в разные годы такими организациями как Крымская ГГРЭС, КоУКРГТРИ, Крымгеология, в некоторых озерах Западного Крыма (прежде всего это оз. Сакское и оз. Джарылгач) сохранились ценные гидроминеральные ресурсы пригодные для применения в бальнеологической практике, но в большинстве других озер природные такие ресурсы безвозвратно утрачены вследствие произошедшей техногенной трансформации водоемов [1].

В 2017 году было принято решение о восстановлении на базе грязелечебницы, того же направления что и раньше – грязелечения и использования минеральных вод, поэтому при реализации долгосрочной стратегии развития Крыма как курортного региона необходимо четко определить перспективы хозяйственного освоения прибрежно-морских озер. При таких условиях актуально провести оценку современного состояния озера Мойнаки и прилегающей к нему территории.

Целью исследования является оценка современного геоэкологического состояния озера Мойнаки и прилегающей к нему территории путем проведения геоэкологического обследования водоема и прилегающей территории, оценки современного состояния качества воды и донных отложений озера с целью разработки перспективных направлений его хозяйственного освоения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проблема техногенного воздействия на экосистему озера Мойнаки не раз поднималась учеными Республики Крым и отражена в ряде публикаций В.А. Хохлова, А.А. Пасынкова, Л.М. Соцковой и др. На протяжении 90-х годов прошлого столетия изучением проблемы нарушения природного водно-солевого режима и вызванное этим интенсивное распреснение рапы, занимался О.А. Гулов (совместно с другими специалистами Сакской ГГРЭС). В 2012 г. под руководством В.И. Васенко проведено рекогносцировочное обследование озера Мойнаки, в процессе которого изучено физико-химическое и санитарно-микробиологическое состояние рапы и донных отложений, по результатам гидрогеологических изысканий проведено детальное описание грязевой залежи и построены профили водоема.

Начиная с конца 60 годов XX века Институтом «КРЫМГИИНТИЗ» ведутся инженерно-геологические изыскания направленные на освоение территории под санаторно-курортное строительство, создание Мойнакского центра грязелечения и прокладки коммуникаций по водопотреблению и водоотведению с этой территории. Вокруг озера выполнено более 15 специализированных работ, в которых изучен геологический разрез на глубину до 35м, как с бортов озера, так и через пересыпь, которая отделяет озеро от моря [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Для выполнения поставленных задач исследования проведены полевые и камеральные работы. Полевые работы включали осмотр участка изысканий, прилегающую территорию, визуальную оценку рельефа, производства комплекса геоморфологических, гидрогеологических, экологических и почвенных наблюдений; комплексный поиск источников загрязнения окружающей среды; отбор проб донных отложений и поверхностных вод. Изучение инженерно-геологических и гидрогеологических условий на территории грязелечебницы Мойнаки.

Камеральные работы: предварительное ознакомление по картам с районом исследований, обработка и систематизация полевых записей и результатов анализов, оформление материалов и увязка с данными предполевого дешифрирования, анализ результатов инженерно-геологических исследований вокруг озера Мойнаки [4, 5].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Озеро Мойнаки расположено в западной части г. Евпатории. От моря озеро отделено морской пересыпью, шириной 140–250 м. В современном состоянии озеро Мойнаки представляет собой два водоема разделенных капитальной дамбой. Северная (малая) часть озера имеет пологие берега, с большими отмелями, в восточной части расположены остатки регенерационных бассейнов Мойнакской грязелечебницы. Южная часть (большая) имеет пологие берега, поросшие камышом и от моря отделена песчаной пересыпью.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА МОЙНАКИ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

Геологическое строение озера Мойнаки достаточно сложное представлено неоген-четвертичными отложениями, как морского, так и континентального генезиса. Также как другие озера Евпаторийской группы его образование связано с затоплением устья древней балки, которая возникла на месте пересечения различных тектонических нарушений. Формирование пересыпи началось в верхнечетвертичное время и связано с новозвксинской регрессией Чёрного моря, когда уровень моря был на отметках минус 10–16м ниже современного. Около 5 тыс. лет назад началось отделение лагуны озера от Черного моря ракушечниковой пересыпью [9].

По результатам инженерно-геологических исследований на бортах балки выявлено одно-двухслойное строение озёрно-морских отложений с преобладающей мощностью их до 3–4м, а на пересыпи трёхслойное, где мощность отложений в 2–4 раза больше и достигает 15,5м [6, 7, 8, 9].

Схематический разрез с запада на восток будет следующий:

- западный борт имеет одно-двухслойное строение сверху ракушечниковые пески, мощностью до 4,3м, ближе к пересыпи под песками появляются илы мощностью до 1,8м (абсолютные отметки подошвы слоя от минус 1,75 до минус 2,09м). Морские отложения залегают на известняках неогенового возраста.

- пересыпь имеет резко ассиметричный вид с запада на восток. На западе пересыпь состоит сверху вниз из ракушечниковых морских песков жёлтых оттенков мощностью 3,9–5,4м (абсолютные отметки подошвы минус 3,0 – минус 3,7м). Ниже озёрно-морские иловые отложения голубовато-серого, тёмно-серого цвета мощностью 1,0–3,9м (абсолютные отметки от минус 4,0 до минус 7,6м). Самый нижний слой представлен серыми и тёмно-серыми песками с прослоями илов максимальной мощностью до 9,3м (абсолютная отметка минус 13,95м). На востоке пересыпь имеет такое же строение, но меньшей в 1,5–2раза мощности. Верхние морские пески имеют мощность в 4,0–5,0м (абсолютные отметки подошвы от минус 2,90 до 3,23м). Илы имеют мощностью в 1,5–1,8м (абсолютные отметки подошвы от минус 4,4 до минус 4,99м). Нижние илистые пески имеют мощность от 2,5 и более метров. Морские отложения пересыпи преимущественно залегают на неогеновых известняках, но фрагментарно на верхнечетвертичных континентальных суглинках и глинах.

- восточный борт, так же, как и западный имеет одно-двухслойное строение сверху ракушечниковые пески, мощностью до 3,0м, ближе к пересыпи под песками встречаются илы мощностью 0,8–1,1м (абсолютные отметки подошвы слоя от минус 0,03 до минус 0,66м). На восточном борту морские отложения залегают как на верхнечетвертичных суглинках и глинах, так и на неогеновых отложениях, которые представлены известняками, мергелями и глинами.

Четвертичные континентальные отложения представлены верхнечетвертично-голоценовыми эолово-делювиальными и элювиально-делювиальными грунтами, как правило, это суглинки и глины, реже пески и супеси. Цвет отложений преимущественно коричневых и бурых оттенков, с включением дресвы и щебня известняков до 40%. Мощность отложений изменяется от 0,2 до 3,2м.

В районе Мойнакского озера под четвертичными отложениями вскрыто по меньшей мере 5 свит, относящиеся к трём ярусам – серравальскому, тортонскому и мессинскому. Серравальскому ярусу соответствует бессарабская свита, представленная скальными известняками желтовато-коричневого, желтоватого цвета. Тортонский ярус представлен тремя свитами – херсонской, багеровской и акманайской. Херсонская свита – известняки скальные серовато-белые, белые. Багеровская свита – представлена известняками скальными и полускальными желтовато-серыми и жёлтыми, мергелями глинистыми голубовато-жёлтыми, голубовато-серыми и глинами зеленовато-серыми и тёмно-серыми. Акманайская свита представлена скальными и полускальными известняками желтоватых оттенков. К мессинскому ярусу относятся евпаторийские слои, представленные ракушечниковыми полускальными известняками желтоватых оттенков [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Подземные воды возле озера распространены повсеместно на глубинах от 0,6 до 3,65м, что соответствует абсолютным отметкам от минус 0,40 до плюс 0,55м. Подземные воды имеют минерализацию от 1,19 до 5,98г/дм³ на бортах озера и от 14,58 до 23,4г/дм³ на пересыпи [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

За последние пол столетия экосистема озера Мойнаки, как и большинства аналогичных водоемов Крымского полуострова, претерпела существенные изменения, вызванные непродуманной хозяйственной деятельностью.

В процессе проведенного геоэкономического обследования прилегающей территории был выявлен ряд техногенных источников, оказывающих негативное влияние на окружающую среду, а также на формирование водной массы и донных отложений оз. Мойнаки (рис. 1):

- кладбище домашних животных на западном берегу;
- примыкание неканализованных жилых массивов с северной и восточной части;
- дренаж загрязнённых вод с полей орошения расположенных на западном берегу и жилых массивов с северной и восточной части;
- скопление неорганизованных отдыхающих на территории морской пересыпи, западном берегу большей части, разделительной дамбы и по периметру малой части;
- скопление на берегах водоема ТКО.

Расположенные жилые массивы с сопутствующими коммуникационными объектами, автодорогами, котельными и т.д. оказывает значительное негативное влияние на геохимическое состояние почв на берегах озера. Так, суммарное загрязнение (Zс) почв зоны аэрации, рассчитанное по содержанию загрязнителей из группы тяжелых металлов в 2018 году, по формуле 1, равняется от 12,4 до 63,4.

Согласно ориентировочной оценочной шкалы опасности загрязнения почв [10], данный уровень загрязнения классифицируется как допустимый и высоко опасной, соответственно.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА МОЙНАКИ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ



Рис. 1. Схема расположения источников техногенного воздействия на экосистему оз. Мойнаки.

Суммарное загрязнение почв зоны фильтрации составляет 7,6 и 10,9, что соответствует допустимому уровню загрязнения. Наиболее высокие концентрации в почвах зоны аэрации установлены для меди, цинка и свинца, значения, которых превышают ПДК в 11, 44 и 10 раз соответственно. Для почв зоны фильтрации установлены содержания меди и цинка в 9 и 4 раза превышающие ПДК. В грунтовых водах, разгружающихся в северную часть озера (со стороны г. Евпатория) концентраций тяжелых металлов, превышающих ПДК не установлено. На основании проделанного анализа вертикальной миграции загрязнителей можно предположит, что наибольшую опасность для экосистемы озера представляет не вертикальная миграция из объектов геологической среды с последующим переносом с грунтовыми водами, а горизонтальная миграция, связанная с выносом загрязнителей из верхних слоев почвы с воздушными массами и поверхностным стоком.

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1), \quad (1)$$

где: Z_c – суммарный показатель загрязнения; n – число определяемых веществ;
 K_c – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

K_c определялся по формуле 2:

$$K_c = \frac{C_i}{C_{ПДК}}, \quad (2)$$

где: C_i – фактическое содержание определяемого элемента в почвах (мг/кг);
 $C_{ПДК}$ – ПДК определяемого элемента в почвах (мг/кг).

Многолетнее техногенное воздействие на водоем привело к значительным изменениям водно-солевого баланса, физико-химического и санитарно-микробиологического режима, и, в конечном итоге стало причиной трансформации гипергалинного водоема в распреснённый. Основными причинами снижения минерализации рапы озера явились безвозвратный ее отбор (до 25 % от общего объема) на лечебные нужды, а также региональный подъем уровня грунтовых вод вследствие интенсивной мелиоративной деятельности на сельскохозяйственных угодьях. В настоящее время минерализация воды большей части озера находится в пределах 50 – 65 г/дм³, хотя по литературным данным еще во второй половине прошлого века составляла 100 – 150 г/дм³ [11]. По своему химическому составу рапа близка к водам Черного моря, соотношение основных химических компонентов в ней описано формулой 3.

$$M_{50} \frac{Cl_{79}SO4_{20}}{Na_{76}Mg_{18}} pH_{7.8}, \quad (3)$$

Малая часть озера характеризуется нестабильным гидрологическим режимом и в жаркое время года полностью пересыхает. При организации гидротехнического комплекса, позволяющего стабилизировать водно-солевой режим водоема и круглый год поддерживать высокую минерализацию, возможно перспективное использование рапы озера Мойнаки в лечебно-оздоровительных целях.

Вследствие многолетнего распреснения произошло разубоживание илов в большей части озера, и их применение в бальнеологических целях невозможно [12]. В малой части сохранились черные-темносерые илы, физико-химическим свойствам близкие к лечебным глинам Сакского озера. Но, из-за скопления источников техногенного загрязнения на берегах водоема, необходимо провести современную бальнеологическую оценку состояния сохранившейся грязевой залежи.

ВЫВОДЫ

Вследствие многолетнего техногенного воздействия на озеро Мойнаки произошли значительные изменения в естественном водно-солевом балансе водоема, что в свою очередь негативно отразилось на сформированных гидроминеральных ресурсах: произошло распреснение рапы и разубоживание лечебных грязей большей части озера, а также сезонное пересыхание малой части. Вопрос пригодности к медицинскому применению в санаториях и здравницах, сохранившихся в малой части озера запасов черных и темно-серых илов, на сегодняшний день остается открытым и требует дополнительного изучения, т.к. на протяжении нескольких десятков лет на берегах озера действуют источники загрязнения окружающей среды, и прежде всего, верхнего почвенного слоя в прибрежной полосе.

Геологические условия вокруг озера Мойнаки благоприятствуют загрязнению и распреснению вод озера, т.к. при анализе материалов инженерно-геологических изысканий подземные воды вокруг озера имеют минерализацию менее 6 г/дм³. Геологическое строение бортов озера сложено средне-сильнопористыми известняками (пористость от 26 до 39%), которые сильно- и очень сильноводопроницаемы (коэффициент фильтрации от 5 до 38 м/сутки).

Для снижения уровня негативного воздействия на экосистему водоема необходимо создать сложную гидротехническую систему защиты, которая позволит отводить загрязненные поверхностный и подземный сток и, в то же время, обеспечит искусственную подачу морской воды, что стабилизирует водно-солевой режим. При поддержании высокой минерализацию водоёма на протяжении года, станет возможным применение рапы озера Мойнаки для лечебно-оздоровительных целей.

Список литературы

1. Гулов О.А., В.А. Хохлов В.А. Информация о современном состоянии гидроминеральных ресурсов лечебного назначения на территории АР Крым: сб. статей ДП «Сакская ГГРЭС» 1995 – 2007. Саки, 2007. С. 41 – 44.
2. Невеская Л.А., Гончарова И.А., Иллина Л.Б., Парамонова Н.П., Хондкариан С.О. О стратиграфической шкале неогена восточного Паратетиса // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2003. Т. 11. №2. С.3–26.
3. Чайковский Б.П. Отчёт ИП Шумило: Реконструкция грязелечебницы «Мойнаки» в г. Евпатория, Республика Крым. Главный лечебный корпус. Бювет. Евпатория, 2018.
4. Коломиец И.А. Заключение Симферопольского комплексного отдела института «УкрГИИНТИЗ»: Строительство климатоводолечебного павильона на озере Мойнаки в г. Евпатории. Симферополь, 1968.
5. Коломиец И.А. Отчёт Симферопольского комплексного отдела института «УкрГИИНТИЗ»: Стадия рабочих чертежей на участке застройки пляжа для оздоровительных организаций в г. Евпатории. Симферополь, 1968.
6. Петровская Н.А. Отчёт Симферопольского филиала института «УкрГИИНТИЗ»: Водозабор и сброс морской воды с насосной станции в гор. Евпатории. Симферополь, 1973.

7. Невредова А.В. Отчёт Симферопольского филиала института «УкрГИИНТИЗ»: Трасса магистрального канализационного коллектора по пляжу санатория для подростков в г. Евпатории. Симферополь, 1985.
8. Краснов С.С. Заключение института «КрымГИИНТИЗ»: Строительство оздоровительного центра в районе оз. Мойнаки в г. Евпатории. Симферополь, 2009.
9. Державна геологічна карта України. Масштаб 1 : 200 000. Кримська серія. Аркуші L-36-XXVIII (Євпаторія), L-36-XXXIV (Севастополь). Київ, 2006. 175с.
10. Озерский А.Ю. Основы геохимии окружающей среды. Красноярск: ИПКСФУ, 2008. 316 с.
11. Гулов О. В. Отчет Сакской ГПРЭС: Краткий аналитический очерк современной трансформации Мойнакского озера. Глава 8. Саки, 2000.
12. Васенко В.И., Гулов О.А., Чабан В.В. Современное состояние и перспективы хозяйственного использования соляных озер Крыма. / Черноморская международная научно-практическая конференция МГУ: проблемы и безопасность в современном мире: сб. мат. Севастополь, 2016. С. 47 – 46.

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF THE LAKE MOINAKI AND THE SURROUNDING AREA

Chaban V. V¹, Sukhoruchenko S. K.²

¹ *Gunpp RK "Crimean GRES", Saki, Russian Federation*

E-mail: vic_84@list.ru

² *Institute "KRYMGIINTIZ" LLC, Simferopol, Russian Federation*

E-mail: sergeysuhorkon@gmail.com

Intensive economic development of the Western part of the Crimean Peninsula at the end of the last century, influenced the ecological, hydrogeological and hydrological conditions of the area, which, in turn, had a negative impact on the formation of hydromineral resources of coastal and marine lakes. According to the results of permanent observations in some lakes of Western Crimea preserved valuable hydro-mineral resources suitable for use in balneological practice, but in most other lakes natural resources such irretrievably lost due to the technological transformation of reservoirs.

In 2017, a decision was made about the restoration on the basis of mud baths, the same direction as before – a mud treatment and use of mineral waters, therefore, the implementation of long-term development strategy of the Crimea as a resort region it is necessary to clearly determine the prospects of economic development of the coastal-marine lakes. Under such conditions, it is important to assess the current state of lake Moinaki and the surrounding area. In the course of the geo-economic survey of the surrounding area, a number of anthropogenic sources have been identified that have a negative impact on the environment, as well as on the formation of water mass and bottom sediments of the lake:

- pet cemetery on the West Bank;
- contiguity of non-canalized residential areas from the Northern and Eastern parts;
- drainage of polluted water from irrigation fields in the West Bank and residential areas in the North and East;
- accumulation of unorganized vacationers on the territory of the sea embankment, the West Bank of the large part, the separation dam and the perimeter of the small part;
- accumulation of waste on the banks of the reservoir.

Located residential areas with associated communication facilities, roads, boilers have a significant negative impact on the geochemical condition of soils on the shores of the lake. As a result of long-term desalination, silt in a large part of the lake was decomposed, and their use in balneological purposes is not possible. In a small part of the preserved black-dark-gray silt, physical and chemical properties close to the therapeutic mud Saka lake. But, because of the accumulation of sources of man-made pollution on the shores of the reservoir, it is necessary to conduct a modern balneological assessment of the state of the preserved mud Deposit.

As a result of long-term anthropogenic impact on the lake Moinaki there have been significant changes in the natural water-salt balance of the reservoir, which in turn had a negative impact on the formed hydromineral resources. Geological conditions around the lake Moinaki conducive to contamination and raspisaniyu waters of the lake. To reduce the level of negative impact on the ecosystem of the reservoir, it is necessary to create a complex hydraulic protection system that will allow to remove contaminated surface and underground runoff and, at the same time, provide artificial supply of sea water, which stabilizes the water-salt regime. With the maintenance of high mineralization of the reservoir throughout the year, it will be possible to use the brine of lake Moinaki for therapeutic purposes.

Keywords: lakes; hydromineral resources; technogenesis; geoecological state.

References

1. Gulov O.A., V.A. Hohlov V.A. Informacija o sovremennom sostojanii gidromineral'nyh resursov lechebnogo naznachenija na territorii AR Krym (Information about the current state of hydromineral resources for medical purposes in the territory of Crimea): sb. statej DP «Sakskaja GGRJeS», 1995 – 2007, Saki, 2007, pp. 41 – 44 (in Russian).
2. Nevesskaja L.A., Goncharova I.A., Ill'ina L.B., Paramonova N.P., Hondkarian S.O. O stratigraficheskoj shkale neogena vostochnogo Paratetisa (On the stratigraphic scale of the Neogene of the Eastern paratethys). Stratigrafija. Geologicheskaja korrelyacija, 2003, V. 11, no 2, pp. 3–26. (in Russian).
3. Chajkovskij B.P. Otchjot IP Shumilo: Rekonstrukcija grjazelecebnycy «Mojnaki» v g. Evpatorija, Respublika Krym. Glavnyj lechebnyj korpus. Bjuvet (Report SP Shumilo: Reconstruction of mud baths "Mojnaki" in Evpatoria, Republic of Crimea. The main medical building. Pump room). Evpatorija, 2018 (in Russian).
4. Kolomic I.A. Zakljuchenie Simferopol'skogo kompleksnogo otdela instituta «UkrGIINTIZ»: Stroitel'stvo klimatovodolechebnogo pavil'ona na ozere Mojnaki v g. Evpatorii (the Conclusion of the Simferopol Department of the Institute " UkrGIINTIZ ": climatemodeling the Construction of the pavilion on the lake Moinaki in Evpatoria). Simferopol', 1968 (in Russian).
5. Kolomic I.A. Otchjot Simferopol'skogo kompleksnogo otdela instituta «UkrGIINTIZ»: Stadija rabochih chertezhej na uchastke zastrojki pljazha dlja ozdorovitel'nyh organizacij v g. Evpatorii (Report of the Simferopol Department of the Institute " UkrGIINTIZ ": the stage of working drawings on the building site of a beach for recreation organizations in the city of Evpatoria). Simferopol', 1968 (in Russian).
6. Petrovskaja N.A. Otchjot Simferopol'skogo filiala instituta «UkrGIINTIZ»: Vodozabor i sbros morskoy vody s nasosnoj stancii v gor. Evpatorii (Report of the Simferopol branch of the Institute " UkrGIINTIZ ": water Intake and discharge of seawater from a pumping station in the mountains. Evpatorias). Simferopol', 1973 (in Russian).
7. Nevredova A.V. Otchjot Simferopol'skogo filiala instituta «UkrGIINTIZ»: Trassa magistral'nogo kanalizacionnogo kollektora po pljazhu sanatorija dlja podrostkov v g. Evpatorii (Report of the

- Simferopol branch of the Institute "Ukrgiintiz" the Route of the trunk sewer on the beach resort for Teens in Evpatoria). Simferopol', 1985 (in Russian).
8. Krasnov S.S. Zakljuchenie instituta «KrymGIINTIZ»: Stroitel'stvo ozdorovitel'noo centra v rajone oz. Mojnaki v g. Evpatorii (Opinion of the Institute "Crymgiintiz": the Construction of ozdorovitelno center in the area of the lake. Moinaki in Yevpatoria). Simferopol', 2009 (in Russian).
 9. Derzhavna geologichna karta Ukraïni. Masshtab 1: 200 000. Krims'ka serija. Arkushi L-36-XXVIII (Cvpatorija), L-36-XXXIV (Sevastopol') (State geological map of Ukraine. Scale 1 : 200 000. Crimean series. Sheets L-36-XXVIII (Evpatoria), L-36-XXXIV (Sevastopol')). Kiïv, 2006, 175 p. (in Russian).
 10. Ozerskij A.Ju. Osnovy geohimii okružhajushhej sredy (Foundations of environmental Geochemistry). Krasnojarsk: IPKSFU, 2008. 316 p. (in Russian).
 11. Gulov O. V. Otchet Sakskej GGRJeS: Kratkij analiticheskij ocherk sovremennoj transformacii Mojnakskogo ozera. Glava 8. Saki (Report of Saka GGRES: a Brief analytical essay of the modern transformation of Moinak lake, Chapter 8. Saki), 2000 (in Russian).
 12. Vasenko V.I., Gulov O.A, Chaban V.V. Sovremennoe sostojanie i perspektivy hozjajstvennogo ispol'zovanija soljanyh ozer Kryma (Current state and prospects of economic use of salt lakes of Crimea). Chernomorskaja mezhdunarodnaja nauchno-praktičeskaja konferencija MGU: problemy i bezopasnost' v sovremennom mire: sb. mat. Sevastopol', 2016, pp. 47 – 46 (in Russian).

Поступила в редакцию 31.01.2019

УДК 551.243

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСЧЕТНОГО КОЭФФИЦИЕНТА
СООТНОШЕНИЯ СРЕДНИХ СУТОЧНЫХ СУММ РАДИАЦИИ,
ПРИХОДЯЩЕЙ НА СКЛОН И НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ
НА ПРИМЕРЕ Г. СИМФЕРОПОЛЯ**

Шабельников С. И.¹, Мостовская А. Б.²

¹ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация

E-mail: shabelnikov.s@yandex.ru

²ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация

E-mail: supermosya@mail.ru.

В работе на примере г. Симферополь рассмотрена возможность зонирования территории по степени наибольшего благоприятствования с применением коэффициентов соотношения, прямой солнечной радиации, поступающей на склоны, и прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность.

Ключевые слова: рельеф, мезоклиматические факторы, распределение солнечной радиации, степень комфортности.

ВВЕДЕНИЕ

Существует множество мезоклиматических факторов организации городской среды. Самые основные из них: количество солнечной радиации; циркуляция атмосферы; теплооборот, влагооборот, формы рельефа, характер подстилающей поверхности, крутизна и экспозиция склонов [1, 3, 5].

Многие исследователи, самым важным климатическим фактором, считают изменчивость солнечной радиации. Методика расчета изменчивости солнечной радиации, представлена в работах Е. Н. Романовой, Т.А. Голубовой и других [3].

В методике используется отношение суммарной радиации за сутки, которая поступает на склон к суммарной радиации, которая поступает на горизонтальную поверхность. Прямая солнечная радиация в данных расчетах берется за основную [3].

Т. А. Голубовой были определены коэффициенты K_s для пересчета средних за месяц суточных сумм прямой радиации с горизонтальной поверхности на склоны северной и южной экспозиции крутизной 5, 10 и 20° и более градусов и склоны восточной и западной экспозиции крутизной 10 и 20° за теплое полугодие (апрель – сентябрь) в диапазоне 38–66° с. ш. [2]. При помощи этих коэффициентов, а также по данным „Справочника по климату СССР" [4] о действительных средних суточных суммах прямой радиации на горизонтальную поверхность можно вычислить средние дневные суммы прямой радиации, поступающей на склоны, в любом конкретном пункте без проведения каких-либо наблюдений [3]

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Преобладающими высотами в городской черте Симферополя являются высоты с абсолютными отметками от 250 до 300 м. Участки местности с такими высотами занимают площадь 46–47 км². Наименьшая площадь соответствует высотам 450–500 м (около 0,2 км²). Гипсографическая кривая, отношения площади поверхности к высоте над уровнем моря, территории г. Симферополя представлена на рис. 1.

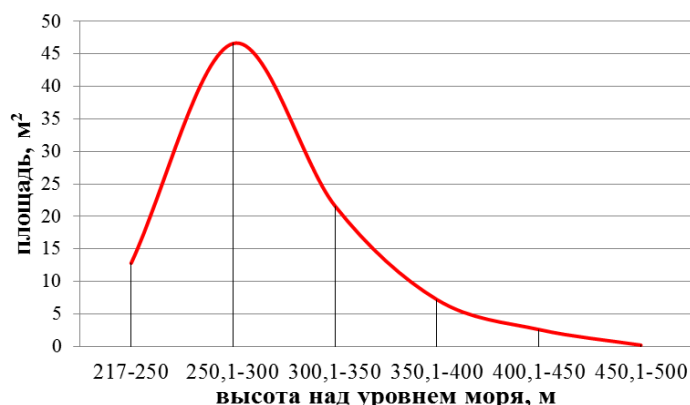


Рис 1. Гипсографическая кривая отношения площади поверхности к высоте над уровнем моря (г. Симферополь).

С целью распределения коэффициентов соотношения солнечной радиации, поступающей на склоны, к солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, была построена карта экспозиций склонов территории г. Симферополя с помощью программного обеспечения ArcGis 10.3 (рис. 2.). Преобладающим направлением склонов для территории г. Симферополя является северо-западное занимающее 20 км². Наименьшую площадь занимает восточная экспозиция склонов (6 км²).

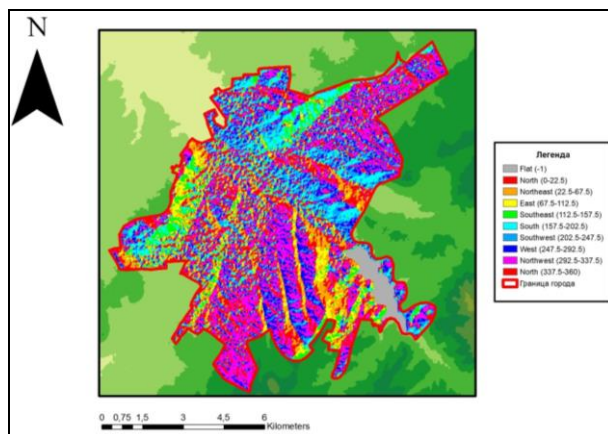


Рис 2. Карта экспозиции склонов для территории города Симферополя.

Гипсографическая кривая отношения площади поверхности к экспозиции склонов представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Гипсографическая кривая отношения площади поверхности к экспозиции склонов на территории г. Симферополя

Карта крутизны и гипсографическая кривая отношения площади поверхности к крутизне склонов изображена на рисунках 4 и 5.

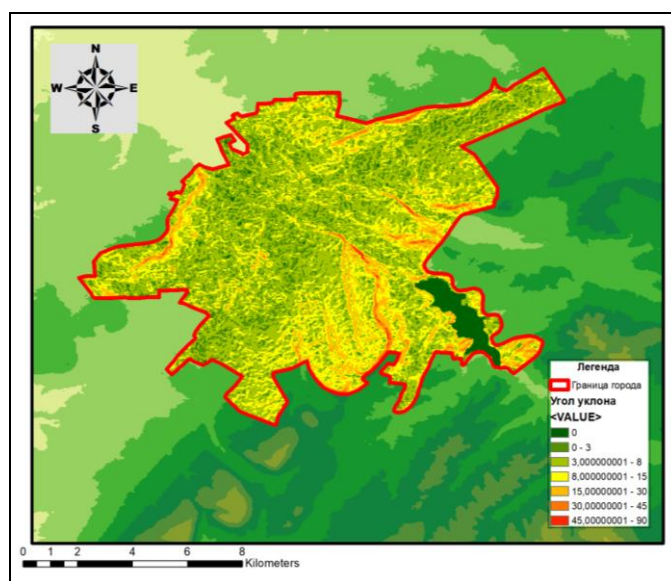


Рис. 4. Карта крутизны склонов на территории г. Симферополя.

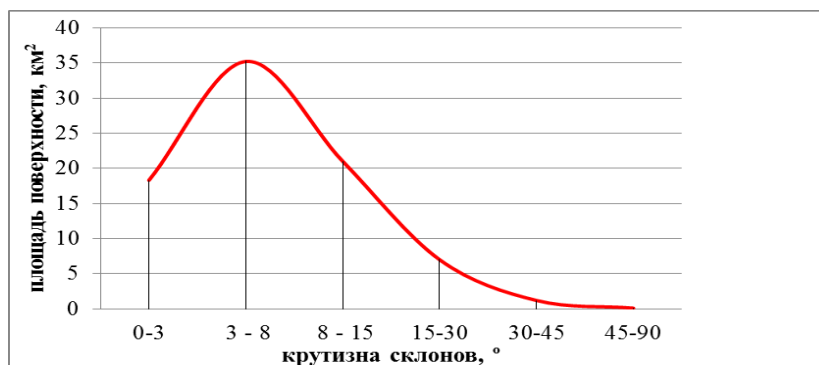


Рис. 5. Гипсографическая кривая соотношения площади к крутизне склонов для г. Симферополя.

Обобщая информацию о морфологической характеристике территории г. Симферополя можно сказать что, высотные отметки поверхности городской территории находятся в диапазоне 217-500 метров. Основная доля площади (50%) приходится на диапазон 250–300 м. Преобладающее направление склонов – северо-западное (25 % от всей площади). Крутизна склонов изменяются от 0–3° до 90°. Преобладающий угол наклона 3° до 8° (40% площади города).

Неравномерное распределение солнечной радиации по склонам разной крутизны и ориентации является одной из причин возникновения микроклиматических отличий в условиях изрезанного рельефа [2].

Расчет поступления солнечной радиации на склоны может быть точно рассчитано с помощью методики Т. А. Голубовой [3]. В данной методике приводится расчет коэффициентов отношения солнечной радиации в безморозный период на склоны к солнечной радиации на горизонтальную поверхность. Данный коэффициент равен:

$$K_s = \Sigma S_{\text{скл}} / \Sigma S_{\text{гор}}, \quad (1)$$

где $\Sigma S_{\text{скл}}$ – радиация, поступающая на склоны разной крутизны;

$\Sigma S_{\text{гор}}$ – радиация, поступающая на горизонтальную поверхность

Результаты расчетов представлены в таблице 1. Данный коэффициент зависит от широты изучаемой территории, крутизны и экспозиции склонов. Анализируя таблицу коэффициентов можно сказать, что наибольшее радиационное тепло получают склоны южной, юго-западной и юго-восточной экспозиции, причем, чем больше крутизна склона, тем большее тепло поступает на этот склон [3].

В зависимости от количества поступающей радиации человек может чувствовать себя, находясь на определенной территории, комфортно или же дискомфортно. Значения солнечной радиации являются подложкой для выявления этих зон. Количество поступающей солнечной радиации необходимо учитывать для

того чтобы правильно спроектировать зоны жилой застройки, так как чрезмерное поступление радиации пагубно влияет на организм человека.

Таблица 1

Коэффициенты отношений солнечной радиации, поступающей на склоны к
солнечной радиации на горизонтальную поверхность

Градусы	Северо- восток	Восток	Юго- восток	Юг	Юго- запад	Запад	Северо- запад	Север
0–5	0,98	1	1,02	1,04	1,02	1	0,98	0,96
5,1–10	0,95	0,99	1,03	1,06	1,02	0,98	0,94	0,9
10,1–15	0,91	0,97	1,03	1,08	1,02	0,96	0,90	0,84
15,1–20	0,87	0,96	1,03	1,1	1,01	0,92	0,85	0,78
20,1–30	0,80	0,93	1,04	1,14	1,01	0,88	0,77	0,66
30,1–45	0,70	0,92	1,06	1,2	1,01	0,82	0,65	0,48
45,1–70	0,54	0,9	1,10	1,3	1,01	0,72	0,45	0,18
70,1–80	0,47	0,87	1,11	1,34	1,01	0,68	0,37	0,06

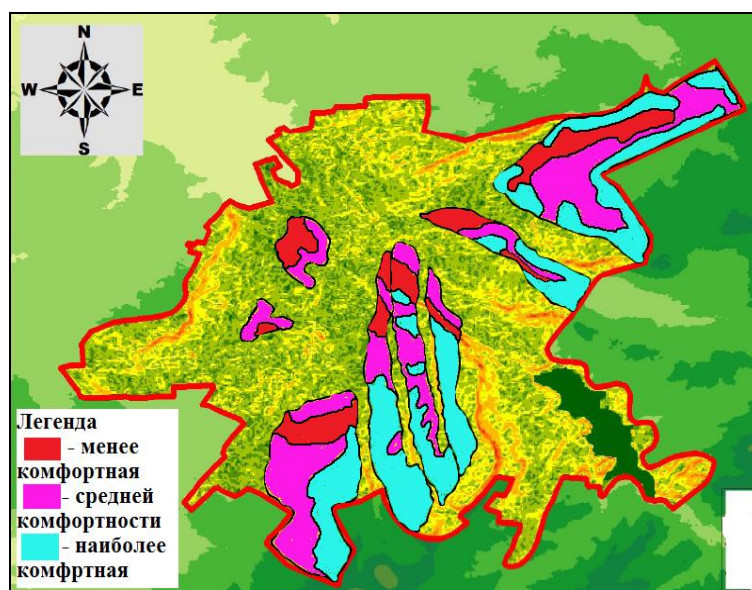


Рис 6. Карта уменьшения степени комфортности на территории г. Симферополя.

Наиболее значимыми в процессе выделения зон комфортности, можно считать значения коэффициентов $K_s < 1$. Из таблицы 1 были выбраны значения с целью

построения карты зон оптимальных для длительного нахождения человека в наружной среде. По значениям коэффициентов отношений солнечной радиации, поступающей на склоны, к солнечной радиации на горизонтальную поверхность на карте (рис. 6) выделены диапазоны: 0,91–1 – зона с меньшей комфортностью; 0,81–0,9 – зона средней комфортности; 0,45–0,8 – зона с наибольшей степенью комфортности.

ВЫВОДЫ

1. Зонирование территории по степени комфортности возможно при применении коэффициентов соотношения, прямой солнечной радиации, поступающей на склоны, и прямой солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, с учетом угла наклона склона дневной поверхности. Наиболее значимыми в этом процессе, можно считать значения коэффициентов $K_s < 1$ и углы наклона склонов меньше 40° . На территории города Симферополя выделено 8 зон наибольшего благоприятствования, в пределах которых, выделены участки по уменьшению степени комфортности.

2. Выделение зон комфортности с учетом солнечной радиации и рельефа местности до начала застройки, позволит оптимизировать принимаемые управленческие решения по организации городской среды.

Список литературы

1. Гольцберг И. А. Методы учета микроклимата при проектировании городов // Инф. письмо № 15. М.: ГИМИЗ, 1969.
2. Микроклимат СССР / Под ред. И. А. Гольцберг. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 285 с.
3. Романова, Е. Н., Гобарова Е. О., Жильцова Е. Л. Методы мезо- и микроклиматического районирования для целей оптимизации размещения сельскохозяйственных культур с применением технологии автоматизированного расчета СПб.: Гидрометеиздат, 2003. 104 с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 3, ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 81 с.
5. Устойчивый Крым. Симферополь – южная столица // Науч. труды КАПКС. К.-С.: Сонат, 2001. 360с.

GEOECOLOGICAL ASPECTS OF THE URBAN ENVIRONMENT USING THE CALCULATED RATIO OF AVERAGE OF DAILY SUMS OF RADIATION THAT ARRIVES ON THE SLOPE AND ON THE HORIZONTAL SURFACE FOR EXAMPLE, THE CITY OF SIMFEROPOL

Shabelnikov S. I.¹, Mostovskaya A.B.²

¹*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation*

E-mail: shabelnikov.s@yandex.ru

²*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation*

E-mail: supermosya@mail.ru

The possibility of zoning of the territory according to the degree of most favoredness with the use of correlation coefficients, direct solar radiation entering the slopes, and direct solar radiation entering the horizontal surface is considered in the work. There are many meso-climatic factors of the urban environment. The most basic of them: the amount of solar radiation; circulation of the atmosphere; heat, moisture, landforms, the nature of the underlying surface, the steepness and exposure of the slopes. Many researchers, the most important climatic factor, consider the variability of solar radiation. The method of calculating the variability of solar radiation is presented in the works of E. N. Romanova, T. A. Golubova and others.

The uneven distribution of solar radiation on the slopes of different steepness and orientation is one of the causes of microclimatic differences in rugged terrain.

The method uses the ratio of total radiation per day, which comes to the slope to the total radiation, which comes to the horizontal surface. Direct solar radiation in these calculations is taken for the main depending on the amount of incoming radiation a person can feel comfortable or uncomfortable being in a certain area. The values of solar radiation are the substrate for the detection of these zones. The amount of incoming solar radiation must be taken into account in order to properly design residential areas, as excessive radiation adversely affects the human body.

Zoning of the territory according to the degree of comfort is possible with the use of ratio coefficients, direct solar radiation coming to the slopes, and direct solar radiation coming to the horizontal surface, taking into account the slope angle of the day surface. Most important in this process, it is possible to consider the values of the coefficients $K_s < 1$ and the angles of inclination of slopes less than 40° . On the territory of the city of Simferopol allocated 8 zones of the most favored nation, within which areas are allocated to reduce the degree of comfort. The allocation of comfort zones taking into account solar radiation and terrain before the start of construction, will optimize management decisions on the organization of the urban environment.

Keywords: relief, mesoclimatic factors, distribution of solar radiation, degree of comfort.

References

1. Gol'cberg I. A. Metody ucheta mikroklimata pri proektirovanii gorodov (Methods of accounting for microclimate in the design of cities). Inf. pis'mo no 15. M.: GIMIZ, 1969 (in Russian).
2. Mikroklimat SSSR (Microclimate of the USSR) / Pod red. I. A. Gol'cberg. L.: Gidrometeoizdat, 1967, 285 p. (in Russian).
3. Romanova, E. N., Gobarova E. O., Zhil'cova E. L. Metody mezo- i mikroklimaticheskogo rajonirovaniya dlja celej optimizacii razmeshheniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur s primeneniem tehnologii avtomatizirovannogo rascheta (Methods for meso - and micro-climatic zoning for the purpose of optimizing the placement of crops with the use of technology for automated calculation). SPb.: Gidrometeoizdat, 2003, 104 p. (in Russian).
4. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR (Scientific and applied guide to the climate of the USSR). Vyp. 3, ch. 1. L.: Gidrometeoizdat, 1966, 81 p. (in Russian).
5. Ustojchivyy Krym. Simferopol' – juzhnaja stolica (Sustainable Crimea. Simferopol – the capital of the South). Nauch. trudy KAPKS, K.-S.: Sonat, 2001, 360 p. (in Russian).

Принято в редакцию 01.03.2019

УДК 556:551.464:639.4(262.5)

**СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И
ФИТОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ МИДИЙНОЙ ФЕРМЫ
БУХТЫ ЛАСПИ (2010–2011 ГГ.)**

Щуров С. В., Ковригина Н. П., Ладыгина Л. В.

***ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Россия
E-mail: skrimea@mail.ru***

Приводятся данные по термохалинной структуре, гидрохимическим показателям (кислород, БПК₅, окисляемость, минеральные и органические формы фосфора и азота) и фитопланктону, полученные в 2010 – 2011 гг. в бухте Ласпи в районе мидийной фермы, на контрольной станции и в районе выпуска. Показано, что величины температуры и солёности в исследуемый период не отличаются от многолетних значений. Отмечена высокая обеспеченность кислородом, величины БПК₅ и окисляемости были, в основном, ниже ПДК, установленной для рыбохозяйственных водоёмов. Средние величины минерального фосфора, кремния, а также азота нитратного и аммонийного были ниже, чем в незагрязнённых прибрежных водах Крыма. Дана оценка трофического уровня вод по величинам индекса эвтрофикации (Е-TRIX). Максимальные значения численности и биомассы водорослей наблюдались в осенний и весенний периоды, что связано с оптимальным температурным режимом (10–15°C) и степенью обеспеченности нитратами и фосфатами.

Ключевые слова: термохалинная структура, гидрохимические показатели, численность и биомасса фитопланктона, индекс эвтрофикации Е-TRIX, бухта Ласпи, мидийная ферма, Чёрное море.

ВВЕДЕНИЕ

Район бухты Ласпи (Южный Берег Крыма) географически охватывает шельфовую акваторию моря от мыса Сарыч до мыса Айя. Интерес к этому району обусловлен как его уникальными рекреационными характеристиками, так и оптимальными качествами для развития аквакультуры. Кроме того, район бухты Ласпи менее всего в прибрежной зоне моря ЮБК подвержен влиянию сброса сточных вод. Поэтому с 1984 г. в акватории восточной части бухты Ласпи была создавались фермы по выращиванию мидий.

Мониторинговые исследования в районе фермы сотрудники отдела проводили в два периода: с 1983 по 1987 гг. и с 2007 по 2013 гг. В основном изучались особенности распределения гидролого-гидрохимических показателей в теплое время года. Результаты проведенных исследований показали, что воды бухты Ласпи достаточно аэрированы от поверхности до дна. Благодаря интенсивному водообмену, накопления биогенных веществ и повышения их концентраций до экологически опасных уровней в районе фермы не наблюдалось [1,2,3].

Целью настоящей работы является изучение сезонной изменчивости абиотических факторов среды (солёности, температуры, режима кислорода и биогенных веществ) и фитопланктона на акватории фермы в бухте Ласпи в 2010–2011 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для решения задач, связанных с дальнейшим использованием акватории бухты Ласпи, как ресурса для развития прибрежной марикультуры, в период с января 2010 по декабрь 2011 гг. выполнено 22 гидролого-гидрохимические съемки, охватывающие все сезоны года. Ежемесячный отбор проб морской воды проводился с поверхности и у дна на ферме, в районе выпуска и на контрольной станции (рис. 1).

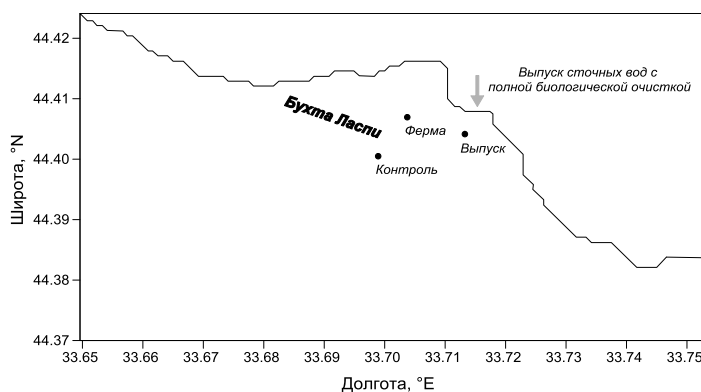


Рис.1. Схема станций отбора проб в бухте Ласпи.

Контрольная станция отражала режим прибрежной зоны, но находилась вне влияния выпуска сточных вод, на удалении 1500 м от берега. Оголовок выпуска находился в 300 м. от берега. Из гидролого-гидрохимических параметров определяли соленость, температуру, растворенный кислород, БПК₅, кремний, а также минеральные и органические формы азота и фосфора. Всего отобрано 132 пробы, в которых сделано 1500 анализов. Работы выполнены согласно стандартным гидрологическим и гидрохимическим методикам [4].

По средним величинам гидрохимических показателей и величинам хлорофилла «а», полученным ст.н.с. Стельмах Л. В. в период с апреля по август 2010 г, сделана оценка уровня трофности акватории бухты Ласпи. Величину индекса эвтрофикации E-TRIX рассчитывали согласно [5].

Пробы воды на фитопланктон отбирали с поверхности и на глубине 3 м в пластиковые ёмкости объемом 1.5 л. Затем их сгущали методом обратной фильтрации через ядерные мембраны с диаметром пор 1 мкм. Обработку проводили под микроскопом «Биолам» методом прямого счёта микроводорослей в живой и сгущенной капле ($V = 0.01$ мл), в камере ($V = 1$ мл).

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Известно, что изменчивость температуры морской воды находится в тесной зависимости от колебаний температуры воздуха. Ее сезонная изменчивость

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ФИТОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ...

определяется двумя основными физическими процессами: прогревом в весенне-летний сезон и охлаждением в осенне-зимние месяцы. Соленость вод Черного моря является более консервативной (по сравнению с температурой) характеристикой среды.

2010 г. отличался повышенной по сравнению с многолетними данными температурой воздуха. Так, интенсивный весенний прогрев привел к увеличению температуры поверхностного слоя моря (ПСМ) до 16°C уже к середине мая, а в августе температура воды повысилась до 29°C и превысила среднюю многолетнюю величину на 5.0°C (рис.2).

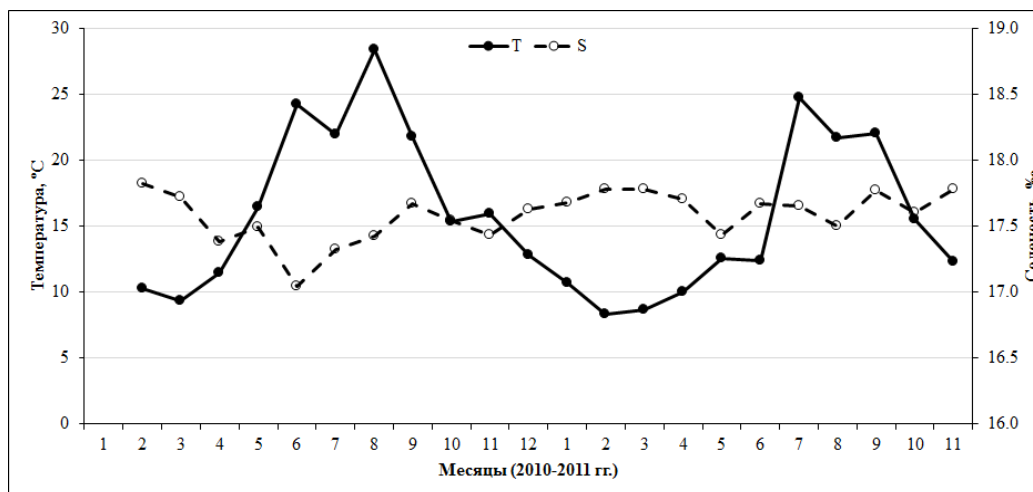


Рис. 2. Изменчивость величин температуры и солености воды на поверхности фермы в бухте Ласпи.

Лишь 8 июля в результате сгонных процессов (рис.3) температура ПСМ кратковременно понизилась на 4°C, а на глубине 20 метров – на 13°C. Подъем глубинных вод привел к увеличению концентрации биогенных веществ и кислорода на поверхности по сравнению с глубиной 10 метров. Осенью температура ПСМ плавно понижалась и достигла в ноябре 16°C (рис. 2). Анализ распределения величин солености ПСМ показал, что характер ее сезонной изменчивости соответствует классическому типу: падение величин до 17.04‰ в летние месяцы и их подъем до 17.85‰ в зимние.

В 2011 г. сезонная изменчивость гидрологических параметров была близка к средней многолетней, за исключением теплого периода. Летний период отличался сильной атмосферной неустойчивостью, что приводило к образованию сгонно-нагонных процессов и усилению динамической активности вод бухты. Сменяемые по направленности течения имели вдольбереговой характер и достигали 60–100 см/с.

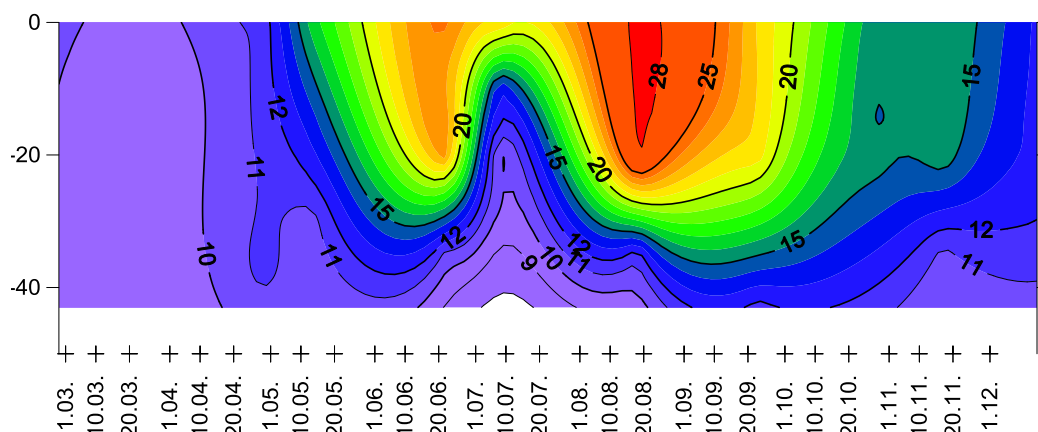


Рис. 3. Годовая изменчивость температуры в слое 0–50 м (2010 г.).

После воздействия ветров западной, северо-западной четвертей в период с 13 июня по 14 июля неоднократно наблюдался апвеллинг [6]. Температура воды понижалась с 22 до 9,5°C, а значения солёности повышались до 17,85‰ (рис. 2,4). И только с середины июля ход температуры и солёности воды стал близок к средним многолетним значениям.

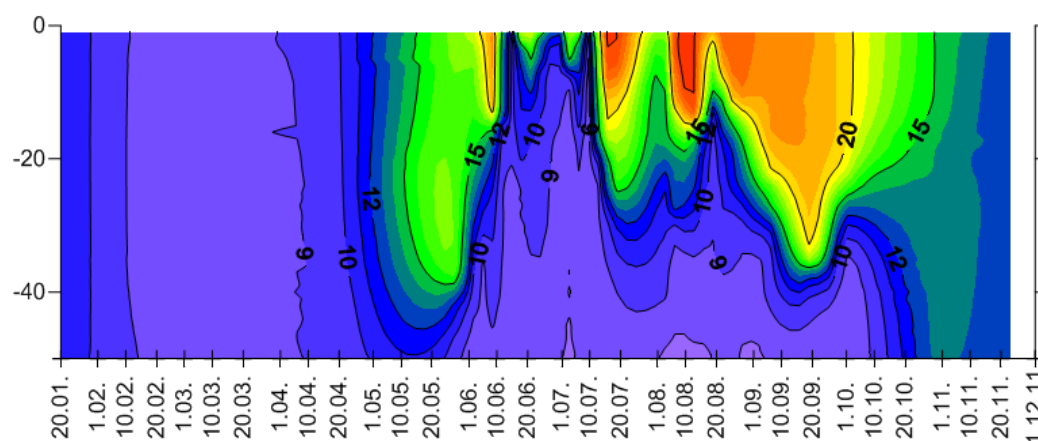


Рис. 4. Годовая изменчивость температуры в слое 0–50 м. (2011 г.).

В середине июля температура поверхностного слоя достигла максимального значения 25°C, но влияние холодных вод сохранялось весь тёплый период. Результатом этого явилось изменчивость толщины верхнего однородного слоя и нехарактерно высокое положение нижней границы сезонного термоклина (рис. 4).

Осенью 2011 г. значения температуры и солёности были близки к средним многолетним данным.

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ФИТОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ...

Распределение кислорода подвержено сезонному изменению вследствие влияния температуры, меняющейся в большом диапазоне в течение года, а также процесса фотосинтеза. Величины абсолютного содержания кислорода, отмеченные на поверхности фермы, изменялись от 5.15 до 7.23 мл/л (2010 г.) и от 5.93 до 7.39 мл/л (2011 г.). Диапазоны изменчивости абсолютного содержания кислорода, полученного на контрольной станции и выпуске, почти не отличались от диапазона его изменчивости в районе фермы. На рис. 5 представлена изменчивость величин абсолютного и относительного содержания кислорода на поверхности фермы, контрольной станции и в районе выпуска с февраля 2010 по ноябрь 2011 гг.

Кривые сезонного распределения кислорода на всех станциях аналогичны друг другу. Максимальные значения отмечены после зимнего конвективного перемешивания в марте, минимальные – в августе (2010) и сентябре (2011).

В придонном слое абсолютное содержание кислорода на ферме изменялось от 5.50 (август 2010) до 7.32 мл/л (июнь 2011); на контрольной станции – от 6.00 (ноябрь 2010) до 7.19 мл/л (март 2011) и на выпуске – от 5.11 в августе до 7.06 мл/л в феврале. Величины кислорода не опускались ниже ПДК, равной 4.2 мл/л, установленной для рыбохозяйственных водоемов. Случаев дефицита кислорода в придонном слое не наблюдали. Распределение величин кислорода в районе исследования практически не отличалось от его распределения в прибрежной зоне Черного моря. В холодный период, с декабря по май, на поверхности и в придонном слое происходило повышение содержания кислорода; летний период характеризовался снижением его величин.

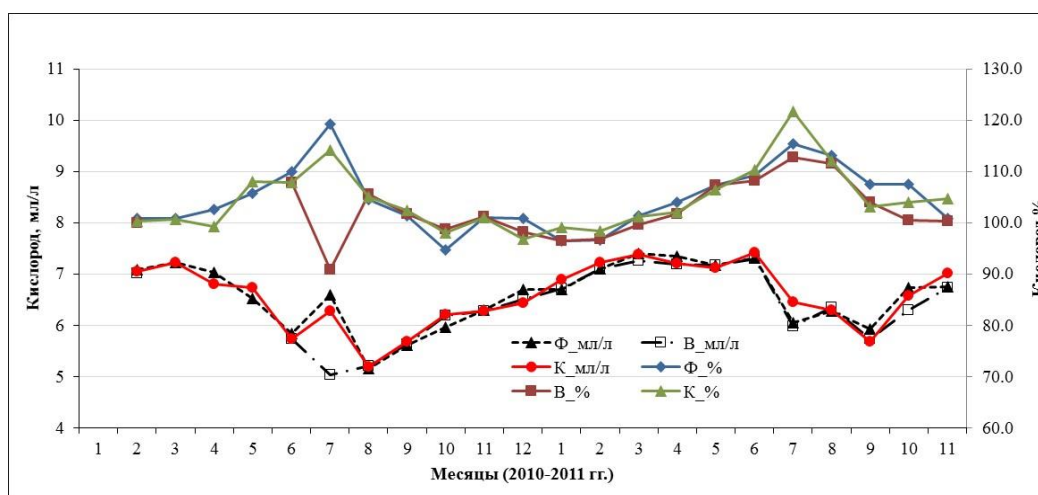


Рис.5. Изменчивость содержания растворенного кислорода на поверхности фермы (Ф – ферма, К – контроль, В – выпуск).

Относительное содержание кислорода в 2010 г на поверхности фермы изменялось от 94.6 до 119.1 и в придонном слое от 96.8 до 111.1 % насыщения. Средние величины относительного содержания кислорода на поверхности и в

придонном слое практически не отличались друг от друга и составляли 103.7 и 103.3 % соответственно. Максимальное значение на поверхности отмечено в июле, минимальное – в октябре. В придонном слое максимум зафиксирован в августе, минимум так же, как и на поверхности – в октябре.

В 2011 г. относительное содержание кислорода на ферме в придонном слое колебалось от 96.4 до 106.3 %. Минимальные значения во всем слое отмечены в январе, максимальные зафиксированы на поверхности в июле, а в придонном слое – в мае. Средняя величина относительного содержания кислорода в придонном слое близка к 100 %-ному насыщению, а на поверхности она значительно выше.

В целом, в зимние месяцы относительное содержание кислорода было немного ниже нормы, в летний период оно было выше нормы. В районе контрольной станции и на выпуске величины относительного содержания кислорода имели близкие значения к тем величинам, что получены в районе фермы. Сезонная изменчивость относительного содержания кислорода на контроле и на выпуске аналогична его изменчивости в районе фермы.

В 2010 г. величины БПК₅ в слое 0–дно изменялись от 0.09 до 1.82 на ферме, от 0.22 до 2.15 – на контрольной станции и от 0.14 до 1.65 мг/л – в районе выпуска. В следующем году диапазоны изменений величин БПК₅ составляли соответственно: 0.16–3.06, 0.32–3.56 и 0.15–3.68 мг/л. Их средние значения за весь период исследований изменялись в пределах от 0.58 на выпуске до 1.50 мг/л на контрольной станции и были ниже предельно-допустимой концентрации (ПДК), равной 2.0 мг/л по рыбохозяйственным нормативам. Превышение ПДК на ферме отмечено в июне (2.99 мг/л на поверхности) и в августе 2011 г. (3.06 – на поверхности и 2.17 мг/л – у дна).

На контрольной станции превышение ПДК отмечено только на поверхности, но чаще, чем на ферме. Если в 2010 г. оно зафиксировано только один раз, в августе (2.15 мг/л), то в 2011 – на пяти съёмках из одиннадцати. Максимальное превышение ПДК, почти в 1.8 раза, наблюдали в июне (3.56 мг/л). В районе выпуска превышение отмечено в двух съёмках из 11-ти, выполненных в 2011 г.: в июне (2.67 – на поверхности и 2.35 мг/л – у дна) и октябре (3.68 мг/л – на поверхности). В режиме сезонной изменчивости, повышение значений БПК₅ наблюдали в весенне-летний и понижение их значений в осенне-зимний периоды.

Определяли только один раз, в декабре 2010 г. Её величины изменялись от 2.80 на ферме до 4.78 мгО/л на контрольной станции. Превышение ПДК=4.0 мгО/л по рыбохозяйственным нормативам на 0.78 мгО/л зафиксировано на поверхности контрольной станции. Остальные величины окисляемости были ниже ПДК и мало отличались друг от друга, что свидетельствует о «чистоте» района бухты Ласпи.

Годовой диапазон концентраций кремния в водах фермы варьировал от 6.6 до 71.3 мкг/л на поверхности и от 3.3 до 78.5 мкг/л в придонном слое при средних значениях 45.2 и 57.8 мкг/л соответственно. Средние концентрации кремния, полученные нами в бухте Ласпи, отличаются от других акваторий крымского шельфа на порядок в сторону уменьшения. Низкое содержание кремния, на наш взгляд, вызвано незначительным участием речного стока в формировании химической структуры вод.

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ФИТОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ...

Годовая изменчивость кремния на поверхности и в придонном слое отличалась синхронностью с некоторым повышением величин кремния от поверхности ко дну. Сезонный ход концентраций кремния заключался в понижении его величин с мая по август и повышении – с сентября по февраль. Кривые сезонной изменчивости концентраций кремния на всех станциях исследования практически совпадают. Распределение концентраций кремния на поверхности фермы, на контрольной станции и в районе выпуска представлено на рис 6.

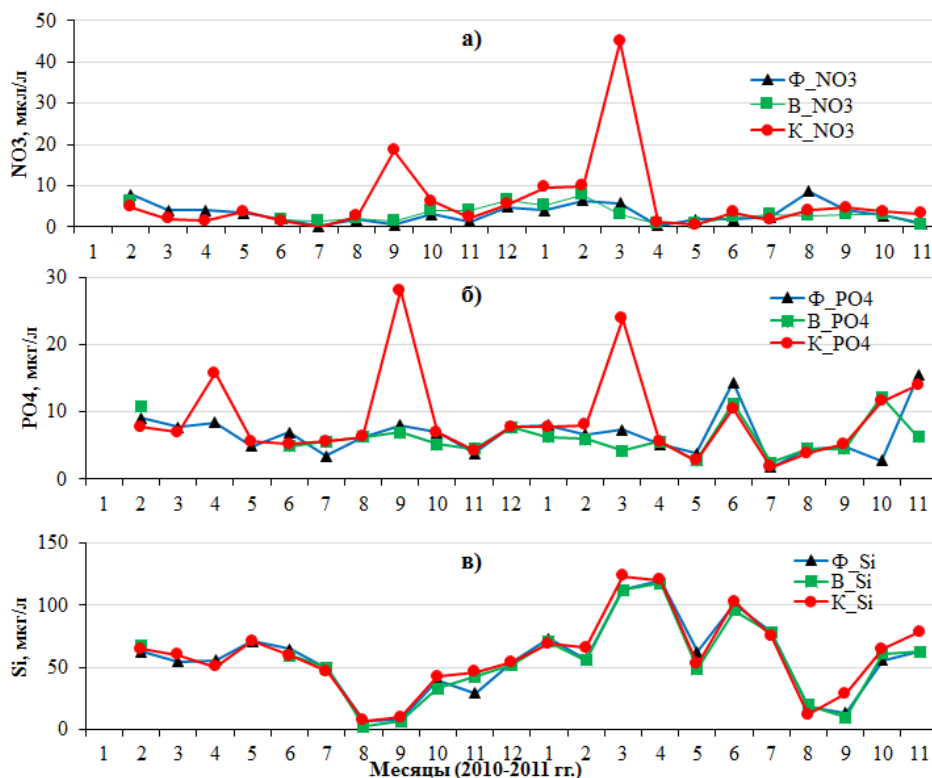


Рис. 6. Изменчивость концентраций биогенных элементов на поверхности фермы, контрольной станции и выпуске: а) – Si, б) – PO₄, в) – NO₃ мкг/л.

Среди факторов, изменяющих концентрацию фосфатов в прибрежной части моря, наиболее значимыми являются: сезонные колебания, динамические процессы, склоновый сток и антропогенное влияние. В сезонном распределении фосфатов на акватории бухты Ласпи обнаружена характерная для открытого моря тенденция: повышенное содержание в зимний период, обусловленное процессами перемешивания и замедлением фотосинтезирующей активности фитопланктона и пониженное до следовых концентраций в весенне-летний период (рис. 6).

Увеличение содержания фосфатов неоднократно отмечалось также и в летний период. Это может быть связано, во-первых, с регенерацией фосфатов из растворенного органического вещества в теплое время года. Во-вторых, причиной

повышения концентрации фосфатов также может быть подъём глубинных вод в результате сгонов. Например, 8-ого июля 2010 г. в результате сгона отмечено повышение величин фосфатов на 0.3 мкг/л на поверхности фермы, контрольной станции и на выпуске по сравнению с величинами, полученными на глубине 10 метров. Подтверждением этому служит резкое снижение температуры на глубине 10 метров: в районе фермы на 5.0°C, на контрольной станции – на 9.2°C и на 7.2°C в районе выпуска. Также повышения фосфатов в результате сгона отмечен 21 июня 2011 г. на поверхности в районе фермы, где зафиксировано превышение фосфатов на 2.1 мкг/л по сравнению с концентрацией, полученной на горизонте 10 метров. При этом на глубине 10 м. произошло снижение температуры на 2.6°C по сравнению с поверхностью.

Изменение содержания минерального фосфора в районе фермы колебалось в интервале от 3.5 до 9.1 мкг/л на поверхности и от 4.2 до 24.5 мкг/л у дна. На поверхности контрольной станции концентрации фосфатов отличались большей изменчивостью (от 1.8 до 28.0 мкг/л) по сравнению с фермой и выпуском. В районе выпуска – от 2.5 до 12.3 мкг/л на поверхности и от 4.2 до 15.4 мкг/л у дна. Следует отметить, что на поверхности в районе контрольной станции средние величины фосфатов превышают более чем на 2 мкг/л средние, полученные на ферме и выпуске. Для всей исследуемой акватории средние концентрации фосфатов за 2 года составили 6.7 мкг/л на поверхности и у дна – 7.6 мкг/л, что соответствует незагрязненным водам.

Концентрация азота нитратного в районе фермы, в целом, была низкой; отличия между содержанием нитратов на поверхности и у дна не зарегистрированы. В течение двух лет исследований величины азота нитратного изменялись от 0.2 до 9.2 мкг/л на поверхности и от 0 до 7.2 мкг/л в придонном слое. Средние значения концентраций нитратов составляли: на поверхности фермы – 3.4, у дна – 3.0 мкг/л. В районе контрольной станции в течение двух лет концентрации нитратов изменялись в более широком диапазоне по сравнению с акваторией фермы. Их предел колебаний составлял 0 – 45.0 мкг/л на поверхности и 0.8–14.9 мкг/л в придонном слое, при средних значениях в 6.2 на поверхности и 5.7 мкг/л в придонном слое. В районе выпуска за исследованный период величины нитратов изменялись от 0.4 до 7.8 мкг/л на поверхности и от 0.3 до 9.2 мкг/л в придонном слое, при средних в 3.1 и 2.9 мкг/л соответственно. С октября по февраль на всей исследованной акватории прослеживалось повышение концентрации нитратов, с мая по февраль – понижение (рис 6). Следует отметить, что на поверхности в районе контрольной станции средняя концентрация нитратов была в 2 раза выше, чем на ферме и на выпуске.

Распределение нитратов, также как и фосфатов на контрольной станции отличалось большей изменчивостью и высокими концентрациями по сравнению с фермой и выпуском. Можно сказать, что принятая нами контрольная станция, как наиболее удаленная от берега, не соответствует критериям условно-чистой прибрежной воды. Причиной такого распределения являются особенности динамики вод в бухте Ласпи.

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ФИТОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ...

Концентрация *азота аммонийного* колебалась в районе фермы от 3.5 до 29.3 мкг/л на поверхности и от 0 до 57.1 мкг/л в придонном слое с максимальными значениями в июне. На контрольной станции величины азота аммонийного изменялись в более широком диапазоне по сравнению с фермой: от 2.5 до 55.0 мкг/л на поверхности и от 2.5 до 27.8 мкг/л в придонном слое. В районе выпуска величины азота аммонийного имели самый широкий диапазон изменчивости на поверхности, который составлял 4.5–70.7 мкг/л, а в придонном слое диапазон изменчивости (2.5–42.9 мкг/л) сопоставим с величинами, полученными в придонном слое в районе фермы. Средние величины азота аммонийного для всей исследованной акватории составляют 16.0 мкг/л (поверхность) и 15.3 мкг/л (придонный слой). С июля по сентябрь на всей акватории отмечено понижение, а с февраля по июнь – повышение концентраций азота аммонийного. Сезонная изменчивость величин азота аммонийного в б. Ласпи находится в полном соответствии с внутригодовым изменением его концентраций в незагрязненных прибрежных районах Черного моря.

Средние величины органического фосфора, полученные нами в 2010 г. на поверхности фермы, контрольной станции и в районе выпуска имели близкие значения и составляли: 9.3, 8.8 и 10.2 мкг/л соответственно. В 2011 г. на поверхности на всех станциях средние величины имели значения на 3.0 мкг/л ниже, чем в предыдущем году. В придонном слое средняя концентрация органического фосфора в районе выпуска имела по сравнению с фермой и контролем повышенное (14 мкг/л) значение в 2010 г. и максимальное (25.5 мкг/л) в следующем. Повышенные величины Норг связаны с влиянием хозяйственного стока, содержащего большое количество фосфора минерального и органического. На ферме и на контроле средние величины Норг за двухлетний период исследований находились в диапазоне от 8.1 до 10.1 мкг/л и почти не отличались друг от друга. В режиме сезонной изменчивости отмечено повышение содержания Норг с февраля по июль и понижение с августа по декабрь на всей исследованной акватории по поверхности и в придонном слое.

Наиболее изменчивой в исследуемый период была концентрация органического азота. Его величины имели широкие диапазоны изменчивости, которые составляли в 2010 г. на поверхности фермы 175–489 мкг/л, на контроле – 174–846 и на выпуске – 181–347 мкг/л. В следующем году его диапазоны изменчивости составляли: 85–402, 40–505 и 49–509 мкг/л соответственно. Максимальная величина Норг в районе фермы отмечена на поверхности (489 мкг/л) в апреле 2010 г., что связано с поступлением органического азота со всей водосборной площади, в т. ч. с сельскохозяйственных после прошедших дождей. Подтверждением тому служит снижение величин солености на 0.38‰ в апреле 2010 г. по сравнению с предыдущим месяцем. Максимальная величина Норг в придонном слое (386 мкг/л) зафиксирована в июне следующего года во время сгона, что подтверждается снижением температуры в июне на 2.3°C по сравнению с температурой в мае того же года. Средние значения Норг, полученные в исследуемый период, уменьшались от поверхности до дна. Четкого сезонного хода в распределении величин азота органического не отмечено.

Представляет интерес сравнение величин гидрохимических показателей, полученных на поверхности фермы в марте 2010 и 2011 гг. и в марте 2017 г. во время 93-го рейса НИС «Профессор Водяницкий». Концентрации минеральных форм азота и кремния в современный период были в 3 раза, а органического азота в 7 раз выше, чем в период 2010–2011 гг. Такое превышение связано с вероятностью попадания поверхностного стока в бухту Ласпи после таяния снега, сильных дождей и смыва минеральных удобрений с сельхозугодий. Остальные величины гидрохимических показателей в современный период имели значения одного порядка с периодом 2010–2011 гг.

Для оценки экологического состояния вод бухты Ласпи на основании данных полученных во время комплексного мониторинга были рассчитаны величины индекса эвтрофикации E-TRIX для акваторий фермы и контрольной станции. Для расчета величин (E-TRIX) использовались данные Л. В. Стельмах по содержанию хлорофилла «а» с апреля по август 2010 г. В районе фермы содержание хлорофилла «а» изменялось от 0.11 мг/м³ в августе до 0.75 мг/м³ в апреле. На контрольной станции оно было аналогично содержанию на ферме: от 0.14 в августе до 0.64 мг/м³ в апреле. Средние значения величин хлорофилла «а» составляли соответственно: 0.46 мг/м³ на ферме и 0.35 – на контрольной станции.

Распределение величин E-TRIX в районе фермы с апреля по август 2010 г. было достаточно однородным: от 1.63 в феврале до 2.96 в июле. На контрольной станции величины E-TRIX изменялись в пределах от 1.72 (август) до 2.96 (май). Классы качества воды в зависимости от величин E-TRIX представлены в табл. 1.

Таблица 1.
Качество морских вод в зависимости от величин E-TRIX

Величины T-TRIX	Трофические категории
<4	Низкий трофический уровень
4–5	Средний трофический уровень
5–6	Высокий трофический уровень
6–10	Очень высокий трофический уровень

Средние величины индекса эвтрофикации, полученные для акватории бухты Ласпи имели значения 2.26 в районе фермы и 2.90 – на контрольной станции. Поскольку эти величины < 4, мы можем отнести воды бухты Ласпи к низкому трофическому уровню. В табл. 2 представлены для сравнения средние значения E-TRIX полученные в некоторых прибрежных районах Севастополя.

При сравнении средних величин индекса эвтрофикации E-TRIX, полученных в водах бухты Ласпи и в водах некоторых прибрежных районов Севастополя можно отметить, что уровень трофности на акватории бухты Ласпи практически не отличается от уровня трофности представленных в табл. 2 прибрежных районов Севастополя.

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ФИТОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ...

Таблица 2.

Величины E-TRIX в прибрежных районах Севастополя

Районы исследований	E-TRIX
Балаклавская бухта	3.04
Севастопольское взморье	2.73
Севастопольская бухта	3.24
Карантинная бухта	2.99
Бухта Круглая	2.27

На мидийной ферме в б. Ласпи за период с марта 2010 г. по март 2011г. было обнаружено 120 видов и разновидностей микроводорослей, относящихся к 7 отделам и 68 родам. Из них динофитовые – 53 вида, диатомовые – 50, золотистые – 10, зелёные – 3, цианобактерии – 2, криптофитовые – 1 и эвгленовые – 1. Наибольшее видовое разнообразие отмечено поздней осенью – 65 видов и летом – 50 видов. Из них: диатомовые рода *Chaetoceros* (8 видов), динофитовые рода *Gymnodinium* (7 видов), *Protoperidinium* (7 видов), *Prorocentrum* (6 видов), *Peridinium* (4 вида), *Glenodinium* и *Dinophysis* (3 вида). Круглогодично в планктоне встречались мелкие жгутиковые водоросли, кокколитофорида *Emiliana huxleyi* (Lohmann) W.W. Hay H.P. Mohler 1967, диатомовые: *Licmophora ehrenbergii* (Kützinger) Grunow, 1867, *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström 1986, *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) Sundström 1986, *Nitzschia tenuirostris*; динофитовые: *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859, *C. tripos* (Müller) Nitzsch, 1817, *C. fusus*. (Ehrenberg) Dujardin, 1841, *Prorocentrum cordatum* (Ostenf.) Dodge 1975, *P. micans* (Ehrenberg), 1983, *P. compressum* (Bailey) Abe ex Dodge 1975, *P. stenii*. Из золотистых водорослей в небольшом количестве встречались *Distephanus speculum* (Ehrenberg) Haeckel, 1887 и *D. speculum* var. *octonarius* (Ehrenberg) Jörgensen, 1899.

Суммарная численность фитопланктона на ферме за период наблюдений изменялась в пределах $20\text{--}510 \times 10^6$ кл.м⁻³, а биомасса – $50\text{--}405$ мг.м⁻³ (рис. 7). Максимального количественного развития достигали диатомовые и золотистые водоросли, а также цианобактерии. Численность диатомовых водорослей на протяжении года не превышала уровня «цветения» морской воды.

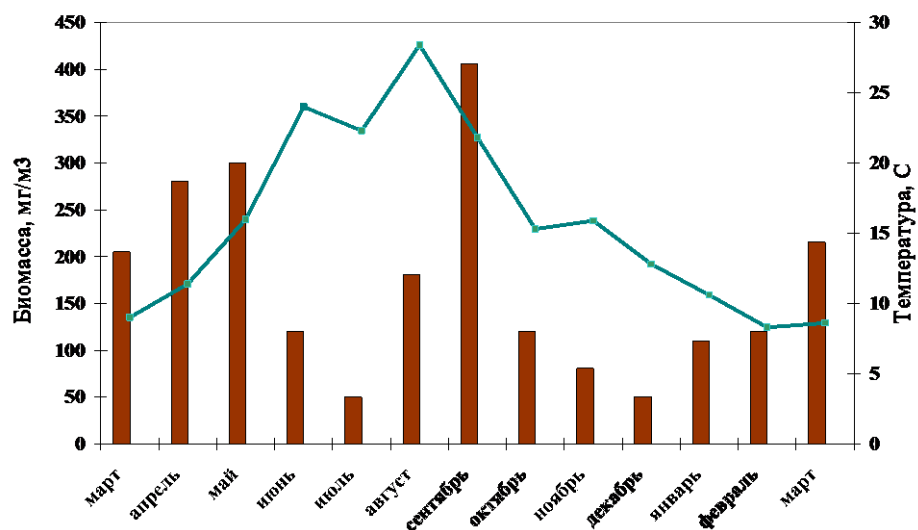


Рис 7. Динамика сырой суммарной биомассы фитопланктона в районе мидийной фермы (б. Ласпи, 2010 – 2011 гг.).

Известно, что видовое разнообразие фитопланктона зависит от температуры морской воды, солёности, степени обеспеченности биогенными элементами (нитраты, фосфаты, кремний), органическими соединениями, от содержания кислорода и углекислого газа [7]. В течение года эти показатели могут изменяться в зависимости от гидрологических и синоптических факторов, динамической активности основного черноморского течения и береговых стоков. Это приводит к изменению видового состава водорослей, поэтому показатели общей численности и биомассы фитопланктона носят сезонный характер. Наибольшее количество микроводорослей на мидийной ферме отмечено в весенний период. Так, в апреле 2010 г. при температуре воды 11°C наблюдалось максимальное развитие фитопланктона в поверхностном слое (рис. 8). Максимальная численность микроводорослей достигала $450 \cdot 10^6$ кл·м⁻³. В планктоне преобладали диатомовые водоросли: *Skeletonema costatum* (Creville) Cleve 1873, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle, 1993 и виды рода *Chaetoceros* (Ehrenberg), 1844, что вызвано высокой концентрацией кремния в морской воде (56.1 – 71 мкг/л). С марта по июнь доминировала кокколитофориды *E. huxleyi* – до 55% общей биомассы. Поэтому микроводоросли *S. costatum* и *E. huxleyi* являлись основными кормовыми объектами для мидий. Виды рода *Chaetoceros*, в связи с наличием длинных щетинок, не имеют пищевой ценности для двустворчатых моллюсков.

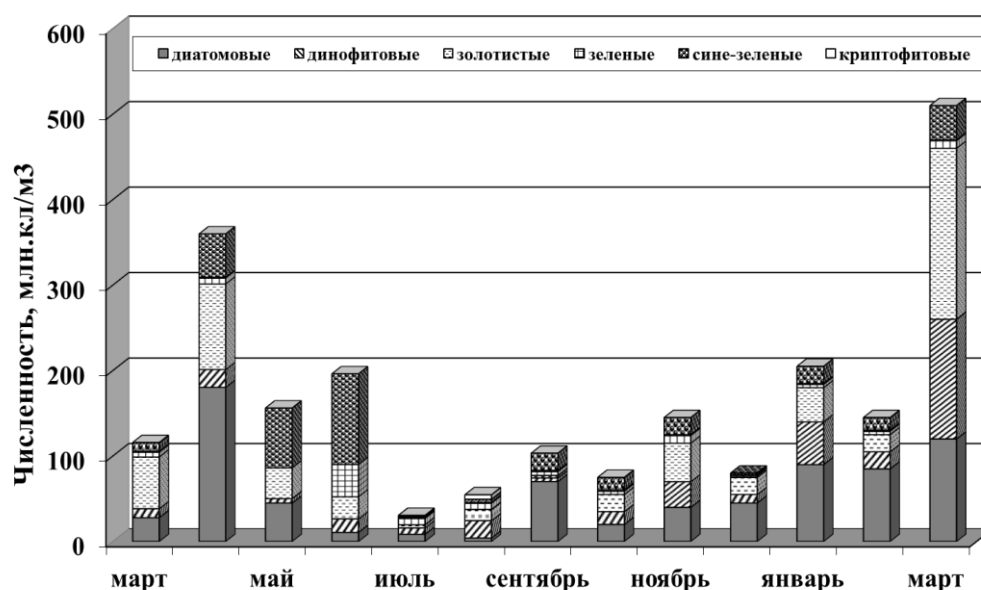


Рис 8. Динамика численности основных групп фитопланктона в районе мидийной фермы (б. Ласпи, 2010 – 2011 гг.).

В летний период (июнь–август) при прогревании воды с 18°C до 28°C и формировании сезонного термоклина, поступление минеральных солей в верхние слои моря значительно снижалось, что способствовало уменьшению численности фитопланктона до минимальных значений. Величины численности и биомассы изменялись в пределах $20\text{--}120 \times 10^6$ кл·м⁻³ и $50\text{--}180$ мг·м⁻³ соответственно. В июне в планктоне зарегистрировано максимальное количество зелёных (38×10^6 кл·м⁻³) и сине-зелёных водорослей (106×10^6 кл·м⁻³), которые составляли 60% от суммарной численности. Обеднённая биогенными элементами (фосфаты – 7.0 мкг·л⁻¹; нитраты – 2.0 мкг·л⁻¹) морская вода способствовала снижению количественного развития фитопланктона (рис.9).

По биомассе доминировали крупноклеточные диатомеи *Ps. calcar-avis* (длина клеток до 1200 мкм) и *Pr. alata* (до 1000 мкм), которые составляли 55 % от суммарной биомассы. В планктоне увеличилось количество динофитовых водорослей рода *Ceratium* (*C. fusus*, *C. tripos*), что значительно снизило пищевую ценность кормовой базы мидий. В июле при температуре морской воды 22°C и содержании фосфатов – 3.5 мкг·л⁻¹, а нитратов – 0.2 мкг·л⁻¹, численность и биомасса водорослей были минимальны за весь период исследования, и составляли соответственно 20×10^6 кл·м⁻³ и 50 мг·м⁻³. Из них только 20% приходилось на долю мелких жгутиковых водорослей (основа кормовой базы), поэтому моллюски могли испытывать некоторый дефицит корма. В конце августа было отмечено увеличение в планктоне численности динофитовых водорослей: *Gymnodinium kovalevski*, *G. wulffii* Schiller 1933 и *Gyrodinium fusiforme* Kofoid & Swezy 1921; а также мелких

диатомовых и золотистых водорослей, клетки которых по своим размерам соответствуют пищевому спектру культивируемых моллюсков.

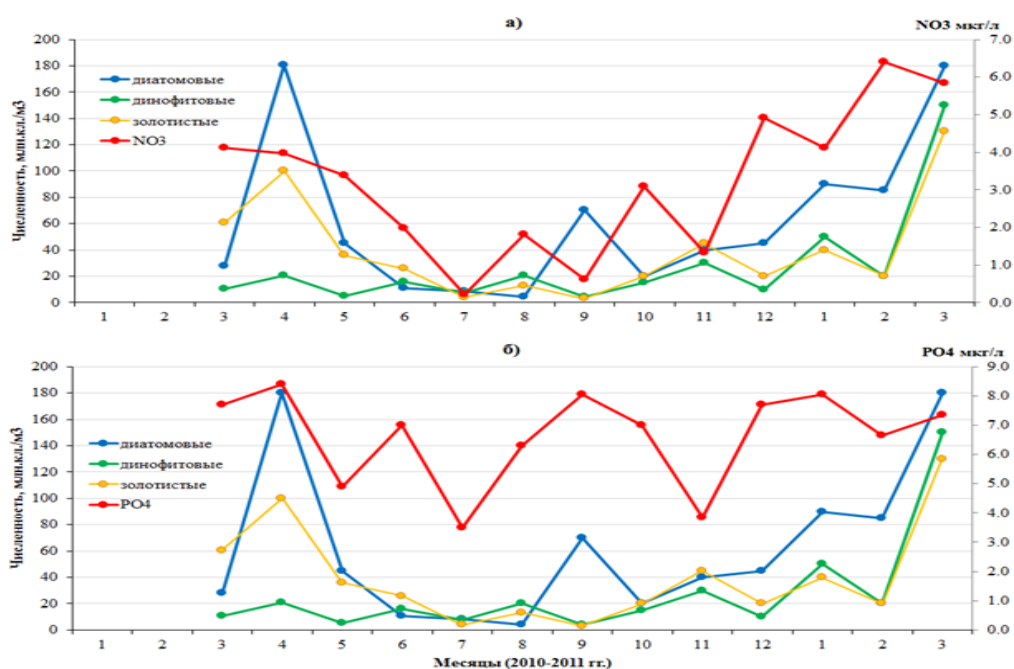


Рис. 9. Динамика численности основных групп фитопланктона в зависимости от содержания нитратов и фосфатов в морской воде.

В ранне-осенний период (в сентябре) при понижении температуры воды в поверхностном слое до 21°C наблюдалось увеличение численности и биомассы фитопланктона в 2–3 раза по сравнению с летним периодом. В основном преобладали крупноклеточные диатомовые водоросли, которые составляли 65–75 % от суммарной численности и 80–95 % от суммарной биомассы. Численность динофитовых водорослей, ценных кормовых объектов двустворчатых моллюсков, была низкой – $4 \times 10^6 \text{ кл} \cdot \text{м}^{-3}$. В октябре-ноябре ($15\text{--}16^\circ\text{C}$), в связи с подъёмом глубинных вод и обогащением фотического слоя фосфатами (до $24.5 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$), отмечен пик численности динофитовых водорослей: *P. compressum*, *P. cordatum*, *G. wulfii*, *G. kovalovski* размер клеток, которых 4–50 мкм. В планктоне вновь появилась кокколитофорид *E. huxleyi*. Пик её численности – 46% от суммарного значения, был отмечен ноябре. Самые низкие показатели численности и биомассы отмечались в декабре – $25 \times 10^6 \text{ кл} \cdot \text{м}^{-3}$ и $150 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ соответственно. В период с октября по декабрь численность фитопланктона не превышала $150 \times 10^6 \text{ кл} \cdot \text{м}^{-3}$, а биомасса – $120 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$. В планктоне преобладали мелкоклеточные виды водорослей, которые составляли основу кормовой базы мидий.

В январе – марте 2011 г. было отмечено увеличение количественных показателей численности и биомассы фитопланктона. В это время в районе фермы

кроме *E. huxleyi* были отмечены диатомовые водоросли: *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky, 1902; динофитовые: *P. compressum*, *P. cordatum*, *Dictyocha speculum* Ehrenberg, 1839 и золотистые: *Octactis octonaria* (Ehrenberg) Novasse, 1946. В феврале с понижением температуры морской воды до 8°C, значения численности и биомассы были несколько ниже, чем в январе, и составляли соответственно 150×10^6 кл·м⁻³ и 120 мг·м⁻³. Наблюдалось развитие диатомовых водорослей *S. costatum* и *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey, 1937, а также характерных для поздне-весеннего периода видов рода *Chaetoceros*. В марте с повышением температуры до 8,6°C и увеличением содержания фосфатов до 7.4 мкг·л⁻¹ было отмечено значительное разнообразие видов водорослей, и отсюда увеличение их биомассы в 2 раза. Кормовой фитопланктон был представлен видами: *S. costatum*, *P. costatum*, *P. micans*, *Gymnodinium wulfii*, *Gyrodinium pingue* (Schütt) Kofoid & Swezy, 1921, *E. huxleyi*, *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Loeblich III 1976, их численность составляла 50%, а биомасса 15% от суммарных значений.

За исследуемый период в акватории б. Ласпи наблюдалось круглогодичное доминирование в планктоне золотистой водоросли *E. huxleyi*. Существенный эффект на рост микроводоросли оказывает концентрации фосфатов в морской воде [8]. Лимитирование фосфатов в районе фермы в течение года не наблюдалось. Их значения варьировали от 3.5 до 9.1 мкг·л⁻¹ на поверхности и от 4.2 до 24.5 мкг·л⁻¹ у дна. Высокие значения численности *E. huxleyi* отмечались с марта по июнь 2010 г. ($100\text{--}40 \times 10^6$ кл·м⁻³), и с января по март 2011 г. при максимальной концентрации клеток – 200×10^6 кл·м⁻³, что составляло 45% от общей численности фитопланктона.

Динофитовые водоросли на мидийной ферме в б. Ласпи отличались наибольшим видовым разнообразием (58 видов). Однако значения численности и биомассы были небольшие и изменялись соответственно от 0.57 до 41.06×10^6 кл·м⁻³ и от 3.84 до 149.00 мг·м⁻³. Размер клеток этих видов водорослей до 50 мкм, поэтому они были основными в пищевом спектре моллюсков.

Цианобактерии встречались в планктоне круглый год, что свидетельствует о высоком содержании в воде растворенного органического вещества (РОВ). В апреле 2010 г. содержание N_{орг.} было максимальным – 490 мкг·л⁻¹. В мае также сохранялись его высокие концентрации – до 390 мкг·л⁻¹. Содержание P_{орг.} в апреле и июне было повышенным и составляло соответственно 8.2 и 8.5 мкг·л⁻¹; а в мае оно достигло максимального значения – 15.3 мкг·л⁻¹. Максимальная численность цианобактерий ($70\text{--}106 \times 10^3$ кл·м⁻³) зарегистрирована в апреле–июне 2010 г. на поверхности бухты, что вероятно связано с поступлением пресных вод, о чём свидетельствуют высокие концентрации кремния с апреля (56 мкг·л⁻¹) по июнь (65 мкг·л⁻¹), с максимумом в мае (71 мкг·л⁻¹).

Микроводоросли рода *Dinophysis*, продуцирующие биотоксины, вегетировали в планктоне круглый год, но их численность за весь период исследований не достигала высоких значений (90 кл·л⁻¹), поэтому они не представляли никакой опасности для культивируемых моллюсков [9].

Основными кормовыми объектами для мидий являются микроводоросли овальной и округлой формы, размер которых 5–90 мкм и водоросли продолговатой

и цилиндрической формы до 300 мкм [10]. В течение года на ферме доминировали мелкие жгутиковые водоросли (2–5 мкм), золотистые, мелкоклеточные диатомовые водоросли и динофитовые (до 70 мкм), которые являлись основной кормовой базой моллюскам. Численность этих видов водорослей на ферме за период исследований не превышала 20%, а в августе и октябре 2010 г. эти значения были ниже 5%. Однако мидии не голодали, сроки созревания гонад и нерест их были своевременны. Очевидно, моллюски питались мелкими жгутиковыми водорослями, которые легко и быстро переваривались и усваивались, либо потребляли детрит, который присутствовал во всех пробах морской воды.

ВЫВОДЫ

На основании комплексного мониторинга акватории фермы, районов контрольной станции и выпуска в бухте Ласпи получены следующие выводы:

1. Изменчивость температуры поверхностного слоя сильно отличалась от средних многолетних значений и зависела не только от колебаний температуры воздуха, но и от динамической активности района и сгонно-нагонных процессов. Термохалинный режим района практически полностью соответствует оптимальным условиям для выращивания моллюсков.

2. Обеспеченность кислородом во всем слое была высокой (94–120 %); отмечено отсутствие дефицита кислорода в придонном слое. Величины БПК₅ и окисляемости были, в основном, ниже ПДК по рыбохозяйственным нормативам.

3. Концентрации биогенных веществ на исследуемой акватории были ниже, чем в незагрязненных прибрежных водах Крыма: фосфаты – в 2 раза, нитраты – в 4 раза и кремний – на порядок.

4. Исследованный район является «незагрязненным» и благоприятным для размещения марихозяйств. Средние величины индекса эвтрофикации E-TRIX, полученные в водах бухты Ласпи, соответствуют низкому уровню трофности.

5. Максимальные значения суммарной численности и биомассы водорослей наблюдались в осенний и весенний периоды, что связано с оптимальными значениями температуры (10–15°C) и степенью обеспеченности нитратами и фосфатами.

Список литературы

1. Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П., Бобко Н. И. Оценка гидрохимических условий бухты Ласпи – района культивирования мидий // *Экология моря*. 1990. Вып. 36. С. 1–7.
2. Ациховская Ж. М., Чекменева Н. И. Оценка динамической активности вод района бухты Ласпи (Черное море) // *Экология моря*. Вып. 59. 2002. С. 5–8.
3. Куфтаркова Е. А., Щуров С. В. Результаты гидролого-гидрохимического мониторинга мидийной фермы в прибрежной зоне южного берега Крыма (бухта Ласпи) // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. Вып.: Гідроекологія*. 2010. №3 (44). С. 133–136.
4. Руководство по методам химического анализа морских вод / Под ред. С. Г. Орадовского. СПб.: Гидрометеиздат. 1993. 264 с.
5. Vollenweider R. A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea. Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index, 1998, № 9, *Environmetrics*, pp. 329 – 357.

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ФИТОПЛАНКТОНА В РАЙОНЕ...

6. Щуров, А. А. Субботин, О. А. Трощенко, Т. А. Богданова. Исследование апвеллингов в районе мидийной фермы в бухте Ласпи / Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VIII Международной конференции. Керчь: ЮгНИРО, 2013. С. 157–163.
7. Трощенко О. А., Щуров С. В., Субботин А. А., Поспелова Н. В. Эксперимент по комплексному исследованию апвеллинга в районе мидийной фермы (б. Ласпи, Чёрное море) // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.) / под общ. ред. А.В. Гаевской. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 3. С.456 – 459.
8. Паутова Л.А., Микаэлян А.С., Силкин В.А. Структура планктонных фитоценозов шельфовых вод северо-восточной части Чёрного моря в период массового развития *Emiliania huxleyi* в 2002–2005 гг. // Океанология. 2007. Вып. 47. №3. С. 408–417.
9. Холодов В. И., Пиркова А. В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море. Воронеж: ООО «ИЗДАТ-ПРИНТ», 2017. 508 с.
10. Сеничева М. И. Характеристика фитопланктона как объекта питания *Mytilus galloprovincialis* Lam. в районе марихозайства бухты Ласпи // Экология моря. 1990. Вып. 36. С. 7–15.

SEASONAL VARIATION OF ABIOTIC FACTORS OF ENVIRONMENT AND PHYTOPLANKTON IN THE LASPI BAY MUSSEL FARM AREA (2010–2011)

Shchurov S. V., Kovrigina N. P., Ladygina L. V.

*A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of Russian Academy of Sciences,
Sevastopol, Russian Federation
E-mail: skrimea@mail.ru*

We report the thermohaline structure, hydrochemical parameters (dissolved oxygen, BOD₅, oxidizability, mineral and organic phosphorus and nitrogen), and phytoplankton data at the mussel farm, reference station, and in the discharge area in Laspi Bay in 2010–2011. The thermohaline structure was shown to directly influence the hydrochemical and hydrobiological parameters. The surface layer temperatures differed much from the long-term average values and depended not only on fluctuations of the air temperature, but also on the dynamic activity of the area and the wind-driven processes. The dissolved oxygen values did not fall below the fishery standard MPC (4.2 mL L⁻¹). The oxygen deficiency in the bottom layer was not observed. The absolute content of dissolved oxygen increased from December to May and decreased during the summer period. The BOD₅ and oxidizability values were generally lower than MPC of the fishery standards. They increased in spring and summer and decreased in autumn and winter. The average nutrient concentrations in the bay were lower (phosphates: two-fold, nitrate and ammonium nitrogen: four-fold, silicates: an order of magnitude) than those in unpolluted coastal waters of Crimea. The seasonal variation of mineral nitrogen and phosphorus in Laspi Bay fully agreed with that in unpolluted coastal areas of the Black Sea. The calculated trophic index (E-TRIX) of the water was shown to vary from 1.63 in February to 2.96 in June. In the farm area, the average E-TRIX value was 2.90, and at the reference station it was 2.26. From the assessed E-TRIX trophic index values below 4, both the mussel farm and the reference station can be classified as the low-trophic regions. The seasonal dynamics of phytoplankton in the water of the mussel farm was studied. The maximum values of abundance (510·10⁶ cells·m⁻³) and biomass (405 mg·m⁻³) observed in autumn and spring

were due to the optimum temperature (10–15 °C) and nutrient supply (nitrates and phosphates). Throughout the year, small flagellates (2–5 µm), as well as chrysophytes, small-cell diatoms and dinophytes (up to 70 µm) dominated, which are the main food for the mollusks.

Keywords: thermohaline structure, hydrochemical parameters, phytoplankton abundance and biomass, E-TRIX trophic index, Laspi Bay, mussel farm.

References

1. Kuftarkova E. A., Kovrigina N. P., Bobko N. I. Ocenka gidrohimicheskikh uslovij buhty Laspi – rajona kul'tivirovaniya midij (Estimation of hydrochemical conditions of the Laspi Bay, the region of mussel cultivation). *Jekologija morja*, 1990, Vyp. 36, pp. 1–7.
2. Acihovskaja Zh. M., Chekmeneva N. I. Ocenka dinamicheskoy aktivnosti vod rajona buhty Laspi (Chernoe more) (Water dynamic activity estimation in the Laspi Bay area (the Black Sea)). *Jekologija morja*, Vyp. 59, 2002, pp. 5–8.
3. Kuftarkova E. A., Shhurov S. V. Rezul'taty gidrologo-gidrohimicheskogo monitoringa midijnoj fermy v pribrezhnoj zone juzhnogo berega Kryma (buhta Laspi) (The results of hydrological and hydrochemical monitoring of a mussel farm in the coastal zone of the southern coast of Crimea (Laspi Bay)). *Naukovi zapiski Ternopil'skogo nacional'nogo pedagogichnogo universitetu imeni Volodimira Gnatjuka. Serija: Biologija.Spec. Vyp.: Gidroekologija*, 2010, no 3 (44), pp. 133–136.
4. Rukovodstvo po metodam himicheskogo analiza morskikh vod (The guide to methods of the chemical analysis of sea waters). Pod red. S. G. Oradovskogo. SPb.: Gidrometeoizdat, 1993, 264 p.
5. Vollenveider R. A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea (Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea). *Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index*, 1998, № 9, *Environmetrics*, pp. 329 – 357.
6. Shhurov, A. A. Subbotin, O. A. Troshhenko, T. A. Bogdanova. Issledovanie apvellingov v rajone midijnoj fermy v buhte Laspi (Study of upwellings in the area of the mussel farm in the Laspi Bay (the Black Sea). *Sovremennye rybohozhajstvennye i jekologicheskie problemy Azovo-Chernomorskogo regiona: materialy VIII Mezhdunarodnoj konferencii*. Kerch': JugNIRO, 2013, pp. 157–163.
7. Troshhenko O. A., Shhurov S. V., Subbotin A. A., Pospelova N. V. Jeksperiment po kompleksnomu issledovaniju apvellinga v rajone midijnoj fermy (b. Laspi, Chjornoe more) (Experiment on integrated research of upwelling in the mussel farm area (Laspi Bay, the Black Sea)). *Morskie biologicheskie issledovanija: dostizhenija i perspektivy: v 3-h t.: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, priurochennoj k 145-letiju Sevastopol'skoj biologicheskoy stancii (Sevastopol', 19–24 sentjabrja 2016 g.)*. Pod obshh. red. A.V. Gaevskoj. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2016, V. 3, S. 456 – 459.
8. Pautova L.A., Mikajeljan A.S., Silkin V.A. Struktura planktonnyh fitocenzov shel'fovyh vod severo-vostochnoj chasti Chjornogo morja v period massovogo razvitija *Emiliana huxleyi* v 2002–2005 gg. // *Okeanologija*. 2007. Vyp. 47. №3. pp. 408–417.
9. Holodov V. I., Pirkova A. V., Ladygina L.V. Vyrashhivanie midij i ustric v Chjornom more (Cultivation of mussels and oysters in the Black Sea). Voronezh: OOO «IZDAT-PRINT», 2017, 508 p.
10. Senicheva M. I. Harakteristika fitoplanktona kak ob#ekta pitanija *Mytilus galloprovincialis* Lam. v rajone marihozhajstva buhty Laspi (Characteristics of phytoplankton as a food object *Mytilus galloprovincialis* Lam. in the area of the marina farm of the bay Laspi). *Jekologija morja*, 1990, Vyp. 36, pp. 7–15.

Поступила в редакцию 15.04.2019

РАЗДЕЛ 4.
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ.
ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ.
ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.44

**ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В
БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)**

Амеличев Г. Н.¹, Токарев С. В.¹, Токарев И. В.²

*¹ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Российская Федерация;*

*²Научный парк Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация*

E-mail: lks0324@yandex.ru

Приводятся результаты 5-летнего мониторинга за удельной электропроводностью, минерализацией, температурой и расходом подземных вод в пределах бассейна р. Абдалка в Симферополе. Рассматривается влияние температуры воздуха, атмосферных осадков и мощности снега на формирование запасов вод и их режим. Выделяются три функционально взаимосвязанных элемента карстово-водоносной системы бассейна: области питания, транзита и разгрузки карстовых вод. Для каждой из них описан характер трансформации наблюдаемых параметров, приводятся причины изменения подземных вод. Установлена выразительная гидротермическая меж- и внутригодовая цикличность, пронизывающая подземные воды всех трех областей. Отмечаются существенные различия в формировании режима электропроводности и минерализации для карстовых источников, имеющих сходный термический режим.

Ключевые слова: подземные воды, карстово-водоносная система, подземный сток, питание, транзит, разгрузка, карстовый источник, режим, река Абдалка, Симферополь.

ВВЕДЕНИЕ

Водосборная площадь р. Абдалка, на территории которой проводились мониторинговые исследования, относится к малым речным бассейнам, которые весьма чувствительны к климатическим вариациям и антропогенной нагрузке в силу относительно небольшой «буферной» емкости. В Предгорном Крыму, который отличается высокой закарстованностью и где отсутствуют крупные водотоки, водоснабжение опирается на подземные горизонты, карстовые источники и водохранилища. Для принятия управленческих решений по водному регулированию здесь наиболее рациональным является построение поведенческих прогностических (как правило, математических) моделей указанных объектов, интегрированных, наравне с базами данных, в соответствующие экспертные системы. Нормативный подход к параметрическому наполнению моделей предусматривает ясное

понимание условий и механизмов формирования карстовых вод, определение устойчиво повторяющихся характеристик и состояний функционирования карстово-водоносных систем и проведение водобалансовых наблюдений и расчетов.

Собранные в бассейне р. Абдалка в течение 2014–2018 гг. данные по гидрохимии, термо- и расходомерии карстовых вод и частично опубликованные в литературе [1, 2, 3, 4, 5] требуют обобщения и систематизации, направленных на выявление пространственно-временных закономерностей формирования подземного стока и его режимных характеристик.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА Р. АБДАЛКА

Бассейн р. Абдалка расположен на восточной окраине г. Симферополь, который, в свою очередь, находится в центре полуострова между Внутренней и Внешней куэстовыми грядами Предгорного Крыма. Река Абдалка дренирует большую часть Свободской куэсты Внутренней гряды. Она является правым притоком р. Малый Салгир и впадает в него на расстоянии 2,1 км от устья последнего. Река имеет протяженность 9 км [6]. Ее истоком до недавнего времени считался мощный карстовый источник Белый ключ (44,994236° с.ш., 34,161916° в.д.), дающий более половины расхода реки. Однако наши наблюдения свидетельствуют, что исток реки находится несколько юго-восточнее, в точке с координатами 44,982317° с.ш., 34,186549° в.д. Это небольшой родник в Каменной балке, которую на топографической карте 1:50000 показывают под названием Край воды.

Границы водосборного бассейна реки проведены преимущественно по водораздельным линиям (рис. 1). Лишь в южной части они проходят по контакту известняков эоцена с глинами, песчаниками и конгломератами нижнего мела. В пределах указанных границ площадь водосбора реки составляет 23,4 км². С юга и запада бассейн Абдалки граничит с бассейном р. Малый Салгир, с севера и востока – с бассейном р. Маленькая. Более детальные морфометрические характеристики приведены в работе [1].

Климатические условия играют ключевую роль в формировании водного и гидрохимического режима всех типов вод бассейна р. Абдалка. На схеме климатического районирования Крыма [7] бассейн реки расположен в пределах восточного предгорного климатического района, который характеризуется полусухим, теплым с мягкой зимой климатом. Эта территория хорошо обеспечена метеоданными, характеристика которых приведена по материалам метеостанции Симферополь, расположенной в 4 км к западу от центра бассейна. Из ее архивных данных следует, что за последние годы, начиная с 2014 г., среднемесячные и среднегодовые показатели метеозаказов существенно отличаются от представленных в метеорологических справочниках. Например, для наблюдений в Симферополе, охватывающих период за 2014–2018 гг. (рис. 2, а, б), отчетливо фиксируется тенденция снижения показателей, связанных с

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

увлажненностью (зеленый пунктир). Средняя за этот период величина относительной влажности составляет 72 %, в то время как до 2000 г. она была 74 % [8]. Температурный тренд (красный пунктир) выглядит стабильным, хотя средняя за наблюдаемый период температура воздуха (12,2 °С) значительно выше многолетней нормы (10,1 °С), приведенной в работе [7]. Имеет место слабая тенденция к росту осадков (синий пунктир), которая подтверждается разновременными данными, начиная с прошлого века: 442 мм [9], 501 мм [7], 539 мм [1], 570 мм (данное сообщение). Заметно изменение структуры выпадений, в частности, появление полностью сухих месяцев.

Между среднемесячными значениями температуры воздуха и относительной влажности за 2014–2018 гг. выявлена тесная корреляционная связь ($r = -0,78$).

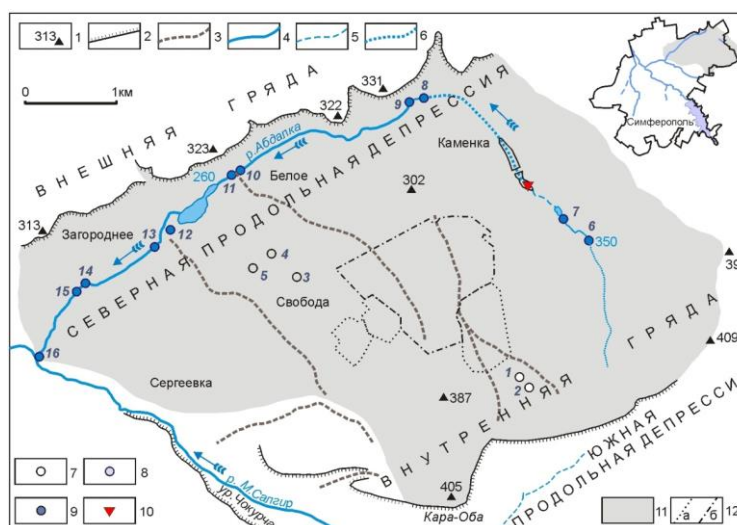


Рис. 1. Местоположение бассейна реки Абдалка в пределах восточной окраины Симферополя.

Орография: 1 – высоты и их абсолютные отметки (м), 2 – обрывы, 3 – балки. Гидрография: 4 – постоянные водотоки, 5 – временные водотоки, 6 – подземное течение р. Абдалка; наблюдательные водопункты: 7 – в области питания (1 – скв. Дон–22, 2 – скв. Дон–56), 8 – в области транзита (3 – кол. НГ, 4 – кол. Там–4, 5 – скв. Там–30), 9 – в области разгрузки (источники: 6 – Исток, 7 – Каптаж, 8 – Верхний ключ, 9 – Белый ключ, 10 – Белый–2, 11 – Белый–1, 12 – Сергеевский, 13 – Малый, 14 – Мостовой, 15 – Ковчег, 16 – Титова); 10 – понор-поглотитель; 11 – площадь речного бассейна; 12 – границы: а – полигонов ТКО, б – лесного массива.

Для дальнейшего анализа влияния увлажнения и температур на формирование внутренних вод бассейна использовались авторские графики, отражающие помесечное распределение метеозадающих элементов в генерализованном году (рис. 3, а, б).

Самым дождливым считается июнь (98 мм), самым засушливым – август (14 мм). В годовом распределении осадков имеется два максимума – зимний (меньший) и летний (большой). Это говорит о преобладании континентального режима выпадения осадков и проявлении признаков средиземноморского режима, что объяснимо в связи с близостью субтропического Южного бережья.

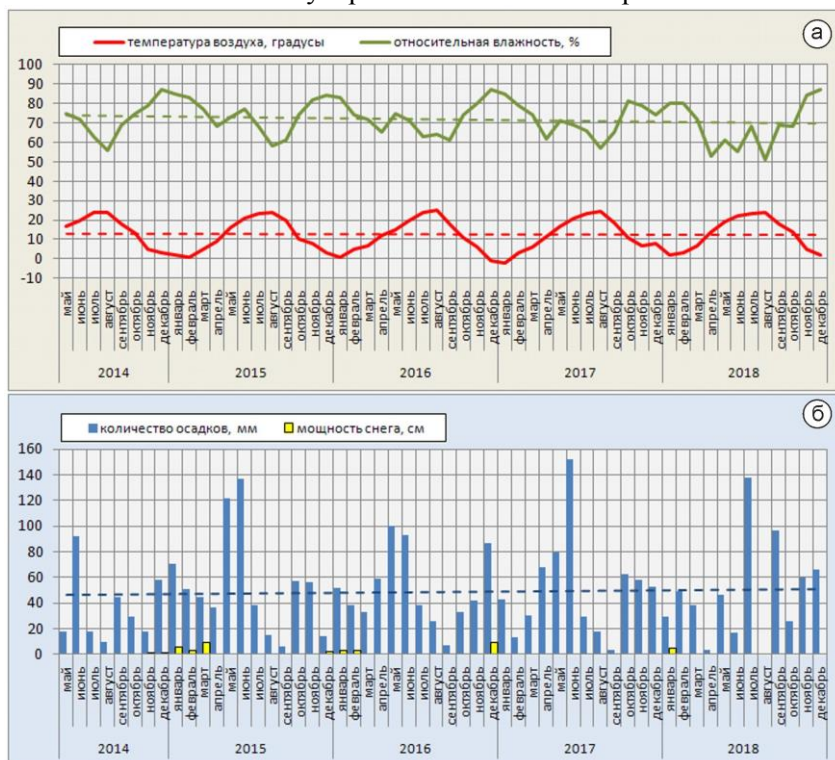


Рис.2. Реальные распределения температуры и относительной влажности воздуха (а), осадков и снегового покрова (б) в бассейне р. Абдалка в течение мая 2014 – декабря 2018 г. (по данным метеостанции Симферополь WMO 33955)

Снежный покров в бассейне р. Абдалка бывает ежегодно, но отличается крайней неустойчивостью. Снег может выпадать и стаять несколько раз за сезон. Склоны куэсты и Северной продольной депрессии покрываются снегом в среднем лишь на 30 % [10]. Его средняя мощность для предгорья 5–10 см [11]. По наблюдениям за 2014 – 2018 гг. она составляет 4 см. Наиболее снежным является март (9 см). Маломощность и неустойчивость снежного покрова не способствует формированию значительных паводков на р. Абдалка в периоды оттепелей.

Важное значение для определения уравниения водного баланса имеет испарение и транспирация. Годовая величина суммарной эвапотранспирации определяется как разность между суммой годовых осадков и средним многолетним стоком. Для

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

бассейна р. Абдалка эта величина составляет 450 мм [8]. Данные о внутригодовом распределении отсутствуют.

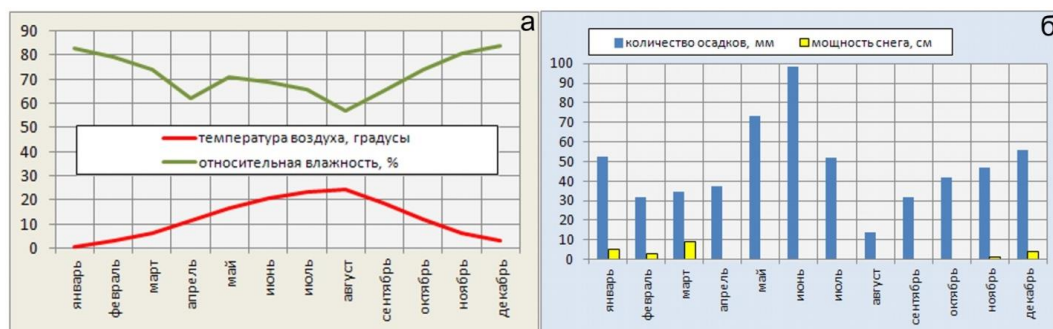


Рис. 3. Генерализованные распределения температуры и относительной влажности воздуха (а), осадков и снегового покрова (б) в бассейне р. Абдалка в течение мая 2014 – декабря 2018 г.

Почвенно-растительный покров в бассейне р. Абдалка испытал существенную техногенную трансформацию. Застройка бассейна и исчезновение естественных ландшафтов в нем происходили поэтапно с наступлением на восток. Наиболее давние поселения были сосредоточены вблизи русел рек М. Салгир (Чокурча) и Абдалка (Старый Абдал, Новый Абдал, Богурча). В середине прошлого века застраиваются микрорайоны Сергеевка, Свобода, расширяется Загороднее [12]. В 80–90 гг. XX в. появляются дачные кооперативы, участки самозахватов, новые промышленные и сельскохозяйственные объекты, которые существенно сокращают площадь естественных ареалов почв и растительности. Процесс деградации естественных угодий сопровождался попытками властей поддержать оптимальный баланс между техногенными и условно-природными ландшафтами. В 60-е гг. XX в. в центральной части бассейна был высажен сосновый лес на площади более 1 км², на структурных склонах куэст проведено террасирование с посадкой хвойных и лиственных деревьев. Эти мероприятия также были направлены на предотвращение развития эрозионных процессов и улучшения водонакопительных свойств почво-грунтов в бассейне.

В настоящее время с учетом этих условно-природных ландшафтов площадь «диких» земель в пределах бассейна Абдалки составляет 25 %. Здесь представлены средней и малой мощности дерново-карбонатные щебенчатые почвы, развивающиеся на известняках эоцена. На них произрастают петрофитные степи. В среднем течении Абдалки на пойменных отложениях получили развитие аллювиальные почвы. На них произрастает луговая растительность. Вовлечение эродированных почв и петрофитных степей в хозяйственное освоение (дачные массивы), усиление водности за счет искусственных поливов, привело к росту водообильности карстовых источников в верховьях реки. Однако в среднем течении

и в низовьях количество подземных вод и их качество в связи с замусориванием и техногенным вмешательством существенно снизились.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ КАРСТОВО-ВОДОНОСНЫХ СИСТЕМ

Главным объектом в региональной гидрогеологии являются подземные (в данном случае карстовые) водоносные системы (ПВС или КВС), которые представляют собой обособленный участок земной коры, состоящий из взаимосвязанных водоносных тел, образующих целостную структуру [13]. Структурный анализ ПВС позволяет выделить в ней такие составные элементы как естественные тела (водоносные, спорадически обводненные, сдренированные, водоупорные горизонты) и поля (гидродинамические, гидротермические, гидрохимические). На изучаемом участке Свободской куэсты в качестве естественных тел выступают нижнеэоценовый водоупор, среднеэоценовый и четвертичный водоносные горизонты. Тела организованы в разбитую небольшими разрывами моноклинал, падающую к северу под углами 2–3° и отчасти вскрытую долиной р. Абдалка. В качестве полей выступают пространственно-временные распределения физико-химических параметров (скоростей движения, направлений стока, температур, минерализации, электропроводности воды). В частности, гидродинамическое поле согласно разработкам В.Н. Дублянского [14] представлено тремя вертикальными зонами: нисходящей циркуляции вод, сезонного колебания уровней, полного насыщения. О нем и других полях пойдет речь в следующих разделах.

Основными типами подземных водоносных систем являются бассейны и массивы. Бассейн — это ПВС слоистой структуры с водами преимущественно пластового типа, а массив — ПВС неслоистой структуры с водами преимущественно блокового типа. Кроме того, выделяются переходные типы ПВС: адбассейн, имеющий преобладающую слоистую структуру с участками неслоистой, и адмассив с преобладающей неслоистой структурой с участками слоистой [15]. В соответствии с рекомендациями Г.А. Максимовича [16] бассейны и массивы подземных вод можно классифицировать: по размерам (ничтожные – менее 1 км², очень малые – 1–10, малые – 11–100, небольшие – 101–1000, средние – 1001–10000, большие – более 10 000 км²; по структуре (антиклинальные, синклинальные, моноклиналильные, блоковые); по положению подошвы водопроницаемых пород относительно уровня моря (цокольные, опущенные); по генеральному направлению стока (приморские, континентальные); по типу подземного стока (односторонние, двусторонние, центробежные, центростремительные; продольные, поперечные); по характеру разгрузки (склоновые, долинные, подводные). Комбинация перечисленных признаков, которую можно получить на основании полевого обследования, является «паспортом» любого резервуара подземных вод.

Применяя приведенные выше классификации К.П. Караванова [15] и Г.А. Максимовича [16], изучаемый участок, как резервуар подземных вод, следует отнести к малому адбассейну моноклинално-блоковой структуры с цокольным

положением, континентальным направлением подземного стока продольного типа, имеющему долинную разгрузку.

Длительно существующая устойчивая циркуляция карстовых вод в условиях слоисто-блоковых известняковых структур, каковой является изучаемый участок куэсты, ведет к прогрессивному увеличению проницаемости растворимых пород, изменению динамических и гидрохимических параметров подземного стока, выработке устойчивых режимов функционирования КВС. Согласно В.Н. Дублянскому [13] в каждой КВС можно выделить три функционально взаимосвязанных элемента: 1) область питания – участки, в пределах которых происходит питание водоносных горизонтов за счет инфильтрационных и инфилюационных вод, поступающих с поверхности; 2) область транзита – часть КВС, где карстовые воды движутся в водоносном горизонте преимущественно в горизонтальном направлении к месту своей разгрузки; 3) область разгрузки – участок, на котором осуществляется полный или частичный выход карстовых вод на поверхность. Трехчленное деление КВС правомерно и в вертикальном разрезе.

В данном контексте областью питания будет выступать поверхность и приповерхностная (эпикарстовая) зона, где происходит переход от рассеянного к концентрированному питанию. Областью транзита является зона аэрации (вадозная зона), в пределах которой осуществляется нисходящий сток свободных вод через наиболее проницаемые участки поровых, трещинных и каналовых коллекторов. Областью промежуточной разгрузки выступает водоносный горизонт, соответствующий зоне полного насыщения и замедленной циркуляции подземных вод (фреатической зоне).

Каждый из рассмотренных элементов получил развитие в пределах КВС, расположенной в бассейне р. Абдалка. Рассмотрим их детально.

3. КАРСТОВЫЕ ВОДЫ ОБЛАСТИ ПИТАНИЯ

Формирование карстовых вод в пределах исследуемого участка начинается с выпадающих атмосферных осадков, которые составляют основу преобладающего инфильтрационного питания. Наблюдения за электропроводностью, минерализацией и температурой в основном жидких осадков выполнялись в Симферополе. Величина параметров фиксировалась с помощью кондуктометра ЕС300 фирмы YSI INC. Осадки собирались в модифицированный для полуаридных условий Крыма осадкосборник Хеллманна, водоприемной колбой которого служил термос, а входное отверстие водосборной лейки для предотвращения испарения «запиралось» мячом для пинг-понга. При выведении среднемесячных значений электропроводности, минерализации и температуры выполнялось «взвешивание» через количество осадков, соответствующих периоду между замерами. С мая 2014 по декабрь 2018 г. было сделано 84 замера, из которых получены средние значения

электропроводности $C_1^* = 0,099$ мСм/см ($C_v^{**} = 0,81$), $C_2 = 0,127$ мСм/см ($C_v = 0,72$) минерализации $0,084$ г/л ($C_v = 0,73$) и температуры $13,1$ °С ($C_v = 0,52$). Эти параметры следует рассматривать как стартовые значения, с которых начинается общий ход метаморфизма карстовых вод.

Среди отмеченных показателей яркую сезонную цикличность демонстрирует температура осадков, которая с высокой теснотой взаимосвязи ($r = 0,98$) повторяет ход температуры воздуха. Максимальные значения приходятся на август ($22,5$ °С), минимальные – на январь ($2,5$ °С). Режимы электропроводности и минерализации осадков демонстрируют ослабленную связь с температурой, что свидетельствует о сезонных и межгодовых изменениях в источниках формирования влажности и поступления аэрозолей. Причины высокой вариации этих показателей и неустойчивости режима могут быть объяснены с привлечением материалов изотопного изучения осадков Крыма [17, 18, 19].

Большое влияние на характер и темп трансформации осадков при взаимодействии с поверхностью оказывает наличие/отсутствие почвы или растительности и тип карста в области питания. От бровки Свободской куэсты до середины ее структурного склона развит задернованный карст с мощностью почвенно-элювиального покрова до 30 см. Такой покров особенно летом может полностью задерживать атмосферные осадки, если их интенсивность невелика и они непродолжительны. В верхней части Свободской куэсты развит эпикарстовый горизонт, который также может активно поглощать осадки, перераспределяя их по густой сети мелких приповерхностных трещин и переводя возникающий сток в зону аэрации через глубоко проникающие трещины. Зимой, когда почво-субстрат насыщен водой, а эвапотранспирация имеет низкую величину, инфильтрационная влага активно пополняет среднеэоценовый водоносный горизонт. Летом максимум осадков нивелируется высоким испарением, вегетирующей растительностью и буферной ролью эпикарста. Водоносный горизонт пополняется периодически, лишь во время ливневых осадков, выпадающих на слабо задернованные и обнаженные участки развития карста. Таким образом, характер инфильтрационного питания в течение года может существенно изменяться, что накладывает отпечаток на химический и изотопный состав карстовых вод, их минерализацию и электропроводность.

Наблюдения в скважинах Каменского дачного массива (50 замеров) за инфильтрационными водами, достигшими среднеэоценового водоносного горизонта в верхней части куэстовой гряды, показывает, что их средняя электропроводность составляет $C_1 = 0,442$ мСм/см ($C_v = 0,05$), $C_2 = 0,577$ мСм/см ($C_v = 0,04$), минерализация $0,376$ г/л ($C_v = 0,04$) и температура $12,4$ °С ($C_v = 0,10$). Таким образом, по сравнению с исходной температурой метеорных вод, происходит охлаждение инфильтрационных вод вследствие удаления летней компоненты осадков, сохраняется синхронная поверхности термическая

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

цикличность, но более чем в 5 раз уменьшается годовой размах между экстремумами.

По данным скважины Донецкая – 22 (далее Дон–22) термическая цикличность с опозданием до 2 месяцев дублируется на графиках электрохимических показателей (рис. 4). Отсутствие информации о расходах воды в скважине не позволяет оценить влияние этого фактора на формирование гидрохимических показателей.

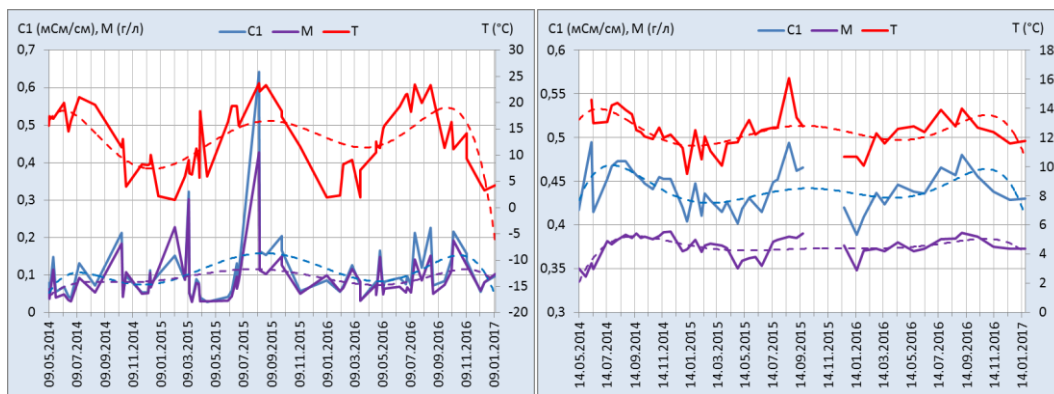


Рис. 4. Режим электропроводности (C_1 , мСм/см), минерализации (M , г/л) и температуры воды (T , °С) атмосферных осадков (левая панель) и скважины Дон–22 (правая панель) в мае 2014 – январе 2017 г.

На графиках генерализованного (за весь период наблюдения) года (рис. 5) также отмечается снижение вариативности всех показателей от осадков к уровню подземных вод. При этом режим электрохимических показателей становится существенно иным, а режим температур остается практически таким же. Теснота корреляционной связи температуры карстовых вод скважины Дон–22 с температурой осадков оценивается коэффициентом 0,95, а с температурой воздуха – значением 0,92. Таким образом, температурный сигнал в области питания КВС является наиболее сильным и менее зависимым в ряду анализируемых показателей.

Учитывая среднюю глубину скважин (25 м) и электрохимические показатели осадков, амплитуда для инфильтрационных вод, пересекающих зону аэрации в верхней части куэсты, достигает по электропроводности $C_1 = 0,343$ мСм/см, $C_2 = 0,45$ мСм/см, по минерализации 0,292 г/л, по температуре 0,7 °С. Предполагая, что эти значения нарастают(+)/убывают(–) пропорционально пути фильтрации, средние вертикальные градиенты на 10 м глубины соответственно составят +0,137 мСм/см, +0,180 мСм/см, +0,117 г/л, –0,28 °С. Из литературных источников [14] известно, что вертикальный градиент минерализации (а, следовательно, и связанный с ним градиент электропроводности) нарастает с глубиной не равномерно, а по убывающей вниз экспоненте. Очевидно, что подобную закономерность следует ожидать и в конкретном случае.

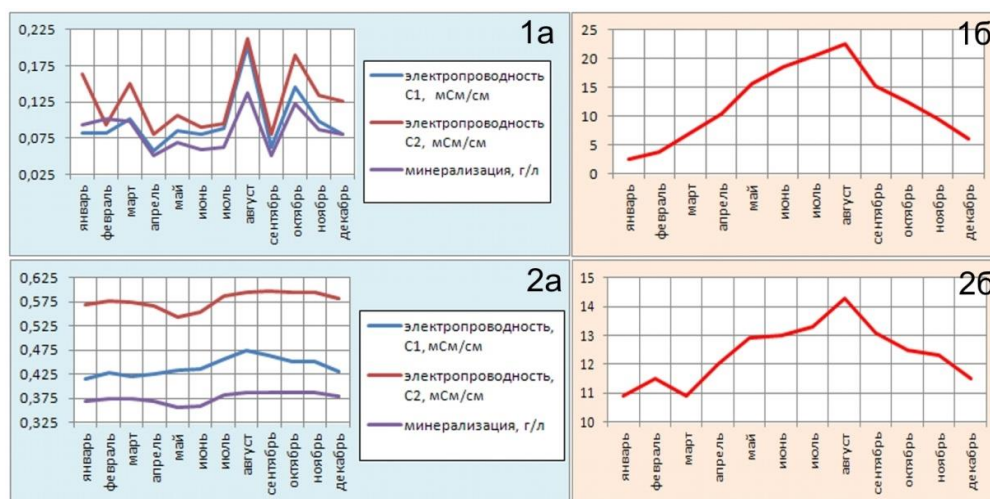


Рис. 5. Генерализованный сезонный режим электрохимических показателей (а) и температуры (б) осадков (1) и вод скважины Дон–22 (2).

Кроме инфильтрационных вод, питание КВС в бассейне р. Абдалка осуществляется за счет инфлюационных вод. Инфлюация – втекание поверхностных (русовых, озерных и др.) вод через трещины, карстовые каналы и воронки в карстующиеся породы [20]. Это явление наблюдается в верховьях Каменской балки на участке ниже дамбы небольшого ставка – единственного оставшегося из группы четырех имевшихся здесь искусственных водоемов. Все они в течение 70–90-х гг. XX в. утратили свою воду из-за инфильтрационных и инфлюационных утечек. В настоящее время активное инфлюационное питание наблюдается в течение большей части года лишь в районе понора Раков. Оно максимально в осенне-зимне-весеннее время и может исчезать летом в межень. Средний расход поглощаемой воды составляет около 2,6 л/с, электропроводность $C_1 = 0,662$ мСм/см, $C_2 = 0,865$ мСм/см, минерализация 0,561 г/л, температура 12,8 °С. Проведенный весной 2016 г. эксперимент по окрашиванию уходящего в недра потока результатов не дал. Малое количество запущенного флуоресцеина было, вероятно, полностью адсорбировано илистым заполнителем водопроводящих каналов. Тем не менее, синхронный режим понора Раков и источника Верхний ключ позволяет утверждать, что это звенья одной КВС.

Для юго-восточной части бассейна р. Абдалка большое влияние на формирование инфильтрационного стока оказывает антропогенный фактор, связанный с наличием здесь дачных участков. Роль летнего орошения, базирующегося на привозной воде, в области питания невелика, но нарастает вниз по склону куэсты, благодаря развитию здесь более плодородных и мощных почв и появлению централизованного водоснабжения. В 90-х гг. XX века, когда застраивалось приречное левобережье Абдалки в микрорайоне Белое, строителям

приходилось рыть дренажные каналы для отведения в реку подземных вод от фундаментов зданий. Это помогло, но снизило на 2–3 м уровни воды в колодцах вышерасположенных по склону участков [1]. Такая ситуация связана с подпорным влиянием покрова верхнеэоценовых мергелей, снижением фильтрационных свойств среднеэоценовых известняков при погружении под Внешнюю грядку и близостью области разгрузки, в которой осуществляется выход избытка карстовых вод, возникающего по причине первых двух факторов.

4. КАРСТОВЫЕ ВОДЫ ОБЛАСТИ ТРАНЗИТА

Плановые границы области транзита в условиях небольшого количества водопроявлений отбиваются достаточно условно. К этой области относятся средняя и нижняя части северного склона Свободской куэсты. В средней части по-прежнему развит задернованный карст, а в нижней появляется маломощный покров из выветрелых мергелей и мергелистых суглинков верхнего эоцена, что приводит к формированию слабого напора в среднеэоценовом водоносном горизонте. В области транзита увеличивается мощность почвенного покрова, который аккумулирует значительную долю объемов естественной инфильтрации, что компенсируется искусственным поливом на приусадебных участках в вегетационный период. Это отражается в росте минимальных расходов воды карстовых источников в области разгрузки в летнюю межень.

В качестве мониторинговых объектов, характеризующих карстовые воды области транзита, выбраны два колодца и скважина, вскрывающие среднеэоценовый водоносный горизонт в пределах городского микрорайона Свобода (средняя часть северного склона куэсты).

Колодец на перекрестке улиц Нижнегорская и Геническая (далее НГ) был выкопан после Великой Отечественной войны человеком по прозвищу Мефодий. По словам местных жителей в южной стенке у дна колодца есть трещина, по которой поступает вода. В прошлом при чистках колодца ее затыкали тряпками, и приток воды снижался. Глубина колодца 20 м, из которых 16 до уровня воды и 4 м под водой. Диаметр 1,5 м. Стенки колодца выложены бутом в верхней части, а глубже относительно гладкие, пробитые в прочном эоценовом известняке.

В 2014–2018 гг. средняя электропроводность колодезной воды составила $C_1 = 0,739$ мСм/см, $C_2 = 0,948$ мСм/см, минерализация 0,615 г/л, температура 13,4 °С. Вариация всех показателей лежит в пределах $C_v = 0,04–0,06$. Результаты 2,5–годового цикла наблюдений представлены на графиках (рис. 6). Из них видно, что анализируемые показатели имеют ярко выраженную внутригодовую цикличность. Минимальные значения показателей каждого цикла приходятся на зимний, а максимальные – на преимущественно летний период. Нарушение режима, как например, с максимумом минерализации в ноябре 2016 г., может быть связано с задержкой осенних осадков. Отмеченная цикличность сопровождается ежегодным ростом экстремальных значений циклов у всех анализируемых параметров. Восходящие тренды показателей (пунктиры на графиках) свидетельствуют о

прогрессирующей обстановке замедления процессов циркуляции воды, связанной с прекращением водоотбора и постепенным заилением колодца. На формирование электропроводности наибольшее влияние оказывают минерализация ($r = 0,84$) и температура воды ($r = 0,69$).

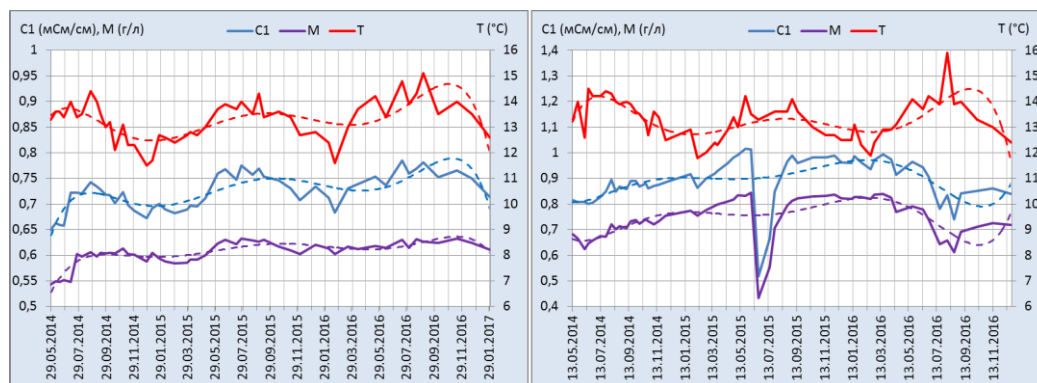


Рис.6. Режим электропроводности (C_1 , мСм/см), минерализации (M , г/л) и температуры воды (T , °С) в колодце на перекрестке ул. Нижнегорская-Геничская (левая панель) и в скважине по ул. Таманская 30 (правая панель)

Скважина по ул. Таманская 30 (далее Там–30) была пробита в 70–х гг. XX века и имеет глубину 35 м. Уровень воды в ней расположен в среднем на глубине 14 м и может колебаться на 1–2 м, в зависимости от сезона года. Примерно такие же глубины имеет большинство скважин в окрестностях, берущих воду из среднеэоценового водоносного горизонта. Это свидетельствует о том, что глубина залегания водонасыщенных пород хорошо выдержана, а их водообильность высока в течение всего года. В то же время при продвижении к области разгрузки уровни воды в колодцах и скважинах начинают приближаться к поверхности. Если в средней части склона куэсты это глубины 14–17 м, то в нижней части – 1–2 м.

Для скважины Там–30 средние значения электропроводности составили $C_1 = 0,878$ мСм/см, $C_2 = 1,129$ мСм/см, минерализации 0,733 г/л, температуры воды 13,3 °С. Изменчивость показателей невысокая ($C_v = 0,06–0,12$).

Графики электропроводности и минерализации (рис. 6) демонстрируют идентичный ход значений в течение всего периода наблюдений. Их анализ выявляет слабо выраженную годовую цикличность с максимумами, приходящимися на весну и минимумами, соответствующими летнему периоду. Наблюдается глубокий минимум в июне 2015 г., связанный с мощным подземным паводком, прошедшим в результате выпадения двухмесячной нормы осадков. Майские осадки способствовали вытеснению "старых" высокоминерализованных, а, следовательно, и высоко электропроводных вод, что на графике отражается абсолютным максимумом за весь период наблюдений. В июне следует увеличение расходов

карстовых источников в долине р. Абдалка, последовавшее с 1–2-недельным опозданием, вследствие добегания паводковой волны от области питания к области разгрузки. Восстановление нарушенных паводком параметров произошло в течение двух месяцев.

Температурный график показывает более яркую сезонную цикличность. Однако она находится в противофазе с цикличностью электропроводности ($r = -0,25$) и минерализации ($r = -0,40$), что говорит о слабом влиянии температуры как контролирующего фактора. Об этом свидетельствует и анализ летних температур 2015 г., который не выявляет глубокой июньской депрессии. Лишь небольшое снижение температуры вод в этот период говорит о том, что через зону транзита вытеснялись воды, пришедшие из более прохладной области питания. Таким образом, решающим фактором в формировании электрохимического режима карстовых вод в скважине Там–30 является количество и режим выпадающих атмосферных осадков в области питания.

Между температурой карстовых вод колодца (НГ) и скважины (Там–30) выявлен относительно высокий коэффициент корреляции ($r = 0,69$), что указывает на единый режим этих вод и принадлежность к среднеэоценовому водоносному горизонту.

Колодец по улице Таманской 4 (далее Там–4) имеет глубину 19 м и диаметр 1 м. Столб воды стоит на отметке 17 м от устья. Последние 15 лет вода используется только для технических нужд, так как колодец давно не чистился, и вода имеет низкое качество. Относительно высокая минерализация 0,906 г/л и электропроводность ($C_1 = 1,076$ мСм/см, $C_2 = 1,385$ мСм/см), а также низкая вариативность ($C_v = 0,03–0,04$) по всем параметрам указывают на затрудненный водообмен. Полуторагодичный (2014–2015 гг.) мониторинг позволил выявить слабую сезонную цикличность электропроводности и минерализации, асинхронную в пределах 1–2 месяцев с цикличностью температуры воды. В режиме последней наблюдается хорошо выраженный максимум в июле–сентябре и минимум в декабре–январе (среднее значение 13,2°C). Отсутствие температурной реакции на обильные летние осадки 2015 г. указывает на то, что инфильтрационные воды, дошедшие сюда из области питания, продолжали прогреваться за счет теплых (около 18 °C) осадков. Реакция на июньские ливни 2015 г. сказалась минимумом электропроводности и минерализации лишь в июле. Всё это указывает на затрудненную циркуляцию карстовых вод на объекте.

Графики генерализованного режима электропроводности и минерализации водопунктов области транзита (рис. 7) демонстрируют пеструю картину во внутригодовом распределении значений. Использование статистических методов анализа данных позволило выявить сходство условий формирования электропроводности и минерализации в водах колодцев НГ и Там–4. В распределении температуры воды всех трех пунктов наблюдения фиксируется один механизм контроля, связанный с температурой воздуха на поверхности и температурой осадков.

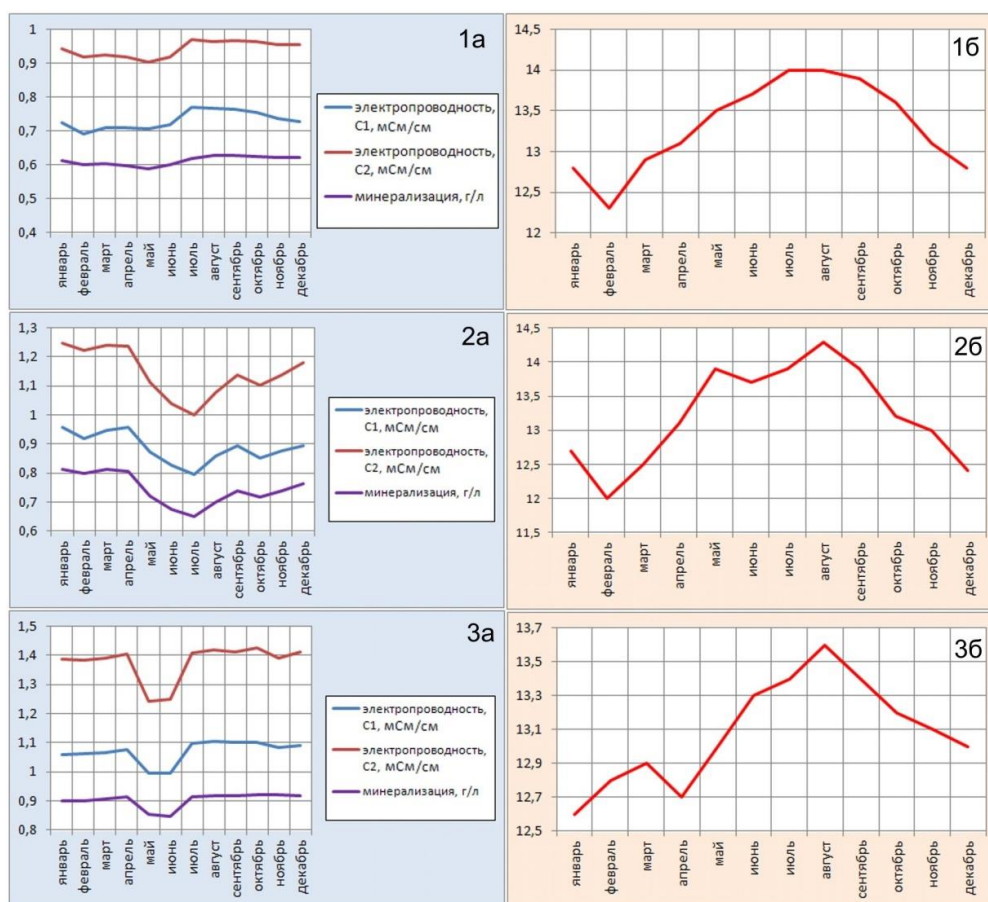


Рис. 7. Осредненный за период наблюдений сезонный режим электрохимических показателей (а) и температуры (б) вод колодца НГ (1), скважины Там–30 (2) и колодца Там–4 (3).

Таким образом, средние значения электрохимических параметров для области транзита составили: электропроводность $C_1 = 0,898$ мСм/см, $C_2 = 1,154$ мСм/см, минерализация 0,751 г/л и температура карстовых вод 13,3 °C.

В заключении приведем вертикальные градиенты электропроводности, минерализации и температуры, предполагая, что часть питания в зоне транзита подземные воды получают за счет атмосферных осадков, а средняя глубина водоносного горизонта составляет 15 м (табл.1). Горизонтальные градиенты рассчитаны как отношение разности средних значений показателей в области транзита и в области питания к расстоянию между их условными центрами (3 км).

**ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В
БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)**

Таблица 1

Вертикальные и горизонтальные градиенты электрохимических показателей
подземных вод в области транзита КВС в бассейне р. Абдалка

Показатель	Вертикальный градиент, ед.изм./10 м	Горизонтальный градиент, ед.изм./100 м
Электропроводность, C_1 , мСм/см	+0,533	+0,015
Электропроводность, C_2 , мСм/см	+0,703	+0,019
Минерализация, г/л	+0,447	+0,013
Температура, °C	+0,13	+0,03

Примечание: плюс – прирост показателя; минус – убыль.

Все показатели демонстрируют прирост значений. Вертикальные градиенты электропроводности и минерализации, рассчитанные как равномерно нарастающие, реально увеличиваются с экспоненциальным замедлением в глубину. В области транзита отмечается устойчивый прогрев вод, в отличие от области питания, где наблюдается падение температуры воды с глубиной вследствие краевого положения области и высокой природной вентиляции пород у бровки куэсты.

5. КАРСТОВЫЕ ВОДЫ ОБЛАСТИ РАЗГРУЗКИ

Разгрузка карстовых вод, стекающих по моноклинали северного склона Свободской куэсты, происходит в Северной продольной депрессии, в долине р. Абдалка, непосредственно в русле или на пойме реки. Согласно теоретическим представлениям [13] такой тип разгрузки называется наземным, а подтип – долинным. По характеру выходов воды на участке выделяются нисходящие (большинство) и восходящие (Белый ключ) источники.

Гидрогеологические условия разгрузки карстовых вод Свободской куэсты и обстановка выходов основных родников в долине частично описаны в работе, посвященной гидрологии р. Абдалка [1]. Разгрузка связана с эрозионным вскрытием верхнеэоценовой покрывки из мергелей и кровли среднеэоценовых известняков, включающих одновозрастный водоносный горизонт. Поскольку на этом участке подземные воды начинают приобретать напор, отдельные очаги разгрузки имеют восходящий характер движения карстовых вод, усиленную подпитку четвертичного аллювиального горизонта (ист. Белый ключ). В настоящее время в русле р. Абдалка разгружается 11 карстовых источников, на каждом из которых в течение 2014–2018 гг. проводились наблюдения за электропроводностью, минерализацией и температурой вод и выполнялись расходометрические работы. Замеры

осуществлялись с периодичностью 1–3 раза в месяц, преимущественно в дневное время.

При анализе размещения карстовых источников обращает на себя внимание их парное расположение у русла реки. Установлено, что в верховьях долины родники Исток и Каптаж, Верхний ключ и Белый ключ, а также группа родников Титова возле устья Абдалки, связаны с геоморфологическими аномалиями тектонической природы [1]. Пары родников Белый–1 и 2, Сергеевский и Малый в среднем течении, а также Мостовой и Ковчег в нижнем течении, приурочены к устьям крупных в прошлом балок, которые ныне почти не выражаются в рельефе вследствие активной хозяйственной перепланировки территории. Это указывает на то, что балки по-прежнему продолжают играть важную гидрогеологическую роль, связанную с распределением подземного стока. К ним стягиваются и вдоль них стекают подземные потоки вод до выхода на поверхность. Свойства вод, а также их гидрохимический режим в парных источниках очень близкие (кроме пары Мостовой-Ковчег).

Ниже приводится характеристика карстовых источников области разгрузки. Двум парам родников Исток и Каптаж, Верхний ключ и Белый ключ, расположенным в истоке р. Абдалка были посвящены отдельные детальные работы [4, 5], поэтому в данном сообщении они не рассматриваются.

Источник Белый–1 располагается на левобережье р. Абдалка по ул. Сакской 11 во дворе частного домовладения, где устроен садок для содержания и разведения рыбы. В 70–80-х гг. до застройки левобережья Абдалки здесь была большая копаная воронка, из которой бил ключ. Местные жители набирали воду для питьевых нужд, несмотря на то, что она давала обильную накипь в чайниках (высокая карбонатная жесткость). Теперь вода вытекает в реку под дорогой через цементную трубу большого диаметра. Иногда летом, когда сток уменьшается, чувствуется легкий запах сероводорода. За 2014–2018 гг. средние значения составили: электропроводность $C_1 = 0,996$ мСм/см, $C_2 = 1,274$ мСм/см, минерализация 0,835 г/л, температура 13,2 °С (все $C_v = 0,03–0,06$), расход 10,7 л/с ($C_v = 0,59$).

Источник Белый–2 находится на правобережье Абдалки в 50 м от мостика через реку у перекрестка улиц Сакская и Белая на высоте 265 м в.у.м. Его каптаж оборудован бетонным колодезным кольцом с железной крышкой. Вода выходит мощной струей и 2–3 м протекает по устроенному лотку, после чего рукавом впадает в Абдалку. Максимальный расход может превышать 30 л/с, при этом вода переливается через лоток. Средняя электропроводность $C_1 = 0,950$ мСм/см, $C_2 = 1,237$ мСм/см, минерализация 0,804 г/л, температура 12,8 °С (все $C_v = 0,03–0,04$), расход 11 л/с ($C_v = 1,00$).

Оба родника располагаются в устье небольшой (менее 3 км длиной) маловыразительной в рельефе балки, берущей начало у полигона бытовых отходов к северу от абсолютной отметки 387 м (рис.1). В наиболее дождливые годы балка может временно обводняться в среднем и нижнем течении.

Анализ электропроводности, минерализации и температуры воды в источниках Белый–1 и 2 выявляет высокую степень сходства режимов ($r = 0,61–0,63$), кроме

расходов ($r = 0,20$). Эту особенность подтверждают и многолетние тренды (пунктиры на графиках). На всех графиках (рис. 8) фиксируется выразительная сезонная цикличность, более контрастная у источника Белый–1 и менее амплитудная у источника Белый–2. Минимальные температуры воды в обоих источниках приходятся на январь и колеблются от 11 до 12 °С. Максимальные значения наблюдаются в июне-июле или сентябре и достигают у источника Белый–1 14,5–15,0 °С, а у источника Белый–2 14,0–14,5 °С. Циклы электропроводности и минерализации источника Белый–1 могут быть асинхронны с температурой на 1–2 месяца. У источника Белый–2 асинхронность с температурой с 2016 г. увеличивается вплоть до состояния противофазы. Возможно, такое состояние связано с растущим в последние годы подтоком речных вод из-за заиления русла. В этом отношении режим электрохимических показателей источника Белый–2 очень близок режиму источника Белый ключ. Сравнительно высокая электропроводность родников Белый–1 и 2 также как и Белого ключа объясняется поступлением в них карстовых вод из областей питания в районе бывших полигонов бытовых отходов. После закрытия свалок фиксируются устойчивые тренды к снижению электропроводности и минерализации. Также характерны растущие тренды температуры воды на фоне нисходящих тенденций по расходу (рис. 8).

Анализ гидрографа источника Белый–1 указывает на высокую тесноту взаимосвязи с гидротермической кривой. Особенно ярко связь температуры и дебита разгружающихся вод проявилась в водообильный 2015 г. В менее водные последующие годы наблюдается асинхронность летних максимумов расхода и температуры воды до 1 месяца. Таким образом, синхронный отклик температуры на расход характерен для ситуации, когда питающая система имеет высокую степень наполненности внутренних резервуаров. Сработанность динамических запасов в системе приводит к задержке температурного сигнала на срок тем больший, чем меньше заполнена система. Максимум расхода источника Белый–1 в июне-июле 2015 г. хорошо согласуется с синхронными глубокими минимумами минерализации и электропроводности в скважине Там–30 (рис. 6), когда через среднеэоценовый водоносный горизонт проходили низко минерализованные и слабо проводящие ток воды июньских ливней. Это доказывает, что в периоды высокой водности скорости подземных потоков увеличиваются в несколько раз за счет уменьшения длины пути фильтрации.

Гидрограф источника Белый–2 не обнаруживает аналогичной источнику Белый–1 связи с гидротермической кривой. Водообильное начало лета 2015 г. привело к подтоплению его каптажа и невозможности замеров расхода в течение некоторого времени. Анализ расходов источника Белый–2 и Белый–1 свидетельствует о существенных различиях в водном режиме, несмотря на общий нисходящий характер тренда. В то же время у них имеются черты сходства в распределении абсолютных пиков минерализации и электропроводности. Это позволяет предположить, что источник Белый–2 является дериватом обводненного нарушения, контролирующего положение обоих источников. Его разгрузка

осуществляется в аллювиальные отложения р. Абдалка, а истинное распределение электропроводности и минерализации «маскируется» гидрохимией речных вод.

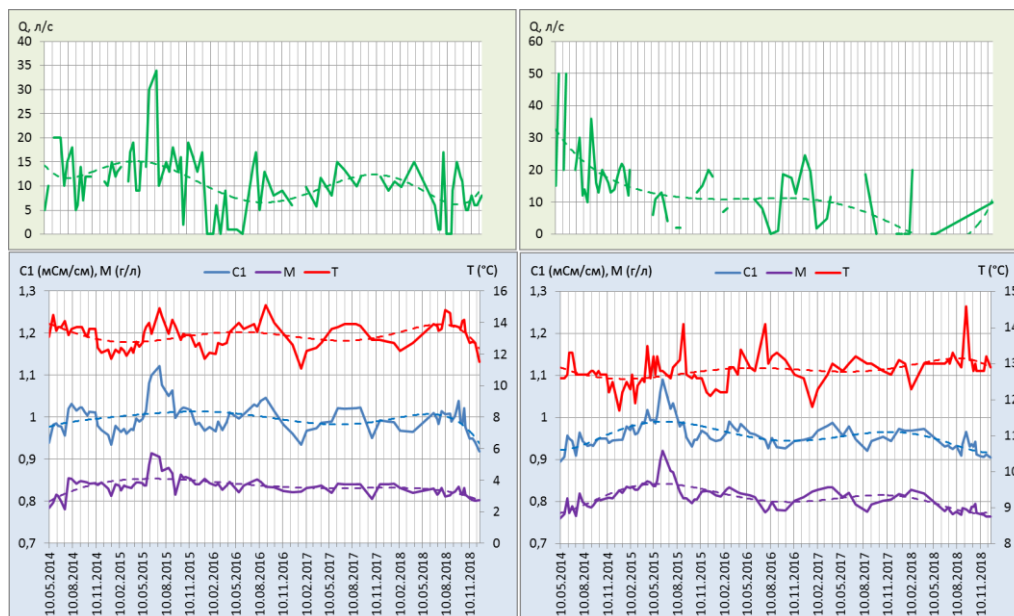


Рис.8. Режим расхода (Q , л/с), температуры (T , °C), электропроводности (C_1 , мСм/см) и минерализации (M , г/л) воды источников Белый-1 (левые панели) и Белый-2 (правые панели).

Источники *Сергеевский* и *Малый* составляют еще одну пару расположенных на расстоянии 180 м друг от друга водопроявлений у русла р. Абдалка. Первый из них, расположенный на абсолютной отметке 261 м в.у.м. выходит под обрывистым берегом старого ныне высохшего и заросшего камышом ставка. Его каптаж представляет собой бетонное колодезное кольцо с прорезью, из которой вода наполняет небольшой округлый, облицованный плитками бассейн. Далее слабым ручейком длиной в несколько десятков метров, пройдя по дну высохшего ставка, она попадает в р. Абдалка. Источник имеет средние значения электропроводности $C_1 = 0,836$ мСм/см ($C_v = 0,09$), $C_2 = 1,083$ мСм/см ($C_v = 0,08$), минерализации 0,705 г/л ($C_v = 0,08$), температуры 13,2 °C ($C_v = 0,14$) и расхода 1,3 л/с ($C_v = 1,08$).

Источник *Малый* находится на абсолютной отметке 258 м в.у.м. рядом с дамбой высохшего ставка. Его каптаж состоит из асбесто-цементной трубы диаметром 36 см, из которой вытекает вода, и приемного бетонного лотка длиной 2,5 м, по которому вода стекает в реку. Средняя электропроводность воды составляет $C_1 = 0,769$ мСм/см ($C_v = 0,11$), $C_2 = 0,984$ мСм/см ($C_v = 0,10$),

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

минерализация 0,639 г/л ($C_v = 0,10$), температура 13,5 °C ($C_v = 0,07$), расход 7 л/с ($C_v = 0,99$).

Оба источника находятся в устьевой части балки, берущей начало в средней части структурного склона Свободской куэсты на высоте около 340 м. За время многочисленных перепланировок территории она практически не выделяется в рельефе, но во время обильных дождей на ее месте по поверхности формируется временный водоток, который подтапливает хозяйственные объекты. Последние крупные антропогенные изменения в пределах балки произошли при строительстве Ялтинской обьездной дороги. Балка была перекрыта дорожной насыпью в районе проспекта Победы. В результате паводковый сток часто скапливается у кольцевой развязки пр. Победы–Ялтинская обьездная, подтапливая автодорогу. После строительства обьездной дороги, по словам местных жителей, расходы обоих источников сократились более чем в 2 раза. Тем не менее, в трещинной зоне, контролирующей заложение балки, хоть и ограниченно, но продолжают циркулировать подземные воды.

Анализ расходов источников Сергеевский и Малый (рис. 9) показывает их схожую и высокую ($C_v = 1,08–0,99$) вариабельность за весь период наблюдений. Отмечается значительное снижение дебитов источника Сергеевский и рост водности источника Малый (тренды). Такое состояние сформировалось после обильных летних ливней 2015 г., когда после заметного отклика на высокий пик июньских осадков в источнике Сергеевский произошло уменьшение пропускной способности его подводящих каналов. Кольматаж каптажа сопровождался затрудненной разгрузкой, цветением вод, общим ростом минерализации и электропроводности, увеличением годовой амплитуды температуры воды.

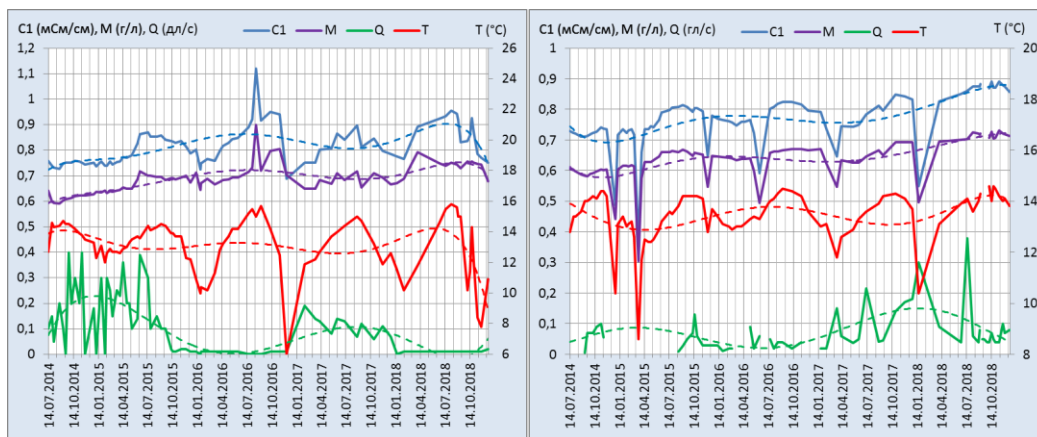


Рис. 9. Режим электропроводности (C_1 , мСм/см), минерализации (M , г/л), температуры (T , °C) и расхода (Q , дл/с, гл/с) воды родников Сергеевский (левая панель) и Малый (правая панель).

В 2017 г. оба родника были почищены, но для источника Сергеевский восстановление водности носило временный характер. Очевидно внутренние изменения питающей системы, произошедшие летом 2015 г., привели к переориентации подземных потоков в сторону источника Малый. Такая перестройка основного пути движения подземных вод вдоль зоны трещиноватости является характерной для карстовых систем в период паводков. Тем более следует учитывать более низкое положение в рельефе источника Малый.

При анализе месячных расходов источника Малый в генерализованном за период наблюдения году выявляется высокое соответствие паводковых пиков летнему и зимнему максимуму осадков и таянию максимальных запасов снега в марте. Зимний и мартовский максимумы дебитов сопровождаются соответствующими понижениями температуры воды.

Температурные кривые обоих источников (рис. 9) демонстрируют выраженную сезонную цикличность с максимумами в августе (Сергеевский) и сентябре-октябре (Малый) и минимумами в январе-феврале (Сергеевский) и январе или марте (Малый). Мартовские минимумы связаны исключительно с холодными талыми водами. Несовпадение периодов экстремальных температур у источников, находящихся в одинаковых гидрогеологических условиях, связано с их различной водностью. Малые дебиты источника Сергеевский приводят к быстрому остыванию вод, начиная с конца августа. В источнике Малый большие объемы прогретых за лето вод начинают остывать лишь в сентябре-октябре. Такая же ситуация наблюдается с минимальными температурами, особенно в источнике Сергеевский. Пока в нем расходы держались на уровне 1–2 л/с, минимумы температуры фиксировались в феврале. Как только его дебит снизился и стабилизировался на уровне 0,1 л/с, минимальные значения температуры стали появляться в декабре-январе. Для источника Сергеевский наблюдается нисходящая цикличность температуры на фоне быстро падающих дебитов. Для источника Малый отмечается растущая цикличность температур на фоне увеличивающихся дебитов.

Для электропроводности и минерализации обоих источников в течение всего периода наблюдений характерен скачкообразный рост значений с выделением заметной сезонной цикличности, повторяющей фазы температуры (рис. 9). Если для источника Сергеевский рост электрохимических показателей может быть объяснен падением расхода, то для источника Малый, расходы которого увеличиваются, он вероятно связан с растущим антропогенным загрязнением. Максимумы значений электропроводности и минерализации источника Сергеевский приходятся преимущественно на конец летнего периода (добегание трансформированных июньских осадков), минимумы – на январь (поступление осенне-зимних осадков), иногда март (таяние снега). Пики электрохимических показателей летом опаздывают по отношению к пикам осадков на 1–2 месяца из-за слабой обводненности КВС, а депрессии зимой и весной – фактически синхронны с поступающими дождями и талыми водами вследствие высокого наполнения системы.

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

Для источника Малый характерно примерно такое же распределение экстремумов, но только с большим смещением пиков на август-октябрь, а депрессий – на декабрь-январь (поступление осенне-зимних осадков) или март (таяние снега). Зимне-весенние депрессии тесно коррелируются с минимумами температур воды, что подчеркивает большую роль в питании родника зимних вод.

Расхождение в цикличности электрохимических показателей обоих источников может быть связано не только с различиями их обводненности, но и с морфологией питающих каналов, емкостными свойствами карстовых резервуаров, разным характером антропогенного влияния.

Источник Мостовой (Поворот) располагается на правом берегу р. Абдалка у моста в месте ее пересечения с улицей Кечкеметская. Здесь на абсолютной отметке 249 м в.у.м. водоток делает коленообразный изгиб и продолжает свое движение на запад. Воды источника выходят на поверхность через несколько отверстий в бетонной рубашке, защищающей поворот реки от размыва. Источник работает круглогодично. Его средний расход составляет 2,3 л/с ($C_v = 0,61$), электропроводность $C_1 = 0,732$ мСм/см ($C_v = 0,19$), $C_2 = 0,964$ мСм/см ($C_v = 0,16$), минерализация 0,627 г/л ($C_v = 0,16$), температура 12,2 °С ($C_v = 0,14$). Условия формирования его вод остаются неясными. Предположительно он дренирует правобережный участок долины в области развития мергелей верхнего эоцена. Здесь известны подземные воды, способствующие современному развитию реликтовых гипогенно-карстовых полостей [21, 22] и имеющие низкую 11–12 °С температуру. Вероятно их разгрузка осуществляется в источник Мостовой. Несистематический 4-летний цикл наблюдений позволил лишь выявить сезонную цикличность температуры воды с максимумами в сентябре-октябре и минимумами в феврале-марте, а также растущие тренды всех анализируемых показателей.

Источник Ковчег (Арбат) расположен на правобережной пойме р. Абдалка за одноименным рестораном на высоте 249 м. От источника Мостовой его отделяет около 100 м. Каптаж состоит из прямоугольного бетонного колодца глубиной 0,5 м, на дне которого стоит вода. Рядом в 4 м оборудована каменная ступень, из-под которой выбивается струя воды, образующая рукав, соединяющийся с рекой.

Правобережное положение источника и наличие относительно большой водосборной площади между рекой и бровкой Внешней гряды позволяют предположить, что его питание осуществляется с территории микрорайона Красная горка и Загородное. Источник имеет среднюю электропроводность $C_1 = 0,897$ мСм/см, $C_2 = 1,164$ мСм/см, минерализацию 0,760 г/л (все $C_v = 0,12$), температуру 13 °С ($C_v = 0,05$) и расход 9,5 л/с ($C_v = 0,68$).

Несмотря на прерывистость наблюдений за расходами источника Ковчег (рис. 10, 1а), отмечается слабо выраженная нисходящая сезонная цикличность с большой (более 15 л/с) и малой (более 9 л/с) водообильными фазами, приходящимися соответственно на февраль-апрель и июнь, и меженными периодами в августе-сентябре (около 5 л/с). Абсолютные годовые максимумы на гидрографе источника синхронны с абсолютными минимумами на гидротермической кривой, где

выделяются пять годовых максимумов (за 4,5 года наблюдений), приходящиеся исключительно на ноябрь, и четыре минимума, соответствующие марту-апрелю.

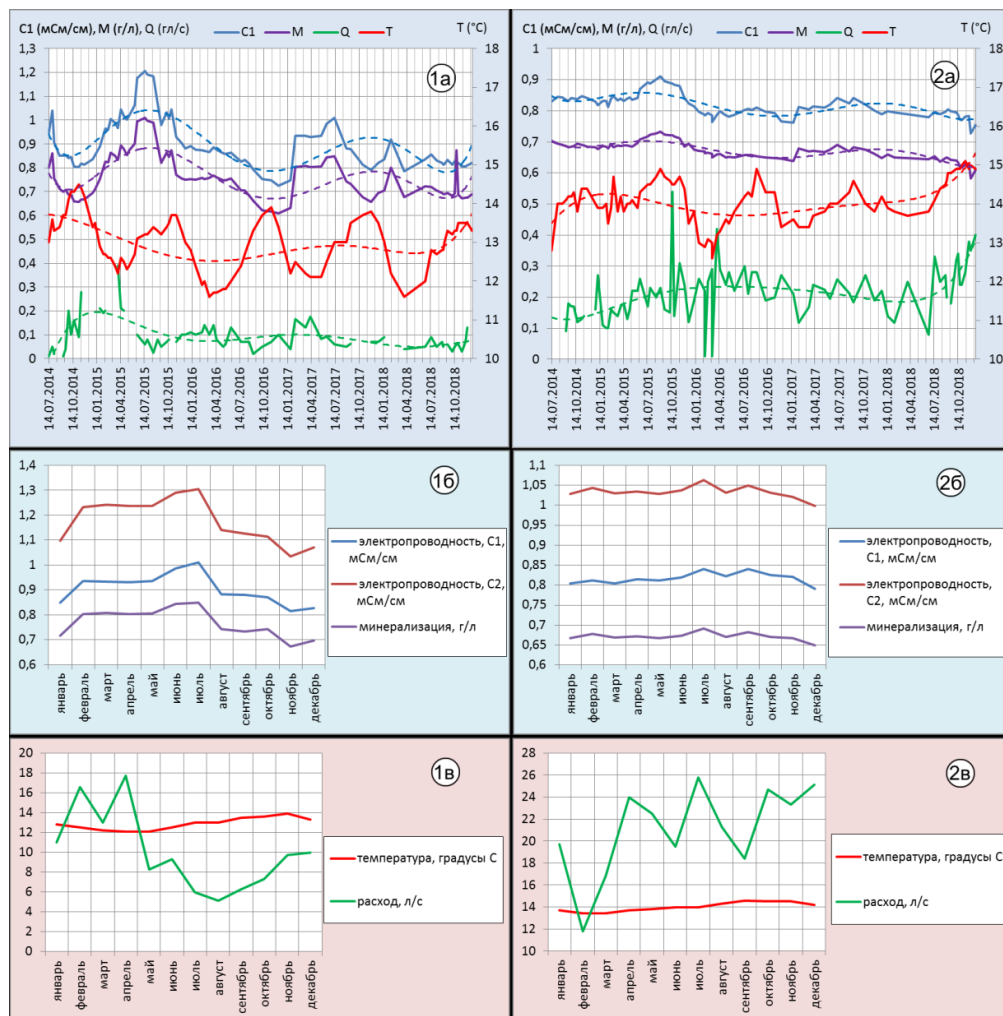


Рис. 10. Режимы (а) электропроводности (C_1 , мСм/см), минерализации (M , г/л), температуры (T , °C) и расхода (Q , гл/с) воды источников Ковчег (1) и Титова (2) в 2014–2018 гг. и их характер внутри генерализованного года (б, в).

Минимумы температур соответствуют окончанию фазы вытеснения холодных зимне-весенних вод и началу выхода относительно теплых вод, связанных с майскими-июньскими осадками. Меженный август-сентябрьский период с минимальным количеством воды в КВС способствует ее хорошему прогреву. Период нагревания в Крыму может продолжаться до конца октября. С учетом

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

добегания прогретых вод от области питания к области разгрузки и с учетом появления холодных осадков лишь в ноябре, на этот месяц чаще всего и приходится годовые гидротермические максимумы источника.

Характер распределения электрохимических параметров существенно отличается от характера гидротермической кривой и гидрографа (рис. 10, 1а–1в). На графиках электропроводности и минерализации фиксируется ряд синхронных между собой экстремумов, детальный анализ которых позволяет выявить завуалированную цикличность, трансформированную по отношению к распределению температур воды и расходов. Во-первых, отмечается положение экстремумов электрохимических показателей и температуры со смещением до 1–2 месяцев, во-вторых, существенное нарушение в гидрохимический режим источника внесла аномально влажная первая половина 2015 г. После этой даты на фоне незначительных восходящих вариаций электрохимических показателей происходило заметное общее снижение значений, окончившееся лишь к декабрю 2016 г. Такой длительный период падения электропроводности и минерализации можно объяснить обильными твердыми осадками начала 2015 г. и мощными ливнями в мае–июне того же года, которые способствовали заполнению небольшой КВС источника Ковчег, ее промыву от компонентов, обеспечивающих высокую электропроводность и минерализацию, и улучшению канализованного стока в целом. После промыва системы и до декабря 2016 г. происходило медленное накопление компонентов, отвечающих за высокие значения электрохимических показателей. В дальнейшем цикличность приобрела более выразительный характер.

Источник Титова расположен на левобережной пойме в устьевой части р. Абдалка при пересечении ею улицы Титова. Абсолютная отметка выхода карстовых вод составляет 245 м в.у.м. При детальном рассмотрении территории выявляется несколько сосредоточенных в радиусе 25–30 м родников, разгружающихся на окончании междуречья у слияния М. Салгира и Абдалки. Выходы большей части родников приурочены к аллювиальным отложениям. Можно предположить, что частично они подпитываются речными водами. Самый крупный в этой группе родник имеет облицованный плиткой бетонный каптаж со ступенями, из которого выходят три железных трубы. Вода вытекает круглогодично и 20-метровой длины ручьем впадает в р. Абдалка. Среднее значение ее электропроводности $C_1 = 0,818$ мСм/см, $C_2 = 1,032$ мСм/см, минерализации 0,671 г/л, температуры 14,1 °С (все $C_v = 0,04$), расхода 21,2 л/с ($C_v = 0,41$).

Гидрограф источника Титова (рис. 10, 2а) представлен хаотически разбросанными за период наблюдений пиками и депрессиями, которые не согласуются с кривыми электрохимических показателей и температуры. Линейный тренд гидрографа указывает на общее увеличение водности источника за весь период наблюдения. Отмечается отсутствие реакции на обильные осадки мая–июня 2015 г. и хороший отклик на дожди октября–ноября, прошедшие после сравнительно короткой летней межени. Это свидетельствует о существенных отличиях водообменных процессов питающей системы родника от других расположенных выше по долине систем. Очевидно, воды в родник приходят в виде стока,

зарегулированного (перераспределенного) другими системами и обладающего собственными оригинальными чертами. Вероятно также, что определенное влияние на характер гидрографа источника оказывают речные воды Абдалки и М. Салгира.

Хорошую сезонную цикличность демонстрирует гидротермическая кривая. На ней выявляются пять циклов с максимальными, преимущественно осенними, значениями температур и минимальными – зимне-весенними. На фоне относительно малой водности и низкого уровня осадков 2014 г. прогрев карстовых вод продолжался до ноября. После повышения водности в 2015–2017 гг. большие объемы вод максимально прогревались медленнее и лишь до сентября. Независимо от водности минимальные температуры источника проявляются чаще всего в последний месяц зимы, а благодаря появлению снежного покрова в марте, могут смещаться на начало весны (рис. 10, 2а, 2в).

По сравнению с другими родниками воды источника Титова имеют самую высокую среднюю температуру. Линейный тренд гидротермической кривой указывает, что за период наблюдения температура воды в нем поднимается со скоростью 0,1 °С в год. Очевидно, это связано с самым отдаленным положением от области питания и самой низкой абсолютной отметкой. За столь длинный путь карстовые воды источника успевают значительно прогреваться. Этому возможно способствует увеличение доли теплых летних осадков в питании и обогревающее влияние большого города, в частности связанное с ростом антропогенных утечек. Эти типы вод обладают низкой электропроводностью и минерализацией, что в итоге ведет к формированию нисходящих трендов у последних.

Характер распределения электрохимических показателей (рис. 10, 2а, 2б) имеет некоторое сходство с гидротермической кривой, выявляя слабую сезонную цикличность. Отличия заключаются в очень слабом выражении циклов 2014, 2016 и 2018 гг. и протяженном, но выразительно представленном цикле 2015 г. Последний характеризуется максимальными значениями электропроводности и минерализации в начале сентября (пик синхронен с максимальной температурой) и минимальными в феврале 2015 и марте 2016 г. (депрессии синхронны с минимальной температурой). Слабая выразительность циклов минерализации в 2016 и 2018 гг. может быть объяснена повышенной обводненностью системы после водообильных 2015 и 2017 гг. Распределение электрохимических показателей источника Титова в определенной степени сходно с распределением в источнике Ковчег. Не совпадают лишь даты минимальных значений и степень выразительности годовых циклов.

В заключении следует отметить характерные для источников области разгрузки территориальные закономерности в распределении электрохимических, температурных и расходометрических показателей. Так рассчитанные средние значения составили для электропроводности $C_1 = 0,887$ мСм/см, $C_2 = 1,075$ мСм/см, минерализации 0,705 г/л, температуры 12,9 °С, расхода 8,4 л/с. Вдоль русла р. Абдалка от родника Исток до источника Титова наблюдается скачкообразное нарастание электропроводности и минерализации, слабо зависящее от расстояния вдоль реки и высотных отметок водопроявлений. То же можно сказать о распределении дебитов источников. Всё это указывает, что движение и разгрузка

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

карстовых вод в КВС бассейна р. Абдалка осуществляется по сети обособленных трещинных зон, имеющих собственные микроводосборы и условия формирования гидрохимических показателей. Только температура воды, несмотря на некоторые колебания, демонстрирует тесную ($r = 0,65$) связь со степенью удаления от родника Исток.

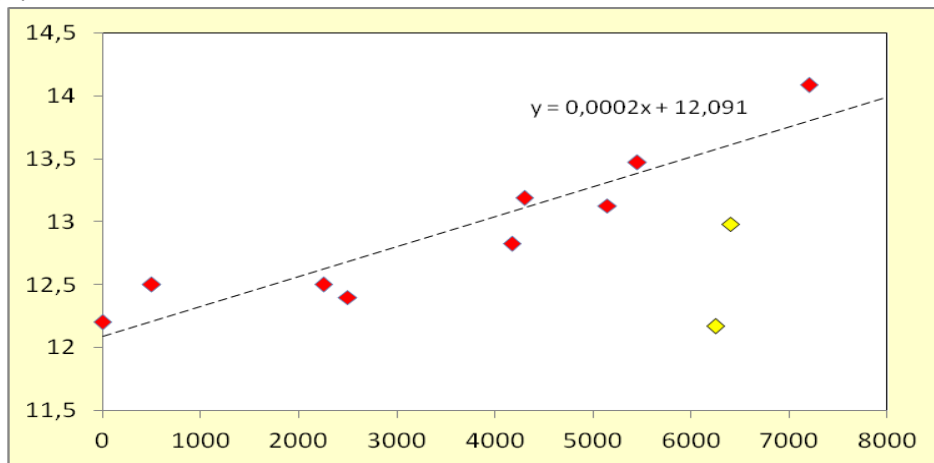


Рис. 11. Эмпирическая зависимость между температурой вод (ось ординат, °С) карстовых источников в долине р. Абдалка и их удаленностью (ось абсцисс, м) от истока.

Нарушающие закономерность понижения температуры в одном случае связаны с 1,5-километровым подземным движением вод, поглощенных в поноре Раков и их соответствующим охлажденным состоянием на выходе в источнике Верхний ключ, а в другом, с подтоком более холодных вод в источники Ковчег и Мостовой с правобережья из микрорайона Красной горки и Загородного. Если эти источники правобережья (показаны желтыми точками на рис. 11) удалить из анализируемой выборки, теснота связи между температурой и расстоянием увеличивается до $r = 0,93$.

Результаты гидрохимических и гидрофизических исследований в бассейне р. Абдалка резюмирует график термо- и хемогенеза подземных вод (рис. 12). Он иллюстрирует, как между собой взаимосвязаны осадки, воды областей питания, транзита, разгрузки и включенные в анализ утечки из водонесущих сетей города. Первый и последний объекты формируют независимые линии метаморфизма подземных вод.

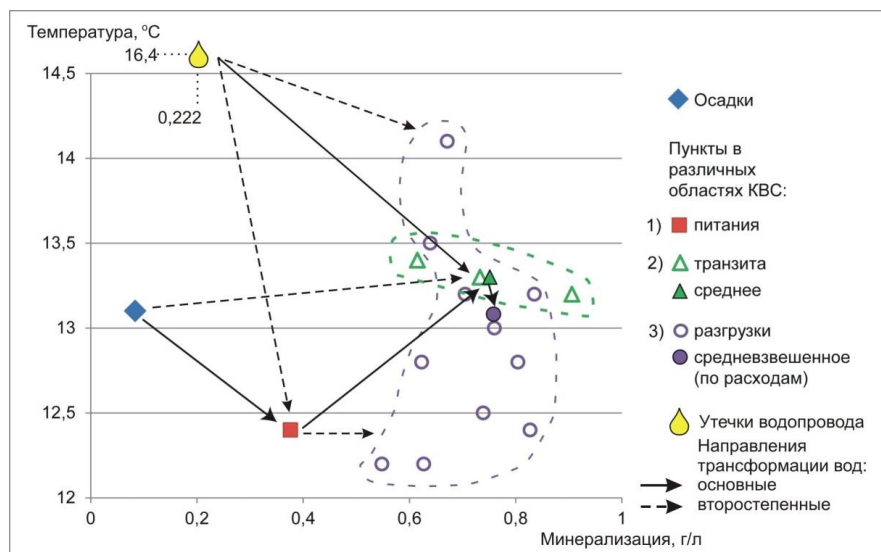


Рис. 12. Ход термохимической трансформации подземных вод в бассейне р. Абдалка.

Осадки, трансформируясь в инфильтрационные воды, наиболее успешно пополняют среднеэоценовый водоносный горизонт в области питания, где для этого имеются максимально благоприятные условия (высокая трещиноватость и закарстованность пород, отсутствие или маломощность почвенного покрова и др.). В водоносный горизонт области транзита осадки могут попадать с меньшей долей вероятности. Лимитирующими факторами здесь выступают буферная функция относительно мощных почв, высокая антропогенная зарегулированность стока, снижение количества осадков и увеличение испарения. По основному направлению трансформации осадков наблюдается устойчивый рост минерализации и скачкообразный ход температуры на всем пути движения вод к области разгрузки. Ход метаморфизма осадков, выпадающих над областью транзита, отличается ростом минерализации и температуры.

Трансформация антропогенных утечек, которые отличаются высокой средней температурой (16,4 °C) и низкой средней минерализацией (0,222 г/л) происходит относительно простым путем. Независимо от характера направления она сопровождается повышением минерализации и падением температуры вод. Основная доля утечек происходит в наиболее заселенных и обеспеченных водонесущими коммуникациями областях транзита и разгрузки. В области питания такие сети отсутствуют, и направление поддерживается только за счет сезонных поливов привозной водой на дачах Каменского массива.

Обращает на себя внимание наложение термохимических полей и близость «центров тяжести» области транзита и разгрузки. Это еще раз свидетельствует о том, что питание карстовых источников в долине р. Абдалка осуществляется водами среднеэоценового водоносного горизонта, анализируемые свойства которого формируются в основном в области транзита. Почти все источники лежат в диапазоне минерализации, обусловленном водами области транзита. Из температурного диапазона выбивается источник Титова, обладающий самыми теплыми водами, и источники верхней и средней части долины, имеющие на 0,3–1,2 °С более холодную воду, чем среднее значение области транзита. В отношении первого следует отметить, что его термогенез связан с водами антропогенных утечек в значительно большей степени, чем у источников с температурой близкой к подземным водам области транзита. Термогенез остальных источников с температурами ниже, чем у вод области транзита, может быть объяснен только влиянием холодных вод области питания. Такое влияние, передающееся от области питания к области разгрузки и не подвергающееся существенному изменению со стороны вод области транзита, возможно при наличии хорошо канализованных и вероятно изолированных систем стока с быстрой передачей температурного сигнала. В соответствии с графическими данными (рис. 12) с такими системами подземного стока с большой степенью вероятности связаны источники Исток, Каптаж, Верхний и Белый ключ и Белый–2, с меньшей степенью – Мостовой и Ковчег.

ВЫВОДЫ

Проведенные многолетние наблюдения за подземными водами в долине р. Абдалка и выполненный по ним анализ позволяет сформулировать несколько основных выводов.

1. Для бассейна р. Абдалка рассмотрен 5-летний ход температуры воздуха, относительной влажности, количества осадков и мощности снега – метеозлементов, играющих ключевую роль в формировании запасов и режима подземных вод. Подтверждены их известные региональные закономерности распределения и взаимосвязи. Из особенностей следует выделить наметившиеся за 5-летие тенденции к слабому снижению относительной влажности и влагозапасов в снеге и увеличению температуры воздуха и количества осадков. Отмечается усиление антропогенного влияния на подземные воды, связанное с поливами (дачи) и утечками из водонесущих сетей города.

2. Бассейн р. Абдалка располагается на структурном склоне куэстового массива Внутренней гряды Крыма. Горные породы и подземные воды, циркулирующие в них, представляют собой карстово-водоносную систему, состоящую из трех функционально взаимосвязанных элементов: области питания, области транзита, и области разгрузки. Для каждой области характерны конкретные процессы формирования гидрохимических, гидрофизических и гидродинамических полей,

которые исследовались посредством мониторинга электропроводности, минерализации, температуры и расхода воды.

3. В области питания КВС бассейна р. Абдалка происходит пополнение эоценового водоносного горизонта за счет инфильтрационных и инфлюационных вод. В зависимости от сезона года и температуры осадков происходит нагревание или охлаждение инфильтрационных вод на пути движения к водоносному горизонту. В целом за год здесь преобладает охлаждение вод, 5-кратное снижение годовой амплитуды температуры по сравнению с осадками, но сохраняется синхронная поверхности термическая цикличность. Для вод эоценового водоносного горизонта наблюдается 4-кратный рост электропроводности и минерализации и существенное снижение их внутригодовой вариативности.

4. В области транзита осуществляется движение карстовых вод в водоносном горизонте к месту своей разгрузки. Здесь располагаются основные резервуары, выполняющие функции накопления, перераспределения, сохранения и сброски подземных вод. От области питания к области транзита фиксируется прирост значений всех анализируемых показателей в 1,2–1,3 раза. Для области транзита характерны их максимальные вертикальные и минимальные горизонтальные градиенты. Режим параметров в обеих областях имеет больше черт сходства, чем различий (например, для температуры – совпадение максимумов в августе при низком наполнении системы и минимумов в зимне-весеннее время с разницей в 1 месяц при высоком наполнении, для электропроводности и минерализации – совпадение минимумов в мае-июле с разницей в 1 месяц).

5. В области разгрузки происходит полный или частичный выход карстовых вод на поверхность. В бассейне р. Абдалка насчитывается 11 карстовых источников, приуроченных к руслу или пойме долины и дренирующих воды эоценового водоносного горизонта. Большинство из них расположены парно вблизи устьев консеквентных балок, впадающих в р. Абдалка. Близкое расположение парных источников связывается с зонами повышенной трещиноватости, контролирующими положение балок, и обеспечивает их сходные режимы температур и водности. Режимы электропроводности и минерализации у таких источников могут отличаться. Между всеми источниками бассейна распределение этих параметров и расходов не выявляет каких-либо закономерностей. Это указывает на то, что движение и разгрузка карстовых вод в КВС бассейна р. Абдалка осуществляется по сети обособленных трещинных зон, имеющих собственные микроводосборы и условия формирования гидрохимических показателей.

От области транзита к области разгрузки наблюдается падение значений всех анализируемых показателей, кроме расхода. Среди возможных причин такой ситуации – влияние конденсационного стока, антропогенных утечек и полива, подпитка речными водами, прошедшими гидрохимическую трансформацию в ставках – естественных отстойниках и испарителях.

Необходимы дальнейшие исследования подземных вод бассейна р. Абдалка и смежных водосборов с привлечением новейших методов изотопно-гидрохимического мониторинга и моделирования.

ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ КАРСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р. АБДАЛКА (ПРЕДГОРНЫЙ КРЫМ)

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Совета Министров Республики Крым в рамках научного проекта № 18-45-910007, код р_а.

Список литературы

1. Амеличев Г. Н., Олиферов А. Н., Новикова Ф. Н. Гидрологические особенности реки Абдалка (Симферополь) в области питания артезианского бассейна Равнинного Крыма // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Т. 3 (69). №1. 2017. С. 161–176.
2. Амеличев Г. Н., Токарев С. В., Вахрушев Б. А. Химическая денудация как показатель активизации карста в пределах урбанизированных территорий Крыма (на примере восточной части Симферополя) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Т. 3 (69). №1. 2017. С.177–191.
3. Амеличев Г.Н., Галкина М.В. Карст и подземные воды в истоке р. Абдалка (Симферополь, Крым) / Сб. тезисов участников IV научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского», Т. 2. Таврическая академия. Симферополь, 2018. С.275–276.
4. Амеличев Г.Н., Галкина М.В. Генезис и современное состояние карста в истоке р. Абдалка (Симферополь, Крым) / Сборник трудов IV Научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки крымского федерального университета им. В.И. Вернадского», Симферополь, 10 – 17 октября 2018 г. Симферополь, 2019. С.31–37.
5. Амеличев Г.Н. Подземные карстовые воды в верхнем течении р. Абдалка (Симферополь, Предгорный Крым) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Т. 4 (70). № 3. 2018. С. 230–261.
6. Тимченко З.В. Реки Симферополя // Устойчивый Крым. Симферополь – южная столица. Киев-Симферополь: Сонат, 2001. С.264–275.
7. Вазов В.И. Целебный климат. Симферополь: Таврия, 1979. 80 с.
8. Ведь И.П. Климатический атлас Крыма. Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. 120 с.
9. Бабков И.И. Климат Крыма. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 88 с.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1966. Т.6. Вып.4. 345 с.
11. Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма / Под ред. К.Т. Логвинова, М.Б. Барабаш. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 317 с.
12. Широков О.В. Абдал (Загородное, Белое) — «неуклюжий» район Симферополя // Информационно-аналитическая газета «Крымское эхо», 8 сентября, 2012.
13. Дублянский В.Н., Кикнадзе З.К. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. М.: Наука, 1984. 128 с.
14. Дублянский В.Н. Карстовые пещеры и шахты Горного Крыма. Л.: Наука, 1977. 180 с.
15. Караванов К.П. Бассейны подземных вод горно-складчатых областей восточной Азии. М.: Наука, 1977. 142 с.
16. Максимович Г.А. Основы карстоведения. Т.2. Пермь, 1969. 529 с.
17. Dublyansky Y.V., Klimchouk A.B., Tokarev S.V., Amelichev G.N., Langhamer L., Spötl C. Stable isotopic composition of atmospheric precipitation on the Crimean Peninsula and its controlling factors // Journal of Hydrology, 565 (2018) 61–73.
18. Дублянский Ю.В., Климчук А.Б., Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Шпётль К. Изотопный состав атмосферных осадков и карстовых источников северо-западного склона Крымских гор // Спелеология и карстология. №9, 2012. С.14–21.
19. Дублянский Ю.В., Климчук А.Б., Токарев С.В., Амеличев Г.Н., Шпётль К. Результаты режимных измерений изотопных характеристик атмосферных осадков Крыма в 2010–2014 гг. // II Крымские карстологические чтения: Изучение и использование естественных и искусственных подземных пространств и закарстованных территорий. Симферополь, 2018. С. С.83–87.

20. Тимофеев Д.А., Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З. Терминология карста. М.: Наука, 1991. 260 с.
21. Шутов Ю.И. Заключение о происхождении карстового провала на территории спецавтобазы «Укрмясомолтранс» // Фонды Института минеральных ресурсов. Симферополь, 1981. 4 с.
22. Амеличев Г.Н., Дмитриева А.Ю., Самохин Г.В. Гипогенный карст Симферополя (Предгорный Крым) и его эволюция // Спелеология и карстология. № 8, 2012. С.50–62.

FORMATION AND REGIME OF KARST GROUNDWATERS IN THE BASIN OF ABDALKA RIVER (PIEDMONT CRIMEA)

Amelichev G. N.¹, Tokarev S. V.¹, Tokarev I. V.²

¹*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea*

²*Science Park of St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

E-mail: lks0324@yandex.ru

The article presents the results of a 5-year monitoring of the specific electrical conductivity, mineralization, temperature and flow of groundwater within the basin of the Abdalka river in Simferopol. The influence of climatic factors (air temperature, precipitation and snow thickness) on the formation of water reserves and their regime is considered. The tendencies to a weak decrease in relative humidity and moisture reserves in the snow and an increase in air temperature and precipitation are outlined during the period of observation. An increase in the anthropogenic effect on groundwater associated with the growth of anthropogenic runoff is noted.

Three functionally interrelated elements of the karst-aquifer system of the basin are distinguished: the areas of recharge, transit and discharge of karst waters. In the recharge area, the Eocene aquifer is replenished by meteoric waters. Compared with precipitation, there is a decrease in the temperature of infiltration waters, an increase in mineralization and electrical conductivity, a decrease in the variability of all indicators. In the transit area, where the main reservoirs are located, performing the functions of accumulation, redistribution, preservation and further transportation of groundwater, an increase in the values of all analyzed indicators is recorded. Regimes of recharge and transit areas have more similarities than differences. In the discharge area, the karst waters resurge completely or partially. There are 11 karst springs located to riverbed or floodplain of the valley and draining the waters of the Eocene aquifer in the basin of the Abdalka river. Most of them have a similar thermal regime and significant differences in the formation of the electrical conductivity and mineralization regime. From the upper reaches of the valley to the lower reaches, a regular rise in the temperature of the water sources is observed, which is associated with an increase in the proportion of warm summer precipitation and the amount of anthropogenic recharge.

An expressive hydrothermic inter- and intra-annual cyclicity has been established for the groundwater of all three areas. A graph of thermochemical metamorphism of groundwater in the Abdalka river has been built, which demonstrates the main and secondary directions of changes in their temperature and mineralization from the recharge area to the discharge area. This information is the base for the further formulation of the mixing equations for

different types of waters and the determination of their volumetric characteristics in water-balance studies.

Further study of groundwater in the basin of Abdalka river and adjacent watersheds involving of the latest methods of isotope-hydrochemical monitoring and modeling are needed.

Keywords: groundwater, karst-aquifer system, groundwater runoff, recharge, transit, discharge, karst spring, regime, Abdalka river, Simferopol.

References

1. Amelichev G. N., Oliferov A. N., Novikova F. N. Gidrologicheskie osobennosti reki Abdalka (Simferopol') v oblasti pitaniya artezijskogo bassejna Ravninnogo Kryma (Hydrological features of the Abdalka river (Simferopol) in recharge area of the Plain Crimea artesian basin). Uchjonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografija. Geologija, V. 3(69), no 1, 2017, pp. 161–176 (in Russian).
2. Amelichev G. N., Tokarev S. V., Vahrushev B. A. Himicheskaja denudacija kak pokazatel' aktivizacii karsta v predelah urbanizirovannyh territorij Kryma (na primere vostochnoj chasti Simferopolja) (Chemical denudation as an indicator of activation of karst in the urban areas of the Crimea (for the eastern part of Simferopol as example). Uchjonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografija. Geologija, V. 3(69), no 1, 2017, pp. 177–191 (in Russian).
3. Amelichev G.N., Galkina M.V. Karst i podzemnye vody v istoke r. Abdalka (Simferopol', Krym) (Karst and groundwater in the head of the Abdalka river (Simferopol, Crimea). Sb. tezisov uchastnikov IV nauchno-prakticheskoy konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, aspirantov, studentov i molodyh uchenyh «Dni nauki KFU im. V.I. Vernadskogo», V. 2. Tavricheskaja akademija. Simferopol', 2018, pp. 275–276 (in Russian).
4. Amelichev G.N., Galkina M.V. Genesis i sovremennoe sostojanie karsta v istoke r. Abdalka (Simferopol', Krym) (Genesis and current state of karst in the head of the Abdalka river (Simferopol, Crimea). Sbornik trudov IV Nauchno-prakticheskoy konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, aspirantov, studentov i molodyh uchenyh «Dni nauki krymskogo federal'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo», Simferopol', 10 – 17 oktjabrja 2018 g. Simferopol', 2019, pp. 31–37 (in Russian).
5. Amelichev G.N. Podzemnye karstovye vody v verhnem techenii r. Abdalka (Simferopol', Predgornyj Krym) (Karst groundwater in the upper reach of the Abdalka river (Simferopol, the Crimean Piedmont). Uchjonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografija. Geologija, V. 4(70), no 3, 2018, pp. 251–267 (in Russian).
6. Timchenko Z.V. Reki Simferopolja (The rivers of Simferopol). Ustojchivyy Krym. Simferopol' – juzhnaja stolica. Kiev-Simferopol': Sonat (Publ.), 2001, pp. 264–275 (in Russian).
7. Vazhov V.I. Celebnyj klimat (Healing climate). Simferopol': Tavrija (Publ.), 1979, 80 p. (in Russian).
8. Ved' I.P. Klimaticheskij atlas Kryma (The climatic atlas of Crimea). Simferopol': Tavrija-Pljus (Publ.), 2000, 120 p. (in Russian).
9. Babkov I.I. Klimat Kryma (Climate of Crimea). L.: Gidrometeoizdat (Publ.), 1961, 88 p. (in Russian).
10. Resursy poverhnostnyh vod SSSR (The resources of surface waters of the USSR). L.: Gidrometeoizdat (Publ.), 1966, V.6, Vyp.4, 345 p. (in Russian).
11. Klimat i opasnye gidrometeorologicheskie javlenija Kryma (The climate and the dangerous phenomena of Crimea). Pod red. K.T. Logvinova, M.B. Barabash. L.: Gidrometeoizdat (Publ.), 1982, 317 p. (in Russian).
12. Shirokov O.V. Abdal (Zagorodnoe, Beloe) — «neukljuzhij» rajon Simferopolja (Abdal (Zagorodnoe, Beloe) – a «clumsy» district of Simferopol). Informacionno-analiticheskaja gazeta «Krymskoe jeh», 8 sentjabrja, 2012 (in Russian).

13. Dubljanskij V.N., Kiknadze Z.K. *Gidrogeologija karsta Al'pijskoj skladchatoj oblasti juga SSSR* (Karst hydrogeology of the Alpine folded area of the southern USSR). M.: Nauka (Publ.), 1984, 128 p. (in Russian).
14. Dubljanskij V.N. *Karstovye peshhery i shahty Gornogo Kryma* (Karst caves and pits of the Mountain Crimea). L.: Nauka (Publ.), 1977, 180 p. (in Russian).
15. Karavanov K.P. *Bassejny podzemnyh vod gorno-skladchatyh oblastej vostochnoj Azii* (Groundwaters basins of the mountain-folded areas of Eastern Asia). M.: Nauka (Publ.), 1977, 142 p. (in Russian).
16. Maksimovich G.A. *Osnovy karstovedenija* (The elements of karstology). V.2. Perm', 1969, 529 p. (in Russian).
17. Dublyansky Y.V., Klimchouk A.B., Tokarev S.V., Amelichev G.N., Langhamer L., Spötl C. Stable isotopic composition of atmospheric precipitation on the Crimean Peninsula and its controlling factors. *Journal of Hydrology*, 2018, 565, pp. 61–73 (in English).
18. Dubljanskij Ju.V., Klimchuk A.B., Amelichev G.N., Tokarev S.V., Shpjotl' K. *Izotopnyj sostav atmosferynyh osadkov i karstovyh istochnikov severo-zapadnogo sklona Krymskih gor* (Isotopic composition of atmospheric precipitation and karstic springs of the north-west slope of the Crimean Mountains). *Speleologija i karstologija*, 2012, no 9, pp. 14–21 (in Russian).
19. Dubljanskij Ju.V., Klimchuk A.B., Tokarev S.V., Amelichev G.N., Shpjotl' K. *Rezultaty rezhimnyh izmerenij izotopnyh harakteristik atmosferynyh osadkov Kryma v 2010–2014 gg.* (The results of systematic analyses of isotopes in meteoric precipitation of Crimea in 2010–2014). II *Krymskie karstologicheskie chtenija: Izuchenie i ispol'zovanie estestvennyh i iskusstvennyh podzemnyh prostranstv i zakarstovannyh territorij*. Simferopol', 2018, pp. 83–87 (in Russian).
20. Timofeev D.A., Dubljanskij V.N., Kiknadze T.Z. *Terminologija karsta* (Terminology of karst). M.: Nauka (Publ.), 1991, 260 p. (in Russian).
21. Shutov Ju.I. *Zakljuchenie o proishozhdenii karstovogo provala na territorii specavtobazy «Ukrmjasomoltrans»* (The conclusion of origin of karst collapse on territory of the motor depot «Ukrmjasomoltrans»). *Fondy Instituta mineral'nyh resursov*. Simferopol', 1981, 4 p. (in Russian).
22. Amelichev G.N., Dmitrieva A.Ju., Samohin G.V. *Gipogennyj karst Simferopolja (Predgornyj Krym) i ego jevoljucija* (Hypogene karst of Simferopol (Piedmont Crimea) and its evolution). *Speleologija i karstologija*, 2012, no 8, pp. 50–62 (in Russian).

Поступила в редакцию 09.04.2019

УДК 551.44

РЕЛИКТОВЫЙ КАРСТ В БАССЕЙНЕ Р. ЗУЯ (РЕСПУБЛИКА КРЫМ)

***Амеличев Г. Н., Токарев С. В., Самохин Г. В., Вахрушев Б. А., Науменко В. Г.,
Амеличев Е. Г.***

***ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Российская Федерация
E-mail: lks0324@yandex.ru***

Статья посвящена изучению пространственного размещения реликтовых гипогенно-карстовых образований в бассейне р. Зуя (Предгорный Крым). Выделено три геоморфологических района, отличающихся историей развития, характером рельефа и особенностями современного состояния реликтового карста. В каждом районе выявлены типичные участки, на примере которых рассмотрены особенности заложения, морфологии и обстановки функционирования гипогенно-карстовых систем бассейна.

Ключевые слова: реликтовый карст, гипогенный спелеогенез, пещерный кластер, генетический индикатор, Зуя, Крым.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с «неожиданным» открытием в 2018 г. крупнейшей в Предгорном Крыму гипогенно-карстовой пещеры Таврида под строящейся одноименной федеральной трассой, встал вопрос о распространенности подобных образований на полуострове, условиях их формирования, времени и обстановках заложения и функционирования как особых геоморфологических и гидрогеологических систем.

С кавычками к слову «неожиданный» связана двусмысленность, суть которой заключается в следующем. Неожиданным открытие пещеры явилось для строителей трассы, несмотря на комплекс проведенных предварительных инженерно-геологических изысканий. Для специалистов, занимающихся изучением гипогенного спелеогенеза и созданных им форм, появление этой полости было закономерным и прогнозируемым.

Концепция гипогенного спелеогенеза зародилась более 30 лет назад и благодаря усилиям карстологов и спелеологов всего мира быстро завоевала популярность и обоснованно заняла свое место в генетической классификации карстовых объектов. Тем не менее, идеи карстового гипогенеза еще слабо внедряются при подготовке специалистов и, как следствие, не используются производителями при оценке карстоопасности хозяйственных объектов.

Гипогенный карст, процессуально мало отличаясь от традиционно рассматриваемого эпигенного карста, обладает рядом особых черт и условий, которые детально рассмотрены в работах А.Б. Климчука с соавторами [1-5]. Критерии идентификации гипогенного карста, объединенные в группы гидрогеологических, спелеоморфогенетических, минералого-спелеоседиментологических и изотопно-геохимических индикаторов, разработаны и апробированы тем же коллективом авторов в значительной мере на крымском материале [6-9] при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Открытие пещеры Таврида и ее предварительное изучение выявило практически весь комплекс атрибутивных признаков гипогенного спелеогенеза [10-12]. Полость является уникальным депозитарием палеогеографической информации, которая открывает широкие перспективы для новых трактовок происхождения и эволюции не только карстовых систем бассейна р. Зуя, но и геологических и геоморфологических структур Крыма. Пещера Таврида занимает ключевое положение в региональной карстовой водообменной системе Крыма и является связующим звеном между питающими водоносными системами Горного Крыма и аккумулирующими водоносными комплексами Равнинного Крыма. Спелеогенез, сопровождавший водообмен, отразил все происходившие в региональной системе события в виде полостных форм, их функциональной организации и комплекса пещерных отложений. Аналогичные процессы и явления должны были происходить и на других участках в бассейне р. Зуя.

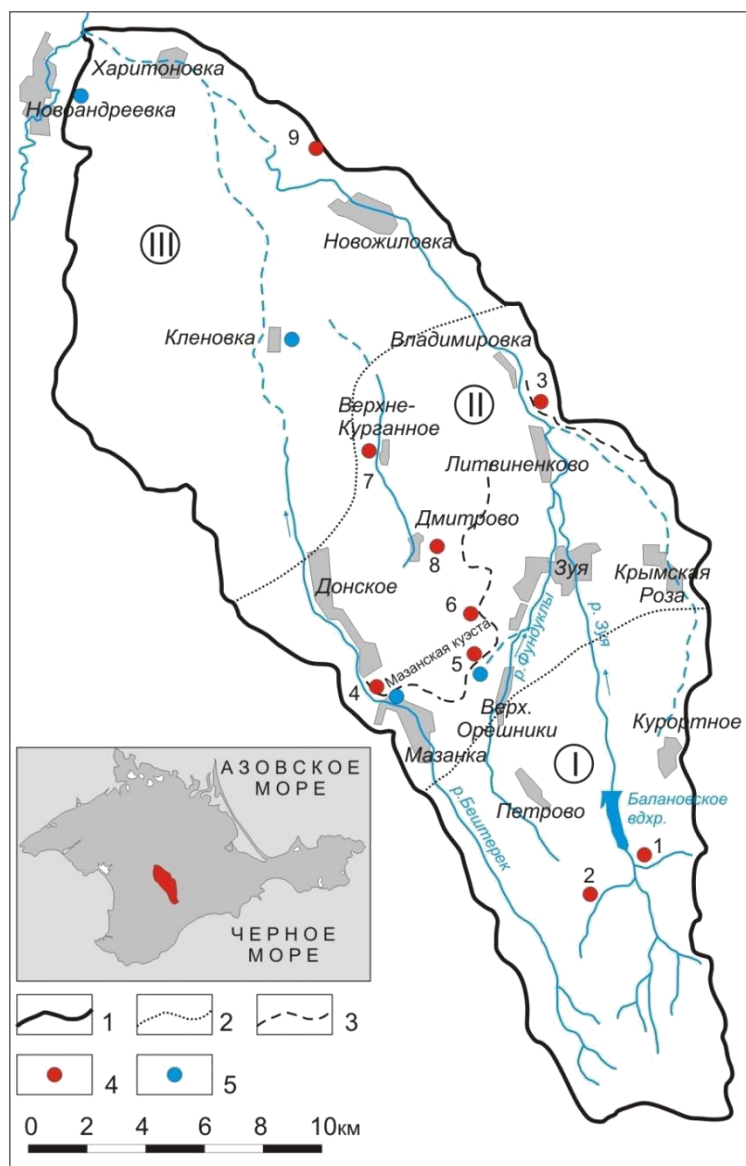
В связи с изложенным цель настоящей статьи состоит в выявлении и анализе всего комплекса карстовых форм, обладающих признаками гипогенеза, в пределах горной, предгорной и равнинной частей бассейна р. Зуя. К задачам, решаемым в ходе исследования, относились: установление генетической принадлежности закарстованных участков, выявление общих и частных черт их заложения, морфологии, функциональной организации и др.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Выбранный в качестве объекта исследования бассейн р. Зуя относится к системе речных бассейнов, дренирующих центральную часть северного макросклона Крымских гор (рис. 1). Долина Зуи и ее крупного притока р. Бештерека пересекают все три структурные области полуострова – Горный, Предгорный и Равнинный Крым. В первых двух областях они образуют глубокие эрозионные врезы с обрывистыми склонами и участками обнажений закарстованных известняков. Выйдя на равнину, долины Зуи и Бештерека приобретают корытообразный поперечный профиль и постепенно теряют свой сток в покрове маломощных таврских глин и алевроитов. Обе долины дают хорошее представление о глубинном строении и характере закарстованности толщи растворимых пород. Они являются источником информации об организации первичной и последующих обстановок водообмена и формировании полей фильтрации на разных структурных участках макросклона в различные эволюционные этапы развития карста.

Гипогенный карст горной части бассейна

Согласно схеме карстологического районирования Крыма [13] бассейн р. Зуя входит в состав Долгоруковского и Салгирско-Индольского карстовых районов Горно-Крымской области, Симферопольского карстового района Предгорно-Крымской области и Центрально-Крымского карстового района Равнинно-Крымской карстовой области.



Границы: 1 – бассейна, 2 – карстовых областей (I – Горно-Крымской, II – Предгорно-Крымской, III – Равнинно-Крымской); 3 – бровка Внутренней гряды, 4 – гипогенно-карстовые кластеры (1 – Киик-Кобинский, 2 – Карлы-Каинский, 3 – Кентугайский, 4 – Бештерекский, 5 – Фундуклинский, 6 – Тавридский, 7 – Осминский, 8 – Дмитровский, 9 – Казань-Берлицкий), 5 – напорные и гидротермальные водопроявления.

Рис. 1. Бассейн р. Зуя и проявления реликтового гипогенного карста.

Исследования карста в бассейне р. Зуя до настоящего времени носят эпизодический характер. В научно-производственных отчетах Института минеральных ресурсов [14, 15] и Симферопольского госуниверситета [16], в пределах водосборов Зуи упоминается лишь поверхностный карст. В последнее десятилетие в горной части бассейна активизировались спелеологические исследования, в результате которых с новых карстологических позиций была описана палеолитическая пещерная стоянка Киик-Коба [17], открыто несколько туфовых площадок и карстовых источников, имеющих безнапорную нисходящую склоновую разгрузку [18]. С 2010 г. и позднее исследованиями карста в долине р. Зуя занимались сотрудники Украинского института спелеологии и карстологии (УИСК) ТНУ [19]. Карстопроявления в междуречье Бештерека и Зуи рассматривались географами Крымского федерального университета [20].

По результатам полевых исследований в бассейне р. Зуя установлен комплекс карстопоявлений, характер расположения которых, геолого-структурные и гидрогеологические условия, морфология полостных форм, а также набор других атрибутивных признаков, позволяют идентифицировать их как имеющие гипогенный генезис. Обследование верховий долины выявило два таких местоположения, которые в соответствии с карстологической терминологией получили названия пещерных кластеров.

Киик-Кобинский пещерный кластер представляет собой закарстованный участок нижнемеловых известняков на южном склоне г. Орлиная (576 м) у слияния р. Зуя и ручья Тав-Чоюнчи выше Балановского водохранилища.

Пещера Киик-Коба заложена в обрыве у мысовой части г. Орлиная на абсолютной высоте 515 м. Ее морфология довольно проста (рис. 2).

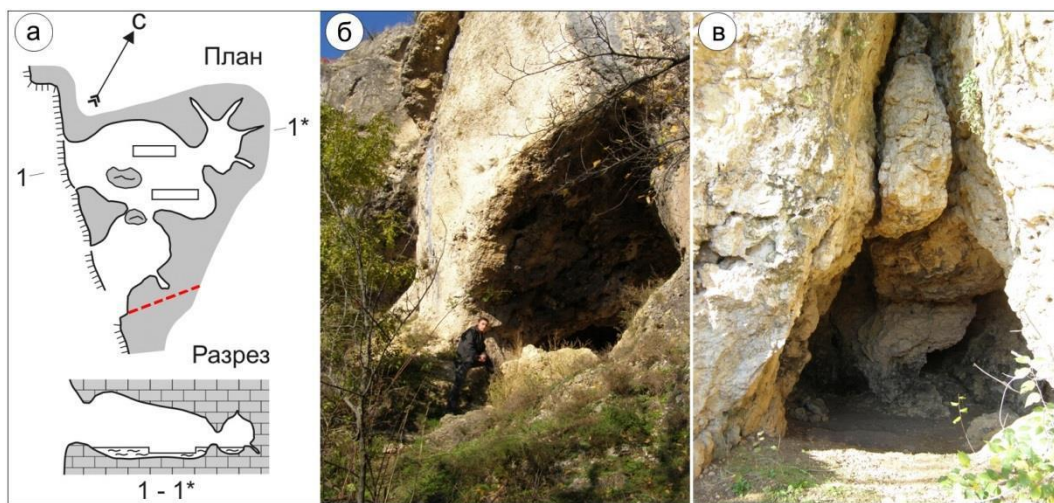


Рис. 2. Морфология пещеры Киик-Коба (а, б) и соседних гротов (в) [17].

Полость состоит из трех залов, два из которых имеют выходы на склон. Первый зал представляет собой высокий (до 5 м) овальной формы портал со сводами и стенами, изъеденными растворением. Пол зала субгоризонтальный, с небольшим подъемом в глубину. Потолок в этом же направлении понижается, а в 2 м от соединения с большим залом вновь поднимается, образуя у прохода небольшую сферообразную камеру. В правой по ходу стенке имеется сеть лабиринтовых каналов, больший из которых имеет диаметр 0,5 м. Все каналы уходят вглубь известнякового мыса в направлении тектонической трещины, ограничивающей грот с юга. Соединение привходового зала с большим залом имеет овальную форму и размеры по высоте 1,5 м, по ширине – 2 м. Проход наполовину перегороджен глыбой известняка.

Главный зал Киик-Кобы вытянут с запада на восток на 10 м. Ширина зала составляет 7-8 м, высота свода 6 м. Западный конец зала имеет выход на обрывистый склон. Свод со следами ожелезнения плавно опускается в глубину пещеры. На всем протяжении его сопровождает крупная трещина, секущая слабо выраженные пласты известняка. В морфологии главного зала присутствуют разной величины каналы, отверстия, зоны губчатого растворения. В восточной части зала имеется крупная сферическая ниша, а рядом вход в дальний, самый малый зал. Пол главного зала состоит из пылевато-щебнистого субстрата. Он имеет неровную поверхность с линейно вытянутым возвышением в центральной части и углублениями у северной и южной стен. Это следы раскопок, проводившихся в 1924-1926 гг. Г.А. Бонч-Осмоловским (на плановой схеме показаны прямоугольниками). Дальний малый зал также имеет сферическую форму и размеры 3×3 м при высоте 2,5 м. В стенах зала имеется 4 узких хода, выклинивающихся в глубину массива, частично заполненных мелкоземом. Свод зала представляет собой напорный купол, заложенный в брекчиевидном известняке. Стены под сводом несут следы губчатого и ячеистого растворения. В 50 м южнее Киик-Кобы, ближе к мысу расположен еще один грот, имеющий сферообразную форму с серией уходящих в глубь массива пещеристых каналов, образующих лабиринт. В своде грота имеется вертикальный канал, резко заканчивающийся под вышележащим пластом более плотного известняка. Отдельные участки полости сформированы в крепкой известняковой брекчии, в которой, несмотря на завуалированность процессами выветривания, просматривается гипогенная морфология (купола, ниши, питающие каналы, фрагменты подвесок и др.). Здесь же наиболее часты обнажения со следами губчатого растворения. На окончании мыса и вдоль всей стенки южного обрыва наблюдаются следы активного растворения в виде глубоких линейно вытянутых ниш и карнизов с фрагментами густо перфорированной известняковой брекчии, гротов и небольших пещер с треугольными и чечевицеобразными поперечными сечениями и выклинивающимися вверх сводовыми трещинами. Для всех отмеченных карстопроявлений характерна четкая литологическая приуроченность к пачке органогенных и обломочных известняков, моноклинально падающей вместе с подстилающими и перекрывающими плотными песчанистыми известняками к

северу-северо-западу. В этом же направлении снижаются абсолютные отметки входов пещер и гротов, вскрытых западным обрывом скального мыса. Пещерные образования в этой пачке сосредоточены вокруг вертикальных трещин, секущих всю карбонатную толщу мыса. Сами полости, зоны ячеистого и губчатого растворения, участки повышенной перфорированности пород образуют вокруг секущих разрывов своеобразные ареалы кавернозности и зоны разуплотненных растворением пород.

Пол большинства отмеченных подземных форм расположен на кровле подстилающих плотных известняков, которые образуют на обрыве горизонтальную ступень. Здесь при восходящем переливе по секущей трещине располагались зоны конвергенции, гидрохимического взаимодействия вод глубокой напорной системы и мелких систем пластового стока и геохимического преобразования горных пород. В результате коррозии смешивания в первую очередь растворялись породы приконтактной зоны. Вверх по трещине агрессивность вод экспоненциально убывала, в результате чего формировался треугольный поперечный профиль многих полостей участка. В случае, если область наибольшего падения пластового давления вод находилась в стороне от питающего канала (трещины), возникала латеральная циркуляция с формированием горизонтальных переточных каналов, со временем превращающихся в лабиринтовую систему. И тот, и другой случай хорошо представлен в массиве г. Орлиной. Наличие частично заполняющей полость брекчии может свидетельствовать о близком нахождении тектонического экрана (барража), который способствовал формированию восходящих потоков подземных вод, двигавшихся с юга. Куэстообразный характер окружающей местности косвенно подтверждает это предположение.

Карлы-Каинский кластер располагается в 1,5 км к юго-западу от Киик-Кобы на левом берегу р. Зуя. Его изучение только начато. По предварительным данным здесь встречен ярко выраженный комплекс реликтовых мезоформ, образованных восходящими потоками и вскрытых блоковыми отседаниями склона над ручьем Матай.

Гипогенный карст предгорной части

Карстовые явления в Предгорном Крыму долгое время оставались вне поля зрения исследователей. В основном научные сообщения по исследуемому участку были направлены на изучение литологии и стратиграфии пород [21, 22]. Только в 60-80-х гг. прошлого века активно изучать карст Крымского предгорья стал известный краевед, карстолог и спелеолог В.П. Душевский. Им впервые были коротко описаны и закартированы многие пещеры, расположенные в долинах прорыва рек, пересекающих Внутреннюю гряду [23]. Тем не менее, пещеры и гроты в долине р. Зуи не были упомянуты, несмотря на широкую известность пещеры-святилища Кырк-Азис. Только в начале 10-х гг. XXI в. эту местность стали тщательно изучать сотрудники УИСК ТНУ. Ими был открыт ряд небольших пещер в долине прорыва р. Зуя через Внутреннюю гряду у сел Литвиненково и

Владимировка [4, 19]. Позднее участок получил название Кентугайский пещерный кластер (по старому названию с. Литвиненково; рис. 1).

Кентугайский пещерный кластер представляет собой закарстованный участок вскрытой эрозией моноклинали, известняки которой содержат комплекс разнообразных по размерам и морфологии поверхностных и подземных карстовых форм. Все карстопоявления Кентугайского кластера заложены в толще эоценовых известняков, подстилаемых верхнемеловыми мергелями и перекрываемых известняками сармата. По субмеридиональному сбросу нижняя часть пещероносной толщи контактирует с отложениями мазанской свиты соседнего блока (западнее русла Зуи), откуда могли поступать напорные воды.

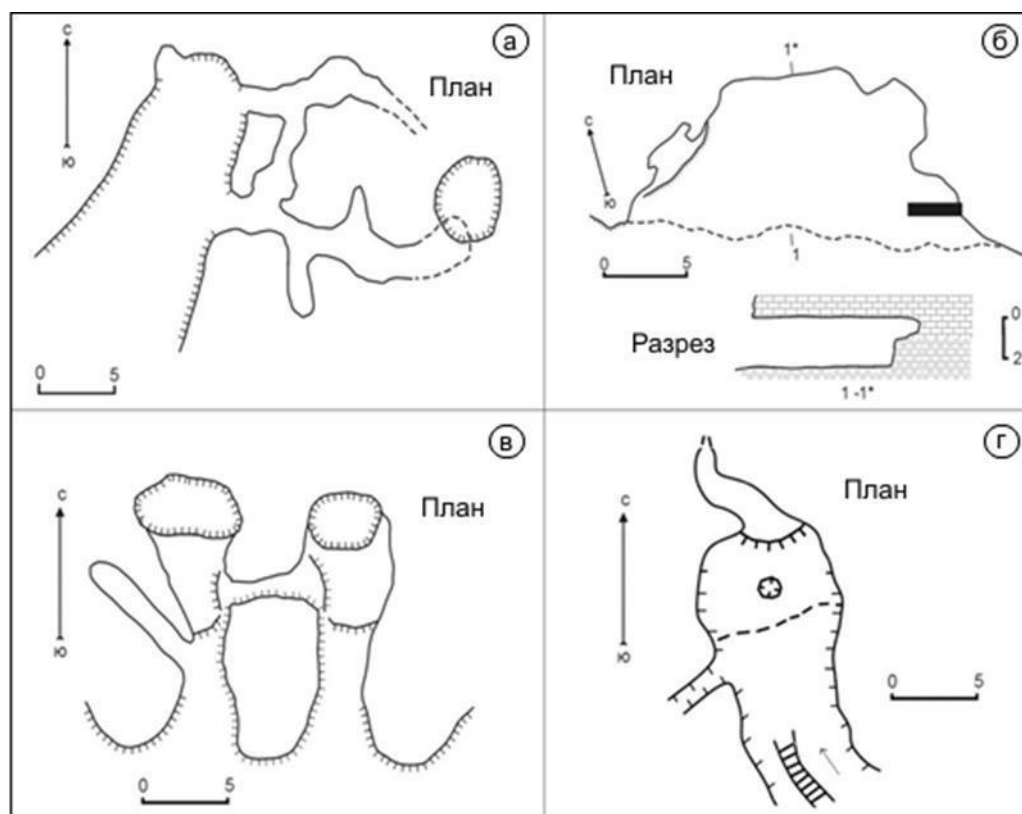
В пределах кластера выделяются северный, центральный и южный участки. Поверхностные формы северного участка обнажаются в береговых обрывах правобережья р. Зуя и представлены комплексом относительно крупных (до 4,2 м) ниш и мелких (3-10 см) каналово-полостных образований внутри первых или развивающихся самостоятельно. Отдельные ниши имеют подходящие снизу каналы-фидеры, которые выполняли функцию подачи напорного стока. В верхней части склона и на поверхности куэсты выделены вскрытые известняковые слои, подвергшиеся активному внутрипластовому растворению напорными водами и испещренные многочисленными мелкими (до 10 см в диаметре) переплетающимися каналами. В гидрогеологии карста происхождение таких участков связывается с эффектом коррозии смешивания глубинных трещинных и мелких пластовых вод.

Полевые исследования северного участка позволили выявить систему древних ныне раскрытых трещин-коридоров, представлявших в прошлом так называемые гидрогеологические рифты, по которым осуществлялась разгрузка восходящих напорных вод и вдоль которых формировалась сеть пещерных лабиринтов. После перехода на эпигенную стадию развития с нисходящей циркуляцией вод и вскрытия на поверхности, усилились процессы гравитационного разрушения склона долины. Гипогенные пещеры явились теми ослабленными зонами, по которым происходило блоковое отседание и обрушение склона.

Центральный участок начинается на севере от устья балки с кладбищем и заканчивается на юге у вершины Барут-Хане, неподалеку от пещеры Кырк-Азиз. Здесь поверхностные формы в обнажениях известняков на обрыве представлены стратиформными ячеистыми и губчатыми зонами с тафони разных размеров и форм, участками кавернозной каймы вдоль секущих пласты трещин и окаймловками разновеликих каверн и каналов вокруг входных отверстий пещер и их вскрытых фрагментов. Мелкие формы имеют четкую лито-стратиграфическую приуроченность, концентрируясь в слоях с высокой проницаемостью и растворимостью. Более плотные и менее проницаемые слои известняков «пробиваются» единичными субвертикальными округлыми и трещинными каналами, которые после раскрытия (блокового отседания) демонстрируют отчетливо выраженные морфоскульптуры напорно-конвекционного происхождения.

Большинство пещер находится в сильно разрушенном состоянии. Некоторые (Коровий грот) углублены человеком при добыче стройматериалов, обустройстве

загона для скота. Относительно хорошей сохранностью и выразительностью привходовой сети лазов отличается небольшая пещера в устье правобережной балки-притока, получившая название Лабиринт. У этой полости имеется три доступных входа, расположенных на расстоянии 5-20 м друг от друга. Два из них заложены в устьевом 3-метровом уступе балки на высоте 1,5-2 м от его основания, один – в днище небольшой карстовой воронки диаметром 3 м. Фрагментом гипогенной полости, разрушенной склоновыми процессами, является широко известная в Крыму культовая пещера Кырк-Азиз. В ней присутствует вскрытый на поверхность потолочный купол, привходовые зияющие каналы, сферический зал с вертикальной сомкнутой трещиной в своде и тупиковое замыкание. Морфология основных пещер участка представлена на рисунке 3.



Пещеры: а - Лабиринт, б - Коровий грот, в – Два колодца, г - Кырк-Азиз

Рис. 3. Планы и разрезы гипогенных пещер Кентугайского кластера

Интересным объектом, содержащим геохимические признаки гипогенного спелеогенеза, является Коровий грот. Это относительно крупная полость, заложенная на контакте верхнемеловых мергелей и известняков эоцена. Она представляет собой скальный козырек, протянувшийся в обрыве вдоль реки на 30-40 м и уходящий вглубь склона на 10 м. Высота входа от пола (в мергелях) до свода (в подошве известняков) составляет более 3 м. Вся контактная зона, содержащая многочисленные карманы (микроупола), вертикальные расширенные трещины и мелкие каналы, выполнена железосодержащими соединениями желто-коричневых оттенков. По предварительным данным кроме типичных минералов лимонита и гётита, здесь выявлены кварц и группа сульфатных соединений. Механизмы формирования такой ассоциации характерны для гидротермально-метасоматических систем [24, 25] с высоким содержанием H_2S , CO_2 и коллоидного железа. Согласно экспериментальным исследованиям, сернистые металлы в слабощелочной среде в присутствии свободного сероводорода образуют коллоидальные растворы (золи). При удалении H_2S они выпадают в осадок [26]. Источником железа могла служить позднеюрская кора выветривания метаморфических сланцев, залегающих под мел-палеогеновыми отложениями на глубинах более 230-300 м. Кора сильно пиритизирована, в верхней части представлена тонкодисперсным гётитом, распределенным в виде хлопьевидных сгустков. Исследованиями, выполненными Т.И. Добровольской с соавторами [27], установлено, что в верхней зоне коры выветривания железо накапливается и увеличивается по сравнению с нижними горизонтами в 2,5-3 раза. Отложение железистых соединений в гроте, вероятно, происходило в условиях начального открытия гипогенной системы на геохимическом барьере, обусловленном изменением кислотно-щелочного баланса в зоне смешивания восходящих трещинных и латеральных пластовых потоков вод при буферном влиянии известняка. Происхождение сульфатных минералов пока не поддается однозначной интерпретации. Однако в отличие от пещеры Таврида, где существенную роль в формировании сульфатов могла сыграть трансформация биохимического H_2S , связанного с эоплейстоценовым тафоценозом, в Коровьем гроте роль флюидного H_2S видится доминирующей. Дополнительным источником серы мог выступать пирит из позднеюрской коры выветривания.

Южный участок кластера изучен слабо в связи с сильным разрушением его поверхностных и подземных форм. Здесь, в стороне от других пещер, в заросшем шибляковым лесом устье правобережной балки-притока, располагается погребенная под глыбовыми развалами пещера, доступные фрагменты которой содержат следы гипогенной морфоскульптуры. Здесь необходимы дополнительные исследования.

В средней части долины р. Зуя кроме правобережного Кентугайского кластера выделены левобережные Бештерекский, Фундуклинский, Тавридский, Дмитровский и Осминский гипогенно-карстовые кластеры.

Бештерекский кластер располагается на правобережье р. Бештерек между

селами Донское и Мазанка. Он заложен в обрывах эоценовых известняков Мазанской куэсты и вытянут от известной палеолитической стоянки Волчий грот к юго-востоку. В скальных обнажениях участка выявлен комплекс реликтовых карстовых форм, связанных с палеопотоками восходящих напорных вод. Развитие этих форм осуществлялось в период, когда моноклираль Предгорного Крыма еще не была расчленена консеквентными речными долинами на отдельные куэстовые массивы. Трещиноватость, сформировавшаяся на этом участке в постмиоценовое время, стимулировала водообменную деятельность и спелеогенез, которые в итоге выразились в наборе функционально взаимосвязанных полостных форм [20]. Здесь выявлены точечные и трещинные каналы в основании обнажений (питающее звено), комплекс гротов, ниш и карманов диаметром до 2-3 м (звено транзита), отдельные фрагменты каминов и куполов (звено разгрузки). Большинство полостей имеют изометричную форму, организованы стратиформно или вертикально, лишены натеков. Карстопроявления локализованы в диапазоне абсолютных высот от 300 до 350 м.

В прошлом до расчленения территории консеквентными реками существовали благоприятные условия для длительного напорного перелива вод, погружающегося к северу мазанского водоносного горизонта в перекрывающие известняки. Такая ситуация, несмотря на существующее эрозионное расчленение территории, и сейчас фрагментарно сохраняется на участке. В качестве примера можно привести самоизливающуюся скважину, расположенную на склоне долины р. Бештерек у с. Мазанка. О высокой степени закарстованности Мазанской куэсты говорят и многочисленные естественные полостные формы, встреченные в недрах при строительстве Мазанского подземного овощехранилища.

Фундуклинский кластер реликтовых карстовых форм высокой плотности выявлен на аструктурном склоне Мазанской куэсты над с. Нижние Орешники (Рис. 1). Здесь в обрывах куэсты отмечаются зоны разуплотнения и кавернозности, крупные (до 30-40 см в диаметре) каналы. Встречен относительно крупный (глубиной более 2 м) полужасыпанный колодец, который вероятно представляет собой верхнюю часть пещерного камина. Рядом расположен грот с системой каналов, вскрывающих куполообразный свод на поверхность [20].

У подножия аструктурного склона на высоте 325 м на поверхность из отложений мазанской свиты выходят небольшие родники с суммарным дебитом около 0,5 л/с. Химический состав, температура и минерализация выходящих вод очень близки водам напорной скважины у с. Мазанка. От этих родников начинается слабо обводненная балка – левый приток р. Фундуклы.

В прошлом на месте родников Фундуклинского и Бештерекского кластеров существовали условия активного напорного перелива нижнемеловых вод в перекрывающие известняки эоцена с формированием очагов поверхностной разгрузки и экспонированием Мазанской куэсты.

Тавридский кластер находится на 17 км автодороги Симферополь-Феодосия. Пещерное поле заложено у восточного края Мазанской куэсты, бровка которой возвышается над днищем долины р. Фундуклы (приток р. Зуя) на 50-80 м. На участке встречается два генетических типа карста: эпигенный и гипогенный.

Первый развит в приповерхностной части геологического разреза за счет фильтрации нисходящих поверхностных вод. Он фиксируется немногочисленными, мелкими карстопроявлениями (карры, воронки, поноры), которые сформировались на протяжении голоцена. Второй, находящийся сейчас в реликтовом состоянии, формировался в артезианских условиях и на этапе раскрытия бассейна. Его морфологические элементы закладывались в закрытой обстановке в течение верхнего миоцена – среднего плиоцена, были модифицированы эпигенным карстом при выведении в приповерхностное положение тектоническими поднятиями территории в эоплейстоцене. В течение большей части плейстоцена и голоцена он находился в погребенном (законсервированном) состоянии и был искусственно вскрыт только в настоящее время.

Основой Тавридского кластера является крупнейшая в Предгорном Крыму пещера Таврида, длиной 1300 м. Она представляет собой уникальный образец гипогенно-карстовой системы великолепной морфологической и минералогической сохранности. Не вдаваясь в детали морфологии (они отмечены в ранних работах [11, 12]), отметим лишь основные параметры кластера. Рисунок пещерной сети относится к лабиринтовому типу. Геофизические исследования указывают на значительно большую протяженность ходов, чем известно на сегодняшний день. Внутренняя морфология галерей демонстрирует наиболее полные в регионе наборы форм восходящих потоков, пространственно организованных в соответствии с выполняемыми ими гидродинамическими функциями. Минералогические ассоциации включают гётит, кварц, гипс, барит, ряд фосфатов. Формы и места их нахождения указывают на широкое развитие процессов метасоматоза и изотопного фракционирования, сопровождавших формирование флюидопроводящих каналов на юной и зрелой стадиях развития. Мощный глинистый заполнитель пещеры характеризует процессы спелеолитогенеза на завершающем этапе пещерообразования.

Отличительной чертой Тавридского гипогенно-карстового кластера от других участков является отсутствие реликтовых форм на поверхности и хорошая сохранность под землей. Отсутствие индикаторов гипогенеза в рельефе является важной особенностью, требующей учета при оценке карстоопасности территории.

Дмитровский кластер располагается по соседству с Тавридским, в окрестностях с. Дмитрово. В его морфологический комплекс входят реликтовые и современные карстовые формы гипо- и эпигенного происхождения, обнажающиеся в уступах эоценовых известняков к востоку от села (рис. 4).

Реликтовые формы представлены группой гротов и небольших пещер, приуроченных к склонам балок, расчленяющих водораздельное пространство Дмитровской балки и р. Зуя. В этом же блоке известняков в 2 км к юго-востоку и выше по рельефу расположена пещера Таврида. Такой же перепад высот в соответствии с падением известняков к северо-западу образует слой, в котором заложен этот спелеологический объект. Согласно этому факту, а также морфологическому сходству выявленных форм и морфоскульптур пещеры Таврида, можно утверждать, что полости Дмитровского и Тавридского кластеров являются

фрагментами одной пещерной сети. Если гроты возле села (рис. 4, а, в) имеют простую тупиковую конфигурацию, то полости в балке ближе к лесу (рис. 4, б, г) содержат фрагменты лабиринта, напорные купола, арочные элементы, истонченные межходовые перегородки и другие атрибуты гипогенно-карстовой морфологии.

Современные эпигенно-карстовые формы представлены карровыми образованиями и каменицами (рис. 4, д, е). Последние часто встречаются на оголенных плоских поверхностях известняковых уступов. Эти формы имеют диаметр 25-50 см и глубину до 10 см. В них часто скапливается вода после таяния снега и дождей. Растворению подвергаются боковые стенки этих форм, а на дне аккумулируются продукты растворения и наносной материал.

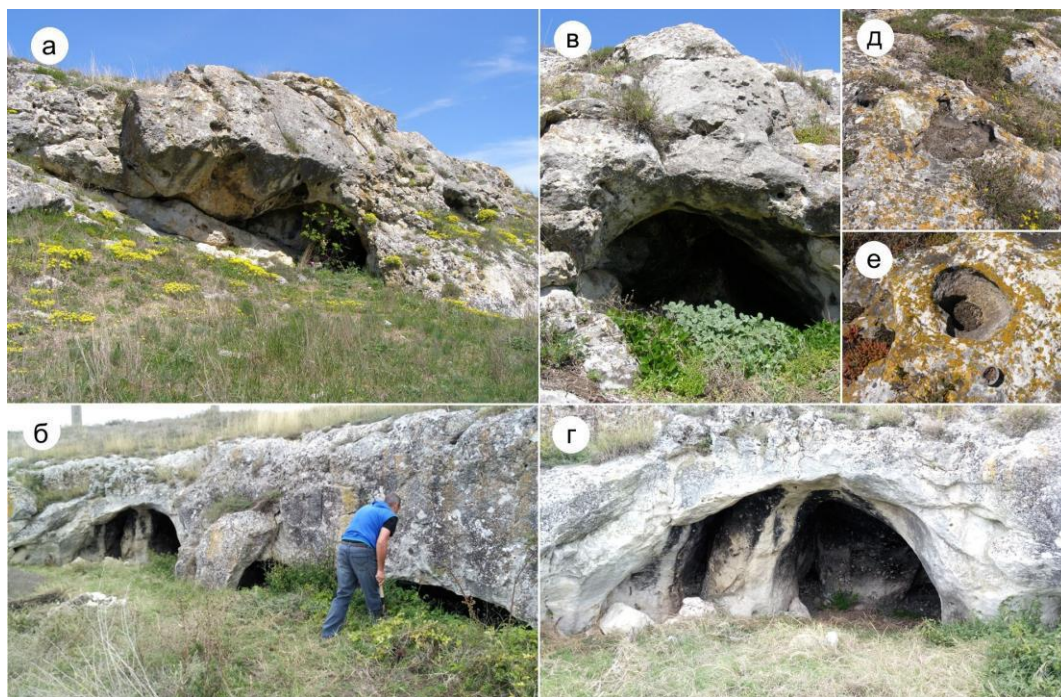


Рис. 4. Реликтовый (а-г) и современный (д, е) карст Дмитровского кластера.

Осминский кластер располагается на западной окраине с. Верхнекурбанное, на левобережье ручья Осма (Рис. 1). Его карстопроявления также связаны с выходами на поверхность эоценовых известняков симферопольского яруса. Здесь на обрывистом участке протяженностью около 150 м и высотой до 15 м обнажен комплекс гипогенных форм, включающий гроты с напорными куполами, нишами и каминными каналами, стратиформные зоны кавернозности и разуплотнения известняков, участки развития губчатых и ячеистых структур растворения. Вскрытие свежих гипогенных форм, скрытых в глубине обнажения, происходит за

счет обрушения ослабленных закарстованием блоков известняка по трещинам бортового отпора и выветривания. Закарстованные блоки отседания лежат у подножия склона.

Размеры самого крупного грота, расположенного в северной части обнажения, составляют в ширину 7 м, в высоту 2 м, в глубину 4 м. Он осложнен 1,5 м нишей с юга и мелкими куполами у свода, от которых через отдельный слой к поверхности тянутся несколько карстовых каналов сложной конфигурации. С севера кластер замыкает небольшой грот с классической гипогенной морфологией. Он имеет вид створки раковины в диаметре 3 м и высотой 1 м при глубине 2 м. В полу грота располагается питающий канал – фидер, от которого к своду идет стенной желоб.

Таким образом, в пределах предгорной части долины р. Зуя наблюдается максимальное количество доступных проявлений гипогенного карста. Это связано с тем, что гипогенные формы в предгорье совсем недавно, по геологическим меркам, стали обнажаться на поверхности и этот процесс продолжается в настоящее время. Поэтому сохранность гипогенных форм здесь максимальная. Она лучше, чем в горной части, где эти морфоскульптуры уже в значительной степени разрушены или преобразованы другими процессами.

Гипогенный карст равнинной части

К исследованиям гипогенного карста в Равнинном Крыму приступили относительно недавно [4]. До этого карст здесь рассматривали как результат эпигенного механизма растворения [23, 28-30]. В равнинной части долины р. Зуя карст вообще не описан, поскольку его поверхностные формы не выражены в покрове четвертичных отложений.

С 2012 г. сотрудниками Института спелеологии и карстологии ведется изучение глубинных проявлений карста в Равнинном Крыму. Объектами исследования являются подземные карстовые формы, вскрытые поверхностными и подземными карьерными выработками, а также термоминеральные и изотопные особенности карстовых вод [8, 31, 32].

В каменоломнях и поверхностных выработках карьеров у северной и северо-восточной границ бассейна р. Зуя, заложенных в верхнемиоценовых известняках-ракушечниках понтического яруса, выявлены показательные морфологические индикаторы гипогенного карста. В катакомбах каменоломни Казань-Берлицкая на глубине около 5 м от поверхности выявлены подрезанные искусственной галереей сферические полости диаметром более 1 м и лабиринтовые каналы с красноцветным глинистым заполнителем (рис. 5, е). Здесь же встречен относительно крупный пещерный ход длиной 4 м и высотой и шириной более 1 м (рис. 5, д). В стенах частично рекультивированной каменоломни у с. Новожиловка вскрыты вертикальные каналы шириной до 0,5 м, как заполненные глинисто-карбонатным материалом, так и пустотелые (рис. 5, а, б). Большинство карстопроявлений тяготеет к трещинам, вертикально секущим толщу ракушечного известняка.



Рис. 5. Проявления гипогенного карста в равнинной части долины р. Зуя (а-ж см. текст)

В поверхностных выработках встречены горизонтальные стратиформные полости и субвертикальные сферообразные фрагменты пустот (рис. 5 в, г). Вся полостная морфология гипогенного карста в равнинной части бассейна сосредоточена в ракушечниковых известняках понтического яруса. Все описанные формы находятся в реликтовом состоянии, но имеют хорошую сохранность и выглядят свежими.

О том, что в равнинной части бассейна Зуи имеется действующий гипогенный карст, свидетельствуют несколько фактов. В окрестностях с. Кленовка с 70-х гг. прошлого века функционирует напорная самоизливающаяся скважина, выдающая на поверхность низко-термальную (37°C) воду из мазанской свиты (рис. 5, ж).

Скважина относится к полосе термальных вод, оконтуривающих весь Предгорный Крым с севера. В ней установлено наличие газов глубинного генезиса (включая сероводород) и редких химических элементов (Ti, Sr, Zr, Br), а также облегченный изотопный состав вод. Еще одна скважина термоминеральных вод глубинного генезиса известна в устьевой части долины (с. Новоадреевка). Ранее на ее базе работал банный комплекс, теперь бутылкируют питьевую воду «Новоадреевская».

ВЫВОДЫ

1. Исследованиями закарстованных участков в бассейне р. Зуя выявлено 9 реликтовых гипогенно-карстовых кластеров, относящихся к трем карстологическим областям – Горному, Предгорному и Равнинному Крыму. Два кластера горной части бассейна сформированы в неокотских известняках, шесть из предгорья – в среднеэоценовых и один из равнинной части – в понтических. Таким образом, гипогенный спелеогенез охватывал мощный комплекс мезо-кайнозойских отложений, формируя полостные структуры в наиболее растворимых слоях. Активные фазы его функционирования приходятся на постпонтическое время.

2. Морфологические комплексы выявленных гипогенно-карстовых кластеров демонстрируют хорошую узнаваемость и высокую степень сходства организации структурных элементов реликтовых систем независимо от возраста растворимых пород. На каждом из участков фиксируются функциональные группы эталонных форм питания, транзита и разгрузки. Это свидетельствует о едином механизме спелеоморфогенеза.

3. Предварительное минералогическое обследование реликтовых кластеров также выявило высокую идентичность геохимических проявлений и условий минералообразования. Общность минералогических ассоциаций, состоящих преимущественно из гётита, кварца, барита, гипса, указывает на участие в спелеогенезе метасоматических и гидротермальных процессов. Происхождение спектра сульфатных минералов требует более детального изучения источников поступления серы, гидрогеологических и седиментационных обстановок минералообразования.

4. Полученные данные позволяют говорить о различном эволюционно-генетическом состоянии карста, в каждой из карстологических областей бассейна р. Зуя.

а) В настоящее время в горной части, прошедшей первой гипогенный этап, карст развивается по эпигенной схеме. Большинство древних гипогенных пещер здесь сильно переработаны или уничтожены эпигенным карстогенезом, усиленным в недавнем прошлом эрозией, нивацией и комплексом других денудационных процессов. Наиболее яркие реликты – пещеры и гроты Киик-Кобинского кластера еще сохранили отчетливые морфологические индикаторы гипогенного спелеогенеза.

б) В предгорной части бассейна гипогенные следы имеют наилучшую сохранность и выраженность, что связано с относительно недавним переходом карста на эпигенную стадию развития. Во вскрытых реликтовых пещерах предгорья повсеместно наблюдается морфологический комплекс восходящих потоков в виде питающих каналов-фидеров в полу, ниш, карманов и желобов в стенах, истонченных межгалерейных и междуэтажных перегородок и подвесок, потолочных напорных куполов, арок и каминов. Вследствие недавнего перехода в реликтовое состояние в этих пещерах почти отсутствуют натечные образования, но встречаются специфические минералогические ассоциации, сохранились и ждут детального изучения изотопные аномалии углерода-13 и кислорода-18 в стенках галерей.

в) В равнинной части бассейна на отдельных участках геологического разреза гипогенный карст находится в активном состоянии и функционирует в закрытой гидрогеологической обстановке. Эпигенный карст развивается весьма пассивно вследствие аридности климата, низкой трещиноватости пород, широкого распространения слабопроницаемых покровов, отсутствия замкнутых водосборов. С первым связана широкая полоса распространения геотермальных вод на стыке предгорья и равнин, многочисленные провалы бурового инструмента в пустоты, находящиеся на глубинах до 1000 м. Напорный характер подземных вод, их сероводородные и метановые аномалии, изотопный состав, отличный от метеорных вод региона – дополнительные свидетельства активности гипогенного карста.

Отмеченные в бассейне р. Зуя эволюционно-генетические закономерности карстогенеза хорошо согласуются с материалами, полученными на других участках и в смежных бассейнах, что позволяет говорить об их региональном характере.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-00982 А. Отдельные аспекты исследования получили техническую и организационную поддержку Дирекции программы развития КФУ им. В.И. Вернадского в рамках проектов И/2018/25 и К/2019/6.

Список литературы

1. Klimchouk A.B., Ford D.C., Palmer A.N., Dreybrodt W. Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. Huntsville. 2000. 527 p.

2. Klimchouk, A.B. Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective. - Carlsbad: National Cave and Karst Research Institute. Special Paper no 1. 2007. 106 p.
3. Климчук А.Б. Гипогенный спелеогенез, его гидрогеологическое значение и роль в эволюции карста. Симферополь: DIP, 2013. 180 с.
4. Климчук А.Б., Тимохина Е.И., Амеличев Г.Н., Дублянский Ю.В., Шпётль К. Гипогенный карст Предгорного Крыма и его геоморфологическая роль. Симферополь: DIP, 2013. 204 с.
5. Klimchouk A., Amelichev G., Tymokhina E., Dublyansky Y. Hypogene Speleogenesis in the Crimean Piedmont, the Crimea Peninsula // Hypogene Karst Regions and Caves of the World / Ed. A. Klimchouk et al. – Springer International Publishing AG 2017. pp. 407-430.
6. Климчук А.Б., Дублянский Ю.В., Тимохина Е.И., Амеличев Г.Н. Морфологические и изотопные изменения пород в стенах реликтовых гипогенных карстовых каналов в Предгорном Крыму как индикаторы палеогидрогеологических условий // Современные проблемы литологии осадочных бассейнов Украины и сопредельных территорий. Киев, 2014. С.41-44.
7. Тимохина Е.И., Климчук А.Б., Амеличев Г.Н. Реликтовые карстопоявления центральной части предгорья Горного Крыма // Естественные и технические науки. 2014. №6(74). С. 78-81.
8. Амеличев Г.Н., Тимохина Е.И., Токарев С.В. Гипогенный карст в искусственных выработках Предгорного и Равнинного Крыма // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: Материалы VI Между-нар. науч. конф. 12-16 октября 2015 г. Белгород: Изд-во «ПОЛИТЕРРА», 2015. С. 168-171.
9. Тимохина Е.И., Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Горбатенко А.А. Комплексный подход к идентификации гипогенного карста на массиве Бурундук-Кая (Восточно-Крымское предгорье) // Ученые записки КФУ им. В.И. Вернадского. Т.1(67), №2, 2015.С. 91-105.
10. Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Самохин Г.В., Вахрушев Б.А., Старцев Д.Б. Карстолого-спелеологические материалы первичного обследования пещеры Таврида (Предгорный Крым) // Изучение и использование естественных и искусственных подземных пространств и закарстованных территорий. II Крымские карстологические чтения. Симферополь, 2018. С.191-196.
11. Амеличев Г.Н. Оценка ресурсного потенциала пещеры Таврида // Геополитика и экогеодинамика регионов. Т.5 (15). Вып. 2. 2019. С. 196–213.
12. Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Самохин Г.В. Пещера Таврида // Атлас пещер России. М., 2019. С.214-216.
13. Вахрушев Б.А. Районирование карста Крымского полуострова // Спелеология и карстология. №3. 2009. С.39-46.
14. Иванов Б.Н., Дублянский В.Н. Гидрогеологическое значение глубинной закарстованности и характер водного стока в зонах новейших поднятий Карпат и Горного Крыма / Окончательный отчет. Институт минеральных ресурсов. Симферополь, 1968. 300 с.
15. Суховий Н.М., Башкин А., Пивоваров С.В. Отчет по комплексному изучению условий развития карста и формирование карстовых вод Долгоруковского массива. Симферополь, 1986. 220 с.
16. Дублянский В.Н. Обобщение материалов и усовершенствование методики стационарных наблюдений в Красной пещере. Симферополь, 1986. Т.1. 1986. 360 с.
17. Амеличев Г.Н. Пещера Киик-Коба: геолого-геоморфологические условия и генезис // Спелеология и карстология. №6. 2011. С. 5-11.
18. Самохин Г.В. Спелеологические исследования Долгоруковского массива (Крым) // Свет. №1(36). 2010. С. 32-35.
19. Амеличев Г.Н., Климчук А.Б., Тимохина Е.И. Спелеогенез в меловых и эоценовых отложениях долин рек Зуя и Бурульча (восточная часть Предгорного Крыма) // Спелеология и карстология. №7. 2011. С. 52-64.
20. Одарик В.А., Амеличев Г.Н. Геология и карст Мазанской куэсты (Предгорный Крым) // Сб. тезисов участников IV научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, студентов и молодых ученых «Дни науки КФУ им. В.И. Вернадского», Т. 2. Таврическая академия. - Симферополь, 2018. С. 279-280.
21. Геология СССР. Т. 8. Крым. М.: Недра, 1969. 575 с.

22. Муратов М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М.: Госгеолтехиздат, 1960. 230 с.
23. Дублянский В.Н., Ломаев А.А. Карстовые пещеры Украины. К.: Наукова думка, 1980. 177 с.
24. Кунц А.Ф. Гидротермально-метасоматическое минералообразование в карбонатных породах. Л.: Наука, 1987. 161 с.
25. Перцев Н.Н. Высокотемпературный метаморфизм и метасоматизм карбонатных пород. М.: Наука, 1977. 256 с.
26. Бетехтин А.Г. Минералогия. М.: Гос. изд-во геолог. лит-ры, 1950. 956 с.
27. Добровольская Т.И., Сапронова З.Д., Радионова Т.В. Геохимия позднеюрской коры выветривания Горного Крыма // Геохимия осадочных пород и прогноз полезных ископаемых. К.: Наукова думка, 1978. С.128-137.
28. Мелешин В.П. Палеокарст Равнинного Крыма // Карстовый процесс и его прогноз. Уфа, 1980. С.139-141.
29. Шутов Ю.И., Севостьянов Е.М. Опыт моделирования развития равнинного карста // Крымские карстовые чтения: состояние и проблемы карстолого-спелеологических исследований. Симферополь, 2008. С. 19-20.
30. Подземные воды карстовых платформенных областей Украины / Лущик А.В. и др. Киев: Наукова думка, 1981. 199 с.
31. Токарев С.В., Токарев И.В., Амеличев Г.Н. Изучение условий питания водоносных комплексов в неогеновых отложениях Равнинного Крыма с использованием метода стабильных изотопов // Геополитика и экогеодинамика регионов. Том 3(13). Вып. 4. 2017. С.79-90.
32. Dublyansky Yu.V., Klimchouk A.B., Tokarev S.V., Amelichev G.N., Spötl C. Groundwater of the Crimean peninsula: A first systematic study using stable isotopes // Isotopes in Environmental & Health Studies. 2019. Vol. 55. Iss. 5. pp. 419-437.

RELICT KARST IN THE BASIN OF THE ZUYA RIVER (REPUBLIC OF CRIMEA)

***Amelichev G. N., Tokarev S. V., Samokhin G. V., Vakhrushev B. A., Naumenko V. G.,
Amelichev E. G.***

***V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian
Federation***

E-mail: lks0324@yandex.ru

Studies of karstified areas in the Zuya river basin revealed 9 relict hypogenic-karst clusters belonging to three karstological regions - the Mountainous, Piedmont, and Plain Crimea. Two clusters of the mountainous part of the basin are formed in Neocomian limestones, six from the Piedmont – in the Middle Eocene and one from the Plain – in the Pontic. Thus, hypogenic speleogenesis encompassed a powerful complex of Meso-Cenozoic deposits, forming cavity structures in the most soluble layers. The active phases of its functioning occur in the post-pontic time.

The morphological complexes of the revealed hypogenous-karst clusters demonstrate good recognition and a high degree of similarity in the organization of the structural elements of relict systems, regardless of the age of the soluble rocks. At each of the sites, functional groups of exemplary forms of recharge, transit and discharge are fixed. This indicates a single mechanism of speleomorphogenesis.

A preliminary mineralogical examination of relict clusters also revealed a high identity of geochemical manifestations and mineral formation conditions. The commonality of mineralogical associations, consisting mainly of goethite, quartz, barite, gypsum, indicates the participation of metasomatic and hydrothermal processes in the speleogenesis. The origin of the spectrum of sulfate minerals needs a more detailed study of the sources of sulfur input, hydrogeological and sedimentation conditions of mineral formation.

The data obtained allow us to declare a different evolutionary genetic state of karst in each of the karstological areas of the Zuya river basin.

Currently, in the Mountainous part, which has passed the first hypogenic stage, karst is developing according to the epigenic scheme. Most of the ancient hypogenic caves here are heavily processed or destroyed by epigenic karstogenesis, reinforced in the recent past by erosion, nivation, and a complex of other denudation processes. The most expressive relicts - caves and grottoes of the Kyik-Kobinsky cluster still retain distinct morphological indicators of hypogenic speleogenesis.

In the Piedmont part of the basin, hypogenic traces have the best preservation and expression, which is associated with the relatively recent transition of karst to the epigenic stage of development. In the discovered relict caves of the Piedmont, a morphological complex of upflows is everywhere observed in the form of recharge channels-feeders in the floor, niches, pockets and grooves in the walls, thinned intergallery and interfloor partitions and pendants, ceiling pressure domes, arches and cupolas. Due to the recent transition to a relict state, there are almost no speleothem formation in these caves, but specific mineralogical associations are found, isotopic anomalies of carbon-13 and oxygen-18 in the gallery walls are awaiting for detailed study.

In the Plain part of the basin, in certain parts of the geological section, the hypogenic karst is in an active state and functions in a confined hydrogeological settings. Epigenic karst develops very passively due to the aridity of the climate. The first is associated with a wide band of thermal water distribution at the junction of the piedmont and plains, numerous dips of the drilling tool into voids located at depths of up to 1000 m. The pressure character of groundwater, their hydrogen sulfide and methane anomalies, isotopic composition different from the meteoric waters of the region are additional evidence of hypogenic karst activity.

Key words: relict karst, hypogenic speleogenesis, cave cluster, genetic indicator, Zuya, Crimea.

References

1. Klimchouk A.B., Ford D.C., Palmer A.N., Dreybrodt W. Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers. Huntsville, 2000. 527 p.
2. Klimchouk A.B. Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective. Carlsbad: National Cave and Karst Research Institute. Special Paper №1. 2007. 106 p.
3. Klimchuk A.B. Gipogennyj speleogenez, ego gidrogeologicheskoe znachenie i rol' v evoljucii karsta (Hypogenic speleogenesis, its hydrogeological significance and role in karst evolution). Simferopol': DIP, 2013. 180 p. (in Russ.).
4. Klimchuk A.B., Timohina E.I., Amelichev G.N., Dubljanskij JU.V., Shpetl' K. Gipogennyj karst Predgornogo Kryma i ego geomorfologicheskaja rol' (Hypogenic karst of the Crimean Piedmont and its geomorphological role). Simferopol': DIP, 2013. 204 p. (in Russ.).

5. Klimchouk A., Amelichev G., Tymokhina E., Dublyansky Y. Hypogene Speleogenesis in the Crimean Piedmont, the Crimea Peninsula. Hypogene Karst Regions and Caves of the World / Ed. A. Klimchouk et al. Springer International Publishing AG 2017. pp. 407-430.
6. Klimchuk A.B., Dubljanskij JU.V., Timohina E.I., Amelichev G.N. Morfologicheskie i izotopnye izmenenija porod v stenah reliktovyh gipogennyh karstovyh kanalov v Predgornom Krymu kak indikatory paleogidrogeologicheskikh uslovij (Morphological and isotopic changes of rocks in the walls of relict hypogenic karst channels in the Crimean Piedmont as indicators of paleohydrogeological conditions). Sovremennye problemy litologii osadochnyh bassejnov Ukrainy i sopredel'nyh territorij. Kiev, 2014. pp. 41-44. (in Russ.).
7. Timohina E.I., Klimchuk A.B., Amelichev G.N. Reliktovye karstoprojavlenija central'noj chasti predgor'ja Gornogo Kryma (Relic karst manifestations of the Central part of the foothills of the Mountain Crimea). Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2014. no 6 (74). pp. 78-81. (in Russ.).
8. Amelichev G.N., Timohina E.I., Tokarev S.V. Gipogennyj karst v iskusstvennyh vyrabotkah Predgornogo i Ravninnogo Kryma (Hypogene karst quarries in the foothills and Plains of the Crimea) . Problemy prirodnopol'zovanija i ekologicheskaja situacija v Evropejskoj Rossii i sopredel'nyh stranah: Materialy VI Mezhdunar. nauch. konf. 12-16 oktjabrja 2015 g. Belgorod: Izd-vo «POLITERRA», 2015. pp. 168-171. (in Russ.).
9. Timohina E.I., Amelichev G.N., Tokarev S.V., Gorbatenko A.A. Kompleksnyj podhod k identifikacii gipogennogo karsta na massive Burunduk-Kaja (Vostochno-Krymskoe predgor'e) (Complex approach to identification of hypogenic karst on the Burunduk-Kaya massif (Eastern part of the Crimean Piedmont)) // Uchenye zapiski KFU im. V.I. Vernadskogo. T.1 (67), no2, 2015. pp. 91-105. (in Russ.).
10. Amelichev G.N., Tokarev S.V., Samohin G.V., Vahrushev B.A., Starcev D.B. Karstologo-speleologicheskie materialy pervichnogo obsledovanija peshhery Tavrida (Predgornyj Krym) (Karstological and speleological materials the initial survey of the cave Taurida (Piedmont Crimea)). Izuchenie i ispol'zovanie estestvennyh i iskusstvennyh podzemnyh prostranstv i zakarstovannyh territorij. II Krymskie karstologicheskie chtenija. Simferopol', 2018. pp. 191-196. (in Russ.).
11. Amelichev G.N. Ocenka resursnogo potentsiala peshhery Tavrida (Assessment of the resource potential of the Taurida cave). Geopolitika i ekogeodinamika regionov. T.5 (15). Vyp. 2. 2019. pp. 196–213. (in Russ.).
12. Amelichev G.N., Tokarev S.V., Samohin G.V. Peshhera Tavrida (Taurida cave). Atlas peshher Rossii. M., 2019. pp. 214-216. (in Russ.).
13. Vahrushev B.A. Rajonirovanie karsta Krymskogo poluostrova (Zoning of the Crimean Peninsula karst). Speleologija i karstologija. №3. 2009. pp.39-46. (in Russ.).
14. Ivanov B.N., Dubljanskij V.N. Gidrogeologicheskoe znachenie glubinnoj zakarstovannosti i harakter vodnogo stoka v zonah novjshih podnjatij Karpat i Gornogo Kryma (Hydrogeological significance of deep karst and the nature of water flow in the areas of the latest uplift of the Carpathians and the Mountain Crimea) / Okonchatel'nyj otchet. Institut mineral'nyh resursov. Simferopol', 1968. 300 p. (in Russ.).
15. Suhovij N.M., Bashkin A., Pivovarov S.V. Otchet po kompleksnomu izucheniju uslovij razvitija karsta i formirovanie karstovyh vod Dolgorukovskogo massiva (Report on complex study of karst development conditions and formation of karst waters of Dolgorukovsky massif). Simferopol', 1986. 220 p. (in Russ.).
16. Dubljanskij V.N. Obobshhenie materialov i usovershenstvovanie metodiki stacionarnyh nabljudenij v Krasnoj peshhere (Generalization of materials and improvement of methods of stationary observations in the Red cave). Simferopol', 1986. T.1. 1986. 360 p. (in Russ.).
17. Amelichev G.N. Peshhera Kiik-Koba: geologo-geomorfologicheskie uslovija i genezis (Kiik-Koba cave: geological and geomorphological conditions and genesis). Speleologija i karstologija. №6. 2011. pp. 5 - 11. (in Russ.).
18. Samohin G.V. Speleologicheskie issledovanija Dolgorukovskogo massiva (Krym) (Speleological research of the Dolgorukovsky massif (Crimea)). Svet. №1(36). 2010. p. 32-35. (in Russ.).
19. Amelichev G.N., Klimchuk A.B., Timohina E.I. Speleogenez v melovyh i eocenovyh otlozhenijah dolin rek Juza i Burul'cha (vostochnaja chast' Predgornogo Kryma) (Speleogenesis in Cretaceous and Eocene

- sediments of Zuya and Burulcha river valleys (Eastern part of the Piedmont Crimea)) // *Speleologija i karstologija*, no 7. 2011. pp. 52-64. (in Russ.).
20. Odarik V.A., Amelichev G.N. *Geologija i karst Mazanskoj kuesty (Predgornyj Krym) (Geology and karst Mazansky ridge (Piedmont Crimea))*. Sb. tezisov uchastnikov IV nauchno-prakticheskoy konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, aspirantov, studentov i molodyh uchenyh «Dni nauki KFU im. V.I. Vernadskogo», T. 2. Tavricheskaja akademija. Simferopol', 2018. pp. 279-280. (in Russ.).
 21. *Geologija SSSR. T. 8. Krym (Geology of the USSR. Crimea)*. M.: Nedra, 1969. 575 p. (in Russ.).
 22. Muratov M.V. *Kratkij ocherk geologicheskogo stroenija Krymskogo poluostrova (A brief sketch of the geological structure of the Crimean Peninsula)*. M.: Gosgeoltekhizdat, 1960. 230 p. (in Russ.).
 23. Dubljanskij V.N., Lomaev A.A. *Karstovye peshhery Ukrainy (Karst caves of Ukraine)*. K.: Naukova dumka, 1980. 177 p. (in Russ.).
 24. Kunc A.F. *Gidrotermal'no-metasomaticheskoe mineraloobrazovanie v karbonatnyh porodah (Hydrothermal-metasomatic mineral formation in carbonate rocks)*. L.: Nauka, 1987. 161 p. (in Russ.).
 25. Percev N.N. *Vysokotemperaturnyj metamorfizm i metasomatizm karbonatnyh porod (High-temperature metamorphism and metasomatism of carbonate rocks)*. M.: Nauka, 1977. 256 p. (in Russ.).
 26. Betekhtin A.G. *Mineralogiya (Mineralogy)*. M.: Gos. izd-vo geolog. lit-ry, 1950. 956 c. (in Russ.).
 27. Dobrovolskaya T.I., Sapronova Z.D., Radionova T.V. *Geohimiya pozdnejuryjskoj kory vyvetrivanija Gornogo Kryma (Geochemistry of the late Jurassic crust of the Mountain Crimea weathering)*. *Geohimiya osadochnykh porod i prognoz poleznykh iskopaemykh*. K.: Naukova dumka, 1978. pp. 128-137. (in Russ.).
 28. Meleshin V.P. *Paleokarst Ravninnogo Kryma (Paleokarst of the Plain Crimea)*. *Karstovyyj process i ego prognoz*. Ufa, 1980. pp. 139-141. (in Russ.).
 29. Shutov JU.I., Sevost'janov E.M. *Opyt modelirovanija razvitija ravninnogo karsta (Experience in modeling the development of flat karst)*. *Krymskie karstovye chtenija: sostojanie i problemy karstologo-speleologicheskikh issledovanij*. Simferopol', 2008. pp.19-20. (in Russ.).
 30. *Podzemnye vody karstovykh platformnykh oblastej Ukrainy (Groundwater in the karstic platform of the regions of Ukraine)* / Lushhik A.V. i dr. Kiev: Naukova dumka, 1981. 199 p. (in Russ.).
 31. Tokarev S.V., Tokarev I.V., Amelichev G.N. *Izuchenie uslovij pitaniya vodonosnykh kompleksov v neogenovykh otlozhenijah Ravninnogo Kryma s ispol'zovaniem metoda stabil'nykh izotopov (Study of the feeding conditions of aquifers in the Neogene sediments of the Plain Crimea using the method of stable isotopes)* // *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*. Tom 3(13). Vyp. 4. 2017. pp.79-90. (in Russ.).
 32. Dublyansky Yu.V., Klimchouk A.B., Tokarev S.V., Amelichev G.N., Spötl C. *Groundwater of the Crimean peninsula: A first systematic study using stable isotopes*. *Isotopes in Environmental & Health Studies*, 55 (2019), pp. 419-437.

Поступила в редакцию 09.08.2019

УДК 551.248.1

РОЛЬ ПАЛЕОСТРУКТУРНЫХ РЕКОНСТРУКЦИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Быстрова И. В., Смирнова Т. С.

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская Федерация

E-mail: juliet_23@mail.ru

В статье рассмотрены перспективы нефтегазоносности, и история развития надсолевого комплекса Северо-Западного Прикаспия на основе палеоструктурных реконструкций. Приводится палеотектонический анализ формирования и развития основных структурных элементов региона (Астраханский свод, Сарпинский прогиб, зона Южно-Астраханских поднятий и северный склон мегавала Карпинского). Это позволяет обосновать и подготовить территории для постановки геологоразведочных работ и на более высоком научно-методическом уровне оценить перспективы нефтегазоносности исследуемого региона.

Ключевые слова: палеотектоника, надсолевой комплекс, Северо-Западный Прикаспий, байосский репер, моноклиналь, продуктивный горизонт, метод мощностей и фаций, палеотектонический анализ, Прикаспийская впадина, Астраханский свод, Сарпинский прогиб, зона Южно-Астраханских поднятий, мегавал Карпинского.

ВВЕДЕНИЕ

Сложность геологического строения территории Северо-Западного Прикаспия обусловлена длительной истории геологического развития и территориально приурочена к зоне сочленения докембрийской Восточно-Европейской платформы и эпигерцинской Скифско-Туранской плиты.

Многолетние авторские исследования [1, 2, 3] и полученные эмпирические материалы позволили на более высоком уровне выявить особенности палеотектонического развития отложений надсолевого комплекса. Палеотектонический анализ перспективных отложений нефтегазоносных территорий позволяет проследить особенности палеотектонических преобразований от времени их формирования вплоть до современного момента на региональном и локальном уровнях [4]. Это легло в основу обоснования истории геологического развития продуктивных комплексов.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Анализируя работы известных ученых–геологов [4, 5] отмечаем, что именно особенности палеотектонического развития влияют на размещение зон нефтеобразования и нефтегазонакопления, а также определяют состав и полноту литолого-стратиграфического разреза.

Открытие ряда месторождений в триасовом, юрском и меловом отложениях подтверждают правильность данных теоретических положений о перспективности Северо-Западного Прикаспия в нефтегазоносном отношении [5, 6].

Для обеспечения высокой эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ необходимо знать не только современную структуру, но и палеотектонические условия формирования и развития ее на разных этапах геологической истории.

Результаты проведенных палеотектонических исследований позволяют выделить перспективные участки и первоочередные объекты для проведения геолого-разведочных работ на нефть и газ в надсолевом комплексе Северо-Западного Прикаспия.

ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Палеоструктурные преобразования реперных поверхностей к началу аптского времени

В юрское время происходило общее погружение Северо-Западного Прикаспия. Отложения юрско-палеогенового структурного яруса с резким угловым несогласием залегают на породах кунгурско-триасового комплекса. Соляная тектоника проявилась незначительно. Соляные купола были распространены повсеместно как в пределах поднятий, так и в прогибах. Характерно то, что на поднятиях они развиты преимущественно на их склонах, в прогибах – как на склонах, так и в центральных частях [1, 3, 4].

На структурной карте по кровле среднеюрских отложений в окраинных частях впадины прослеживается моноклиналиное воздымание среднеюрских отложений (рис. 1).

При анализе палеоструктурной карты региона по байосскому реперу к началу аптского времени (рис. 2), в северной части происходило моноклиналиное погружение поверхности юрских отложений в сторону Сарпинского мегапрогиба от 250,0 до 400,0 м.

Данная территория была осложнена рядом соляных куполов и гряд. В северо-западной части региона к началу накопления аптских отложений четко выделяется серия локальных поднятий, которые были связаны с соляными куполами. Это Верблюжье, Воропаевское, Бугринское,

Шаждинское, Отрадненское, Сахарское, Халганское, Колодезное, Юстинское, Владимировское и др. Описываемые структуры имели размеры: от 100,0х50,0 до 15,0х7,0 км, их амплитуды колебались в пределах 60,0 м.

Территория Астраханского свода испытала незначительную структурную дифференциацию. Свод представлял собой единую положительную структуру, ограниченную изопахитой 250,0 м, ориентированную субширотно, ее размеры 100,0х13,0 км.

Отмечалось сокращение мощностей юрских отложений на следующих площадях: Замьяновской (180–200 м), Азаусской (175,0–200,0 м), Вольненской (204,0 м), Долгожданной (200,0–210,0 м), Воложковской (213,0 м) и в районе скважин 15, 48 Астраханских и 3 Ахтубинской (120,0–200,0 м). Наибольшие

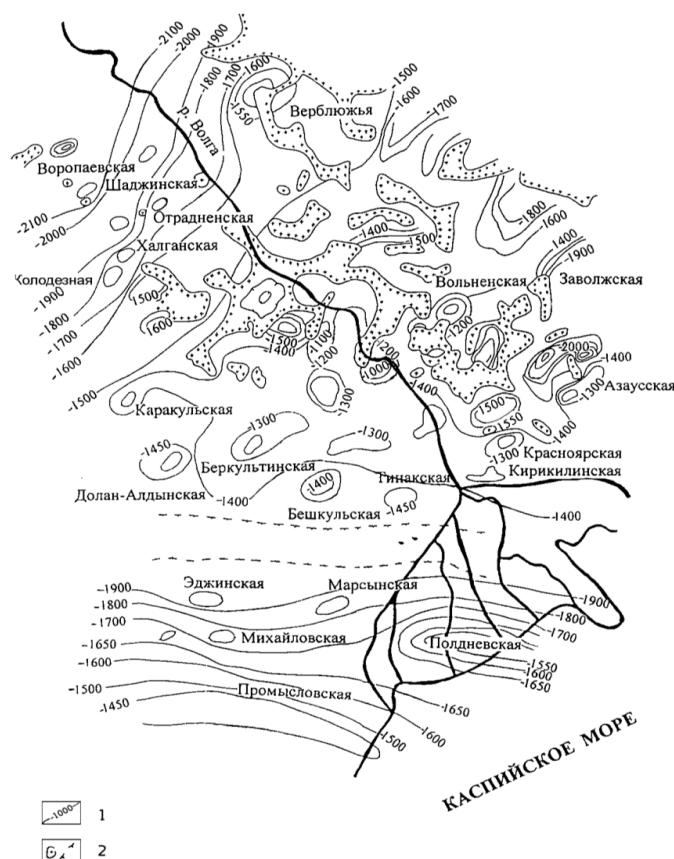


Рис. 1. Схематическая структурная карта юрского репера (по материалам Быстровой И.В. и др., 2017).

Условные обозначения: 1 – изопахиты юрского репера; 2 – участки отсутствия юрских отложений.

Соляные купола и гряды с межгрядовыми понижениями усложняли и затушевывали региональный структурный план данного комплекса. Юрские отложения были прорваны куполами – Аксарайским, Ахтубинским, Владимирским, Хошеутовским, Ширяевским и др.

К югу от Астраханского свода мощность среднеюрского песчано-алевролитового пласта увеличивалась от 250,0 до 400,0 м. Максимальное погружение испытала зона, приуроченная к Полдневской (399,0–403,0 м) и Ново-Георгиевской (422,0–436,0 м) площадей. Она простиралась субширотно с размерами 60,0х12,0 км. Севернее, южнее и западнее от нее происходило воздымание территории. Здесь фиксировалось уменьшение мощностей отложений до 300,0 м. Для территории северного склона кряжа Карпинского характерно моноклиальное залегание пород.

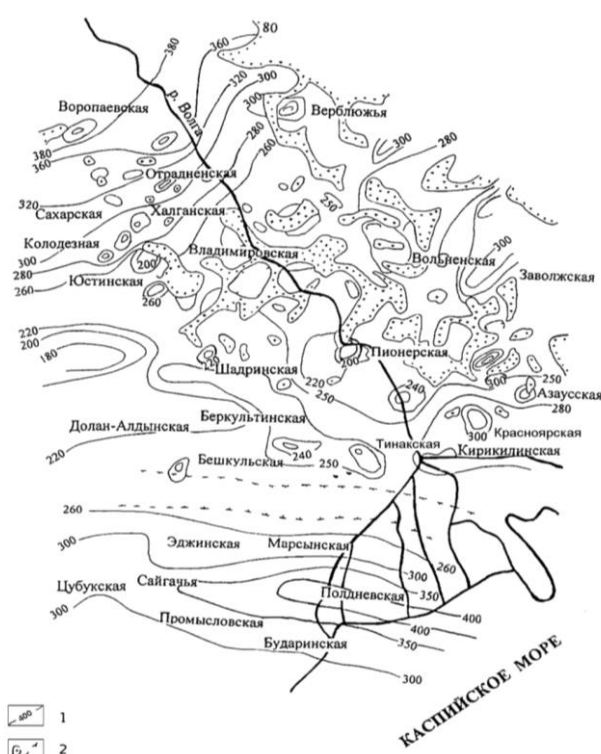


Рис. 2. Схематическая палеоструктурная карта поверхности юрского репера к началу аптского времени Северо-Западной части Прикаспийской впадины (по материалам Быстровой И.В. и др., 2017).

Условные обозначения: 1 – изопахи юрского репера; 2 – участки отсутствия юрских отложений мощности приурочены к следующим скважинам: 16 (756,0 м), 47 (570,0 м), 25 (320,0 м), 46 (316,0 м) Астраханским [2].

В северном направлении от Эджинской и Марсинской площадей наблюдалась зона регионального выклинивания среднеюрского песчано-алевролитового пласта. К северу от нее прослеживалось валообразное поднятие субширотной ориентации, протяженностью по большой оси до 50,0 км и по малой до 15,0 км, осложненное двумя локальными поднятиями: Тинакским с размерами 15,0x7,5 км, амплитудой 15,0 м, и Бешкульским – с размерами 16,5x7,5 км, а амплитудой до 44,0 м.

В 15,0 км к северо-востоку от Тинакского поднятия формировалась Разночиновская структура, ориентированная субширотно и имеющая размеры 14,0x11,0 км с амплитудой около 25,0 м.

В районе Шадринских скважин 135, 134, 3 четко вырисовывалось локальное поднятие, примыкающих в северной и северо-восточной части к соляному массиву. Поднятие имело размеры 8,5x6,0 км, а амплитуду более 60,0 м.

Западнее Шадринского поднятия прослеживалась Каракульская положительная структура, ориентированная субширотно с размерами в пределах региона 15,0х20,0 км и амплитудой около 16,0 м [7].

Палеоструктурные преобразования на начало раннего мела

На протяжении раннемеловой эпохи сохранялась преемственность структурного плана. Тектонические элементы, унаследованные от юрского периода, в основных чертах сохраняли свою конфигурацию и ориентировку (рис. 3).

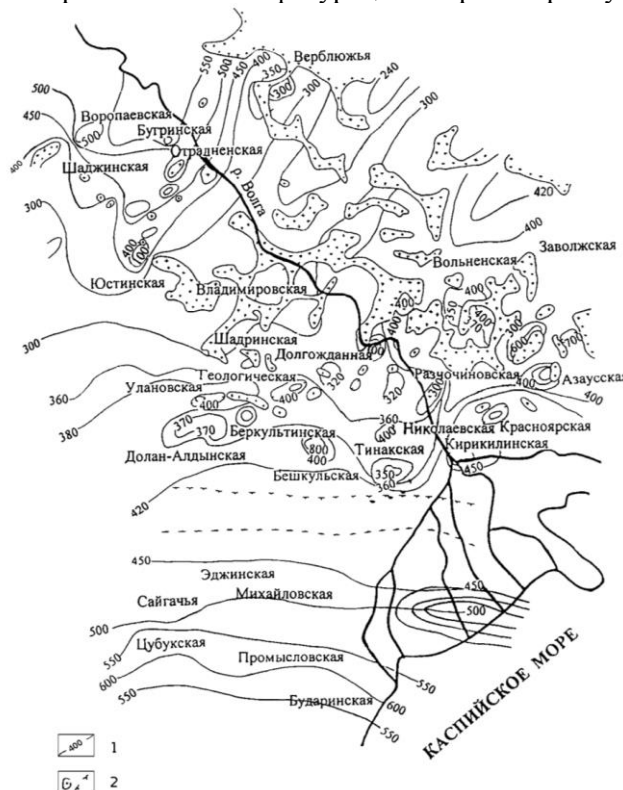


Рис. 3. Схематическая палеоструктурная карта поверхности юрского репера к началу альбского времени Северо-Западной части Прикаспийской впадины (по материалам Быстровой И.В. и др., 2017).

Условные обозначения: 1 – изопохиты юрского репера; 2 – участки отсутствия юрских отложений.

В северо-западной части территории наблюдалось увеличение мощности отложений от 300,0 до 550,0 м. Моноклинальное залегание пород на отдельных участках нарушали соляные купола. Размеры и амплитуды их варьировали в широких пределах. Колодезный купол имел размеры 9,0х6,0 км, амплитуду до 200,0 м; Бугринский купол – 2,5х2,5 км, амплитуда около 96,0 м; Воропаевский купол –

7,0х3,5 км, амплитуда около 52,0 м; Шаджинский купол имел амплитуду более 50,0 м; Отраденский купол – 8,0х4,5 км, амплитуда более 80,0 м; Халганский купол – 6,5х5,0 км, амплитуда 130,0 м; Улановское поднятие – 12,5х5,0 км, амплитуда 140,0

Верблюжий купол был разбит системой тектонических нарушений с размерами около 20,0х12,5 км, амплитуда – около 100,0 м.

В данное время территория Астраханского свода была приподнята. Происходит увеличение мощностей юрских отложений в южной части до 450,0 м, в западной – 400,0 м и северо-западной – до 400,0 м. В правобережной части Астраханского свода, где существовало Долгожданное поднятие с размерами 10,0х7,0 км, амплитуда – 10,0 м и Пионерское поднятие, примыкающее к соляному куполу, размеры – 10х5 км, амплитуда – до 80,0 м. В нижнемеловое время в левобережной части свода наиболее интенсивное воздымание фиксировалось в пределах Аксарайской, Заволжской и Володарской площадей (до 320,0 м). На юго-востоке Астраханского свода четко выделялось Азаусское поднятие с размерами 17х12 км, амплитудой порядка 80,0 м. Кирикилинское локальное поднятие – 20,0х7,5 км, амплитуда – 50,0 м. Красноярское локальное поднятие – 11,5х6,5 км, амплитуда – 12,0 м. В центральной части фиксируется сложное сочетание соляных куполов, гряд, перешейков с межкупольными мульдами и котловинами. Однако их площадь уменьшалась по сравнению с предыдущим этапом развития [8, 9].

Для зоны Южно-Астраханских поднятий также было характерно увеличение мощности отложений в южном направлении. Моноклиальное залегание пород осложнялось рядом локальных поднятий. К ним относились: Бешкульское, Тинакское, Разночиновское, Беркультинское, Долан-Алдынское.

Бешкульская структура имела размеры 13,5х9,0 км, амплитуду до 30,0 м. Тинакское поднятие с размерами 15,0х9,0 км и амплитудой около 30,0 м. Занимало более возвышенное положение по сравнению с Бешкульской структурой и было ориентировано субширотно. Лебяжинская структура имеет размеры – 12,5х5,0 км, амплитуду – 20,0 м. Разночиновское поднятие имело размеры – 17,5х6,5 км, амплитуду – около 109,0 м.

В районе Долан-Алдынской и Беркультинской площадей четко вырисовывалось два поднятия. Долан-Алдынское поднятие ориентировано субширотно с размерами 21,0х8,5 км, амплитудой – 40,0 м. Беркультинское – небольшое по размерам, с амплитудой около 25,0 м. В районе Шадринской площади располагалось небольшое локальное поднятие, примыкающее к соляному куполу с амплитудой до 80,0 м.

В течение раннемелового времени на северном склоне кряжа Карпинского наиболее интенсивное погружение испытывала Цубукско-Промысловская зона. Максимальные значения мощностей юрских отложений были приурочены к Промысловской и Цубукской площадям (рис. 4).

На Полдневской площади отмечалось уменьшение мощности данных отложений до 530,0 м. Для остальных площадей кряжа было характерно моноклиальное залегание пород с погружением в южном направлении.

В раннемеловое время сохранялась палеотектоническая обстановка предыдущего этапа.

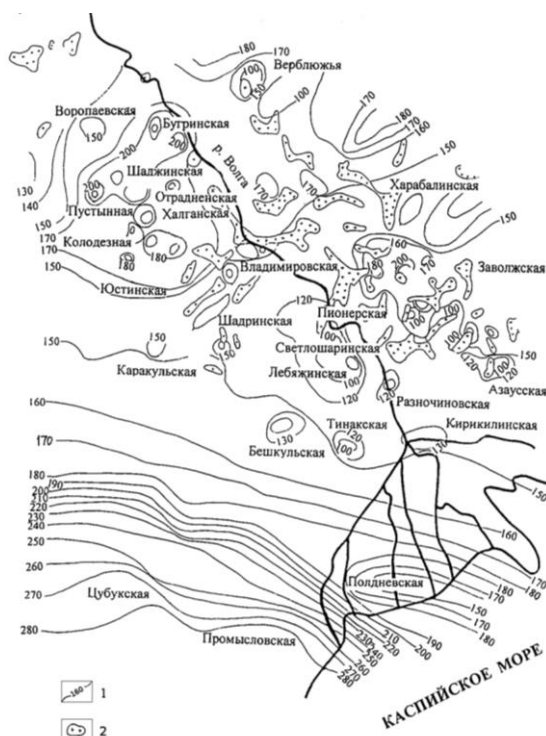


Рис. 4. Схематическая палеоструктурная карта поверхности аптского репера к началу альбского времени Северо-Западной части Прикаспийской впадины (по материалам Быстровой И.В. и др., 2017)

Условные обозначения: 1 – изопакеты аптского репера; 2 – участки отсутствия аптских отложений.

Анализируя характер распространения нижнеаптской песчано-алевролитовой толщи к началу альбского времени в пределах северо-западной части описываемого региона можно отметить, что территория от Владимирской площади до Бугринско-Пустынной зоны выделялась как область повышенных мощностей (от 150,0 до 210,0 м) (рис. 4).

Наибольшее прогибание было приурочено к районам Бугринской, Пустынной, Шаджинской площадей. Эта область осложнена рядом соляных куполов.

По направлению к Воропаевской и Верблюжьей площадям происходило воздымание кровли нижнеаптских песчаников, с минимальными значениями нижнемеловых образований на Воропаевской площади до 128,0 м, а на Верблюжьей – до 50,0 м. На общем фоне прогибания выделялись локальные поднятия и соляные

купола. Воропаевский купол имел размеры 12,5x10,0 км, амплитуду – 50,0 м; Верблюжий купол – 17,0x12,0 км, амплитуду – около 28,0 м.; Бугринский купол – размеры 10,0x5,0 км, а амплитуду – до 130,0 м.; Сахарское поднятие с размерами 11,0x13,5 км и амплитудой – 12,0 м; Колодезный купол – 10,0x7,0 км, амплитуду – более 30,0 м; Халганский купол – 10,0x10,0 км, амплитуду – более 12,0 м. Юго-восточнее прослеживалось локальное поднятие, расположенное в районе Ивановской площади. Ориентировано оно субширотно, размеры – 16,0x10,0 км, амплитуда – 40,0 м. Западнее располагался Юстинский купол, имеющий размеры 6,0x4,0 км и амплитуду около 40,0 м [10].

В районе Владимирской площади четко выделялись три локальных поднятия, примыкающих к соляным куполам, расположенных в области уменьшения мощностей (до 150,0 м).

Палеоструктурные преобразования реперных поверхностей к началу сантонского времени

Позднемеловой этап развития в значительной степени унаследовал ход осадконакопления от предыдущей эпохи, но по сравнению с раннемеловым и юрским этапами он характеризуется значительным ослаблением структурной дифференциации. Следовательно, существенных изменений ранее сформировавшегося палеоструктурного плана не произошло и в Северо-Западном Прикаспии, четко прослеживается соответствие структурных планов в юрско-меловом комплексе.

К началу сантонского времени Астраханский свод развивается унаследованно (рис. 5). Продолжают свое развитие ранее заложившиеся локальные поднятия и образуются новые. В правобережной части выделяют Пионерское, Долгожданное, Лебяжинской, Шадринское, Разночиновское и др. поднятия. Левобережная часть по-прежнему имела сложное ячеистое строение, что являлось следствием проявления соляного тектогенеза в центральной, юго-восточной и северо-восточной частях свода.

Сарпинский мегапрогиб испытывал нисходящие тектонические движения, что устанавливается по увеличению мощности рассматриваемого комплекса.

В зоне Южно-Астраханских поднятий продолжают унаследованно развиваться Бешкульское, Тинакское и Разночиновское локальные поднятия.

На северном склоне кряжа Карпинского прослеживалась область прогибания в пределах Цубукско-Промысловской зоны. Здесь формируются максимальные мощности юрско-мелового комплекса на Цубукской площади, а минимальные – в пределах Полдневского вала (рис. 6).

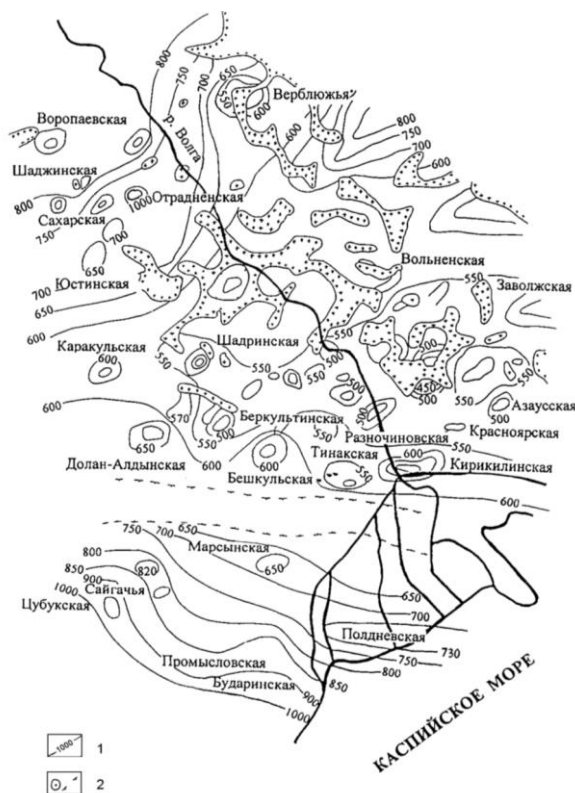


Рис. 5. Схематическая палеоструктурная карта поверхности юрского репера к началу сантонского времени Северо-Западной части Прикаспийской впадины (по материалам Быстровой И.В. и др., 2017).

Условные обозначения: 1 – изопакеты юрского репера; 2 – участки отсутствия юрских отложений.

Рассматривая развитие палеоструктурных элементов в среднеальбский-турон-коньякский этап развития, необходимо было отметить, что он в значительной мере унаследовал ход осадконакопления от предыдущей эпохи.

На палеоструктурной карте кровли нижнеальбских песчаных отложений к началу накопления сантонских известняков четко отмечалось соответствие структурных планов более ранним этапам развития.

В пределах Сарпинского мегапрогиба происходило увеличение мощности данного комплекса от 200,0 м на юге до 300,0 м на севере и северо-востоке мегапрогиба.

Южная часть Сарпинского мегапрогиба на отдельных участках осложнялась соляными куполами и грядами. К северу происходит уменьшение их количества. Воропаевский соляной купол ориентирован субмеридионально с размерами 16,5х12,5 км, амплитуда – более 125,0 м.

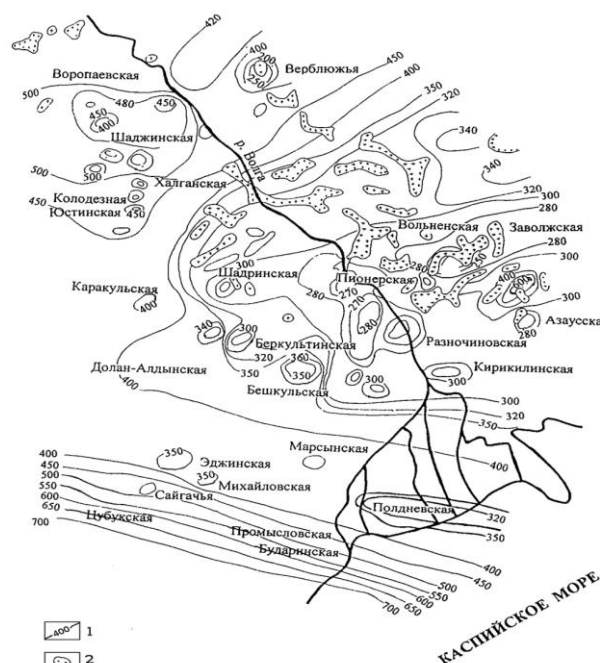


Рис. 6. Схематическая палеоструктурная карта поверхности аптского репера к началу сантонского времени Северо-Западного Прикаспия (по материалам Быстровой И.В. и др., 2017).

Условные обозначения: 1 – изопакеты аптского репера; 2 – участки отсутствия аптских отложений.

Бугринский купол усложнял свое строение и приобретал субмеридиональную ориентацию с размерами 14,0х7,5 км, амплитудой – 103 м. Отрадненский соляной купол его размеры – 6,5х4,5 км, амплитуда – до 40,0 м. Пустынный соляной купол был ориентирован субмеридионально, размеры по большой оси – 17,5х9,0 км, амплитуда – более 10,0 м. В западной части Южно-Астраханских поднятий прослеживается увеличение мощностей отложений. Максимальные их значения отмечались на Каракульской и Долан-Алдынской площадях (до 300,0 м).

Территория зоны Южно-Астраханских поднятий в данное время как единая структура не прослеживается и была представлена рядом приподнятых участков, осложненных локальными поднятиями, Разночиновским с размерами 12,0х5,5 км, амплитудой – около 100,0 м, а в центральной части четко прослеживаются Бешкульское и Таловское поднятия. От Тинакского она отделялась зоной увеличенных мощностей (до 210,0–250,0 м). Для Бешкульского поднятия характерна сложная форма и ориентирована субширотно. Размеры 15,0х5,5 км, амплитуда около 17,0 м. Таловское поднятие небольшое по размерам и почти округлой формы с размерами 4,0х4,0 км, амплитуд в пределах 10,0 м. для

Тинакского характерно субширотная ориентация, размеры 13,0х8,4 км, амплитуда до 40,0 м. Увеличением мощности отложений на территории северного склона мегавала Карпинского происходит при моноклинальном залегании пород в южном направлении от 250,0 до 500,0 м. Максимальные отметки мощностей приурочены к Цубукско-Промысловской зоне. В это время Полдневской вал четко прослеживался, был ориентирован субширотно, размеры составляли 70,0*20,0 км, а амплитуда – 6,0 м. На западе кряжа отмечаются следующие локальные поднятия: Михайловское 10,0*8,0 км, амплитуда – 20,0 м.; Сайгачье – 10,0*5,5 км с амплитудой более 40,0 м [11].

Палеоструктурные преобразования реперных поверхностей к началу акчагыльского времени

В результате интенсивных тектонических движений в преакчагыльское время исследуемая территория была выведена выше базиса эрозии. Это привело к значительному расчленению поверхности и глубокому размыву отложений [1, 8, 12].

В данное время был сформирован структурный план, в очертаниях, близких к современному (рис. 7).

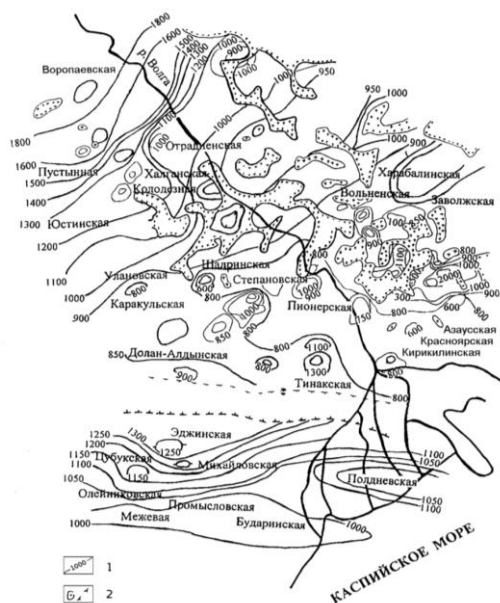


Рис. 7. Схематическая палеоструктурная карта поверхности юрского репера к началу акчагыльского времени Юго-Западного Прикаспия (по материалам И.В. Быстровой, 2017).

Условные обозначения: 1 – изопакиты юрского репера; 2 – участки отсутствия юрских отложений.

Астраханский свод в предакчагыльское время являлся областью интенсивного воздымания. Мощность отложений данного комплекса сократилась до 400,0–500,0 м. Поэтому происходил размыв палеогеновых отложений, а в центральной части свода и верхнемеловых отложений. Амплитуда свода возросла на 500,0 м и составила около 2500,0 м. На Астраханском своде и Сарпинском мегапрогибе отмечается активизация роста солянокупольных структур.

Анализируя палеоструктурную карту юрского репера к началу акчагыльского времени отмечаем, что в это время был сформирован структурный план в очертаниях близких к современному. Происходит моноклиальное погружение поверхности среднеюрских отложений на северо-западе Сарпинского мегапрогиба. Мощность комплекса увеличивалась от 900,0 м до 1000,0 м. Новейшие тектонические движения активизировали рост и амплитуду поднятий и соляных куполов, которые расположены на данной территории. Большинство соляных куполов сохранили свою ориентацию и размеры от предыдущих периодов, но значительно увеличилась амплитуда всех куполов. Воропаевский купол, его размеры 10,0х7,5 км, амплитуда 605,0 м, ориентирован субширотно; Отрадненский купол с размерами 8,5х4,5 км, амплитудой 780,0 м, ориентирован также субширотно; Халганский купол – 10,0х6,5 км, амплитуда около 380,0 м, ориентирован субширотно.

Зона Южно-Астраханских поднятий развивается унаследованно. Происходит погружение подошвы акчагыльского яруса в южном направлении. Локальные структуры нарушали моноклиальное залегание пород. Выделяются следующие локальные поднятия: Бешкульское, ориентировано субширотно с размерами 10,5х7,5 км, амплитудой –70,0 м; Тинакское имеет прежнюю ориентацию с размерами 12,5х12,0 км и амплитудой – 58,0 м; Разночиновское поднятие ориентировано субмеридионально, его размеры – 14,0х9,0 км, амплитуда – более 134,0 м.

На территории северного склона кряжа Карпинского в результате инверсии Цубукско-Промысловский палеопрогиб трансформировался в вал. Полдневской вал продолжает унаследованно развиваться. Таким образом, был сформирован структурный план в очертаниях близких к современному.

Особенности палеотектонического развития в четвертичное время

В четвертичное время на территории Астраханского свода происходило небольшое воздымание. Это привело к усилению структурной дифференциации и росту амплитуды свода на 100,0 м. Значительная часть локальных поднятий продолжает свое развитие. Максимальные мощности данного комплекса приурочены к левобережью Астраханского свода. Здесь выделяются Азаусское поднятие, расположенное на юго-востоке. Его размеры 6,0х4,5 км, амплитуда – 190,0 м. На юге в пределах Красноярской площади фиксируется локальное поднятие с размерами 15,0х12,5 км, амплитудой более 80,0 м. На территории правобережья свода прослеживается Пионерское локальное поднятие, которое ориентировано субмеридионально, размеры 13,5х9,5 км, амплитуда – 180,0 м. Долгожданное

17,5х13,8 км, амплитудой около 90,0 м. Беркультинское поднятие с размерами 30,0х12,5 км, амплитудой около 30,0 м и другие.

Сарпинский мегапрогиб выражен четко и является зоной увеличения мощности отложений. Большинство локальных поднятий и соляных куполов продолжают свое развитие. Прослеживается обширная мульда с размерами 18,0х13,5 км, ориентирована субширотно в пределах Владимировой площади (рис.1). Севернее от данной площади отмечается активное погружение и нарастание мощностей в Сарпинском мегапрогибе. Для этого времени характерно формирование новых локальных поднятий небольших размеров и амплитуд, а уже сформированные локальные поднятия продолжают свое развитие. К ним относятся следующие локальные поднятия: Юстинское, Колодезное, Халганское, Отрадненское, Бугринское, Верблюжье и другие.

Зона Южно-Астраханских поднятий располагается субширотно, происходит погружение поверхности юрского репера к югу. Она осложнена локальными поднятиями. Бешкульское 15,0х11,0 км, амплитудой более 60,0 м, ориентировано субширотно; Тинакское также ориентировано субширотно, его размеры 11,5х8,5 км, амплитуда более 35,0 м; Долан-Алдынское – 20,0х13,5 км, амплитуда более 35,0 м. Южнее этой зоны происходит выклинивание юрских отложений.

Для территории северного склона мегавала Карпинского характерно моноклиальное погружение в северном направлении. Сохраняют положительный знак движений Цубукско-Промысловский и Полдневской валы (рис. 1). На склоне прослеживаются ряд локальных поднятий, которые осложняют моноклиальное залегание пород. Это – Эджинское, размеры 13,5х5,0 км, амплитуда около 40,0 м; Михайловское – 9,0х5,0 км, амплитуда 15,0 м; Марсыньское – 10,0х5,0 км, амплитуда 35,0 м; Сайгачье – 7,5х4,5 км, амплитуда 40,0 м [1, 8, 13, 14].

На северном склоне формируется крупная инверсионная структура Цубукско-Промысловский прогиб, которые трансформируется в вал, а Полдневской вал развиваясь унаследованно продолжает набирать амплитуду. Следовательно, в данное время был сформирован структурный план в очертаниях близких к современному.

ВЫВОДЫ

Северо-Западный Прикаспий обладает значительными запасами углеводородного сырья. Длительное время большая доля геологоразведочных работ была ориентирована на подсолевой комплекс. Однако открытие ряда месторождений углеводородов в надсолевых отложениях, таких как Бешкульское, Верблюжье, Шаджинское, Северо-Шаджинское и др. позволяют оптимистически оценить перспективы данного региона в нефтегазоносном отношении.

На исследуемой территории надсолевые отложения в отличие от подсолевых залегают на незначительных глубинах. Следовательно, проведение геолого-геофизических исследований с целью изучения особенностей палеотектонического

развития позволят повысить эффективность геологоразведочных работ на нефть и газ. Это в значительной степени удешевит проведение данных работ.

При подготовке новых структур, перспективных в нефтегазоносном отношении, с использованием полученных материалов палеотектонического анализа приведет к открытию новых месторождений углеводородов на территории Северо-Западного Прикаспия.

Палеотектонические исследования юрско-меловых отложений установили сложную историю развития структур при определяющей роли воздействия тектонических движений.

Работа проиллюстрирована серией схематических палеоструктурных карт от поверхности юрского репера до акчагыльского. Это дает возможность проследить и выявить время заложения основных структур и локальных поднятий в перспективном отношении на исследуемой территории как в юрское, так и в меловое время. Несмотря на значительный объем геологоразведочных работ данного региона, потенциальные запасы юрско-мелового комплекса недостаточно разведаны и для поддержания и наращивания уровня добычи имеет важное значение внедрение палеотектонического метода при изучении продуктивных горизонтов, региональная нефтегазоносность которых уже доказана.

Список литературы

1. Быстрова И.В. Палеотектонический анализ юрско-мелового комплекса Северо-Западного Прикаспия в связи с нефтегазоносностью. Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Ставрополь. 2001. 25 с.
2. Быстрова И.В., Федорова Н.Ф., Смирнова Т.С. Палеоструктурные преобразования Северо-Западного Прикаспия в раннемеловое время // Геология, география и глобальная энергия. 2008. № 4. С. 26–30.
3. Быстрова И.В. Обоснование перспектив нефтегазоносности юрско-мелового комплекса Северо-Западного Прикаспия // Геология, география и глобальная энергия. 2006. № 1. С. 111–114.
4. Воронин Н.И. Тектонические и палеотектонические условия формирования зон нефтегазонакопления (на примере юго-востока Русской и северо-запада Скифско-Туранской плит) // Условия формирования крупных зон нефтегазонакопления. М: Наука, 1985. С. 168–175.
5. Воронин Н.И. Особенности геологического строения и нефтегазоносность юго-западной части Прикаспийской впадины. Монография / Н.И. Воронин. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2004. 163 с.
6. Авербух Б.М., Алиева С.А. Перспективы нефтегазоносности надсолевых (верхнепермско-мезозойских) образований Северного Каспия // Геология нефти и газа. 1992. № 9. С. 28–34.
7. Быстрова И.В., Федорова Н.Ф. Палеотектоническое обоснование перспектив нефтегазоносности юрско-меловых отложений юго-западной части Прикаспийской впадины // Геология, география и глобальная энергия. 2008. № 1. С. 62–69.
8. Быстрова И.В., Смирнова Т.С., Федорова Н.Ф. Палеотектоника и нефтегазоносность Северо-Западного Прикаспия: монография. – Издательский Дом: LAP LAMBERT Academic Publishing, BERT Academic Publishing. 2017. 212 с.
9. Быстрова И.В., Смирнова Т.С., Федорова Н.Ф., Мангалдзе Р.Т. Особенности палеотектонического развития Астраханского свода и перспективы нефтегазоносности западной части Прикаспийской впадины // Геология, география и глобальная энергия. Издательский дом «Астраханский университет». Астрахань. 2017. № 3 (66). С. 79–89.
10. Федорова Н.Ф., Быстрова И.В., Смирнова Т.С. Мезозойские отложения Северо-Западного Прикаспия – как объект доразведки углеводородного сырья// «Недра Калмыкии – уникальны и

РОЛЬ ПАЛЕОСТРУКТУРНЫХ РЕКОНСТРУКЦИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

интересны»: научно – практическая конференция, посвященная 80-летию доктора геолого-минералогических наук, профессора С.С. Кумеева / сост.: Эвиев В.А и др. Элиста: Изд-во Калмыцкого университета, 2017. С. 56–59.

11. Быстрова И.В., Смирнова Т.С., Бычкова Д.А., Мелихов М.С. Особенности тектонического развития и перспективы нефтегазоносности юрско-четвертичных отложений Северо-Западного Прикаспия / Современные проблемы географии: межвуз. сб. науч. трудов. Составители В.В. Занозин, М.М. Иолин, А.Н. Бармин, А.З. Карабаева, М.В. Валов. 2018. С. 140–143.
12. Быстрова И.В., Смирнова Т.С., Бычкова Д.А., Мелихов М.С. Тектоника и нефтегазоносность Северо-Западного Прикаспия // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. Воронеж: Издательство ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». 2017. № 3. С. 93–100.
13. Быстрова И.В., Смирнова Т.С., Бычкова Д.А., Мелихов М.С. Особенности истории геологического развития Северо-Западной части Прикаспийской впадины в плиоцен-четвертичное время в связи с газоносностью // Астраханский вестник экологического образования. 2018. № 2 (44). С. 28–34.
14. Быстрова И.В., Федорова Н.Ф., Смирнова Т.С. Геологическое обоснование поисков залежей углеводородов в юго-западной части Прикаспийской впадины: материалы VIII Международной науч.-практ. конф. «Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования. Новочеркасск: ЮРГТУ. 2010. С. 33–36.

THE ROLE OF PALEOSTRUCTURAL RECONSTRUCTIONS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Bystrova I. V., Smirnova T. S.

Federal state budget educational establishment of higher education «Astrakhan State University»

E-mail: juliet_23@mail.ru

To ensure the effectiveness and high efficiency of prospecting and exploration for hydrocarbons, it is necessary to apply paleotectonic reconstructions in oil and gas Geology. This will allow to reveal the paleotectonic conditions of both formation and development of territories promising in the oil and gas relation throughout the Meso-Cenozoic on the example of the North-Western part of the Caspian sea at the regional and local levels.

Long-term paleotectonic studies conducted by the authors formed the basis for the preparation of paleotectonic constructions. The conventional method of capacities and facies was used. This allows us to trace the development of geological structures from the inception to the present stage. These reconstructions of productive horizons allow us to identify the most promising structures in the oil and gas ratio.

Therefore, to maintain and increase oil and gas production, it is necessary to use paleotectonic studies, which reduces the cost of exploration and determines the profitability of the development of even small fields and ultimately allows a new assessment of the prospects of oil and gas potential of salt deposits, the productivity of which has already been proven by the discovery of a number of fields.

The paleotectonic analysis of the formation and development of the main structural elements of the region is given (Astrakhan arch, Sarpinsky deflection, the area South of the Astrakhan uplift and Northern slope of the Bank Karpinski).

In the Cretaceous, the basic structures are inherited, which leads to the correspondence of the structural plans of the Jurassic and Cretaceous complexes. It has been revealed that within the northern slope of the Karpinsky megawall, the Poldnevskaya Val is laid. Tsubuksko-Promyslovsky shaft at this time was represented by a graben.

In predachagylskoe time there is an intensification of tectonic movements. This led to a large part of the study area being raised above the base of erosion and deep erosion of sediments. Within the limits of the Astrakhan arch and contiguous territories, Paleogene, and in the center of the Astrakhan arch, and Upper Cretaceous, were eroded. A significant inversion structure was formed in the region of the northern slope of the Karpinsky ridge (Tsubuksko-Promyslovsky deflection was currently a shaft). Thus, at this time, a plan was formed close to the modern.

The Meso-Cenozoic complex of the region of research is unequivocally promising in terms of petroleum. At the moment, the potential hydrocarbon reserves of the above-salt structural floor require more detailed, scientifically-based study. This will allow a more reasonable assessment of the prospects for petroleum potential. Therefore, paleotectonic studies are of practical importance. Successful geological exploration for hydrocarbons depends on the study of the modern structural complex, as well as the analysis of the complex conditions of paleotectonic development of the entire region and individual structural elements (Astrakhan arch, Karpinski ridge, etc.). the disclosure of regularities and features of the formation of structures in the meso-Cenozoic sediments allows us to establish the history of their development, which is characterized by great complexity, which is explained by the fact that in the process of their formation they all experienced the influence of tectonic movements from the moment of laying to the present stage. We note that their formation continued until modern times.

Keywords: paleotectonics, supersalt complex, North-West Pre-Caspian Sea, Bayassian rafter, monocline, productive horizon, power and facies method, paleotectonic analysis, Pre-Caspian depression, Astrakhan arch, Sarpinsky depression, South-Astrakhan uplifts, Megawall Karpinsky zone.

References

1. Bystrova I.V. Paleotektonicheskij analiz yursko-melovogo kompleksa Severo-Zapadnogo Prikaspiya v svyazi s neftegazonosnost'yu (Paleotectonic analysis of oil and gas potential of the Jurassic-Cretaceous complex of the North-Western Caspian): PhD thesis. Stavropol', 2001, 25 p. (in Russian).
2. Bystrova I.V., Fedorova N.F., Smirnova T.S. Paleostrukturnye preobrazovaniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya v rannemelovoe vremya (Paleostrukturnye of Northwest Prikaspiya's transformation to early cretaceous time). *Geologiya, geografiya i global'naya ehnergiya*, 2008, no 4, pp. 26–30 (in Russian).
3. Bystrova I.V., Smirnova T.S. Obosnovanie perspektiv neftegazonosnosti yursko-melovogo kompleksa Severo-Zapadnogo Prikaspiya (Substantiation of oil and gas potential of the Jurassic-Cretaceous complex of the North-Western Caspian). *Geologiya, geografiya i global'naya ehnergiya*, 2006, no 1, pp. 111–114 (in Russian).
4. Voronin N.I. Tektonicheskie i paleotektonicheskie usloviya formirovaniya zon neftegazonakopleniya (na primere yugo-vostoka Russkoj i severo-zapada Skifsko-Turanskoj plit) (Tectonic and paleotectonic conditions of formation of oil and gas accumulation zones (on the example of the South-East of the Russian and North-West of the Scythian-Turan plates)). *Usloviya formirovaniya krupnyh zon neftegazonakopleniya*. M: Nauka, 1985, pp. 168–175 (in Russian).

5. Voronin N.I. Osobennosti geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnost' yugo-zapadnoj chasti Prikaspijskoj vpadiny (Features of the geological structure and oil and gas potential of the South-Western part of the Caspian Depression): monograph. Astrakhan: Izdatel'stvo AGTU, 2004, 163 p. (in Russian).
6. Averbuh B.M., Alieva S.A. Perspektivy neftegazonosnosti nadsoleyh (verhnepermsko-mezozojских) obrazovaniy Severnogo Kaspiya (Prospects of oil and gas potential of the above-salt (upper Permian-Mesozoic) formations of the Northern Caspian). Geologiya nefti i gaza, 1992, no 9, pp. 28–34 (in Russian).
7. Bystrova I.V., Smirnova T.S., Fedorova N.F. Paleotektonicheskoe obosnovanie perspektiv neftegazonosnosti yursko-melovyh otlozhenij yugo-zapadnoj chasti Prikaspijskoj vpadiny (Paleotectonic substantiation of oil and gas potential of Jurassic-Cretaceous deposits in the South-Western part of the Caspian Depression). Geologiya, geografiya i global'naya ehnergiya, 2008, no 1, pp. 62–69 (in Russian).
8. Bystrova I.V., Smirnova T.S., Fedorova N.F. Paleotektonika i neftegazonosnost' Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Paleotectonics and oil and gas potential of the North-Western Caspian]: monograph. Izdatel'skij Dom: LAP LAMBERT Academic Publishing, BERT Academic Publishing, 2017, 212 p. (in Russian).
9. Bystrova I.V., Smirnova T.S., Fedorova N.F., Mangaladze R.T. sobennosti paleotektonicheskogo razvitiya Astrahanskogo svoda i perspektivy neftegazonosnosti zapadnoj chasti Prikaspijskoj vpadiny (Features of the paleotectonic development of the Astrakhan arch and prospects of oil and gas potential of the Western part of the Caspian Depression). Geologiya, geografiya i global'naya ehnergiya, Astrakhan, 2017, no 3 (66), pp. 79–89 (in Russian).
10. Fedorova N.F., Bystrova I.V., Smirnova T.S. Mezozojskie otlozheniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya – kak ob"ekt dorazvedki uglevodorodnogo syr'ya (Mesozoic sediments of the North-Western Caspian sea – as an object of hydrocarbon exploration) Nedra Kalmykii – unikal'ny i interesny: nauchno – prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya 80-letiyu doktora geologo-mineralogicheskikh nauk, professora S.S. Kumeeva / sost.: EHviev V.A i dr. – EHlista: Izd-vo Kalmyckogo universiteta, 2017, pp. 56–59 (in Russian).
11. Bystrova I.V., Smirnova T.S., Bychkova D.A., Melikhov M.S. Osobennosti tektonicheskogo razvitiya i perspektivy neftegazonosnosti yursko-chetvertichnyh otlozhenij Severo-Zapadnogo Prikaspiya (Features of tectonic development and prospects of oil and gas potential of Jurassic-Quaternary deposits of the North-Western Caspian. Sovremennye problemy geografii Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. Sostaviteli V.V. Zanozin, M.M. Iolin, A.N. Barmin, A.Z. Karabaeva, M.V. Valov. 2018, pp. 140–143 (in Russian).
12. Bystrova I.V., Smirnova T.S., Bychkova D.A., Melikhov M.S. Tektonika i neftegazonosnost' Severo-Zapadnogo Prikaspiya (Tectonics and oil and gas potential of the North-Western Caspian). Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya. Voronezh: Izdatel'stvo FGBOU VO «Voronezhskij gosudarstvennyj universitet», 2017, no 3, pp. 93–100 (in Russian).
13. Bystrova I.V., Smirnova T.S., Bychkova D.A., Melihov M.S. Osobennosti istorii geologicheskogo razvitiya Severo-Zapadnoj chasti Prikaspijskoj vpadiny v pliocen-chetvertichnoe vremya v svyazi s gazonosnost'yu (Features of the history of geological development of the North-Western part of the Caspian basin in Pliocene-Quaternary time due to gas content). Astrahanskij vestnik ehkologicheskogo obrazovaniya, 2018, no 2 (44), pp. 28–34 (in Russian).
14. Bystrova I.V., Fedorova N.F., Smirnova T.S. Geologicheskoe obosnovanie poiskov zalezhej uglevodorodov v yugo-zapadnoj chasti Prikaspijskoj vpadiny (Geological substantiation of searches of hydrocarbon deposits in the South-Western part of the Caspian basin Depression). Problemy geologii, planetologii, geoehkologii i racional'nogo prirodoopol'zovaniya: materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Novocherkassk: YURGTU, 2010, pp. 33–36 (in Russian).

Поступила в редакцию 05.04.2019

УДК 551.43

ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЖИВОПИСНЫХ СТРУКТУРНО- ДЕНУДАЦИОННЫХ ФОРМ НА СЕВЕРНОМ СКЛОНЕ Г. КАЛАН-БАИР

Блага Н. Н., Токарев С. В., Шляпников Д. А., Ставцева Н. А.

*ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И.Вернадского», г. Симферополь,
Российская Федерация
E-mail: tokcrimea@list.ru*

Статья посвящена особенностям происхождения структурно-денудационных форм в пределах северного склона г. Калан-Баир. Указана рельефообразующая роль структурного, литологического и геоморфологического факторов. Выявлены причины особой морфологической выразительности рассматриваемых форм.

Ключевые слова: структурно-денудационная форма, скальный уступ, смещенный блок, трещина разгрузки, трещина напластования, боковой отпор, препарировка.

ВВЕДЕНИЕ

Район г. Калан-Баир широко известен в краеведческой среде прежде всего благодаря обилию исторических памятников, посвященных партизанскому движению Крыма времен Великой Отечественной войны. В то же время, зрелищные природные объекты здесь малоизвестны. Выявление и изучение здесь новых геоморфологических достопримечательностей позволит повысить привлекательность района за счет большего разнообразия объектов познавательного туризма. С недавнего времени на открытых электронных картографических ресурсах в районе г. Калан-Баир был отмечен новый объект под названием «Храм Камбоджи», привлекающий все большее внимание туристов. При обследовании данного объекта было выявлено, что он также представляет научный интерес для геоморфологических исследований.

На северном склоне г. Калан-Баир сформировался комплекс живописных форм рельефа, состоящий из серии рвов, уступов и известняковых блоков. Их образование связано с послойной препарировкой толщи верхнеюрских известняков и процессами их разрушения в зоне разгрузки. Развитие склонов по типу структурно-денудационных является распространенным и имеет различия в зависимости от прочности пород, характера контакта между слоями, наличия или отсутствия более прочных слоев, выступающих в качестве бронирующих и крутизны склона.

Активное выветривание по поверхностям и трещинам напластования, податливым прослоям и появление вертикальных трещин разжатия и бокового отпора приводит к отделению от края уступов небольших блочков горных пород. Для подобных склонов не характерны крупные зрелищные блоки и серии рвов. Поэтому целью работы служило выяснение основных факторов особой морфологической выразительности рассматриваемых структурно-денудационных форм.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Гора Калан-Баир занимает возвышенное по отношению к окружающим территориям положение на северо-восточной бровке Долгоруковской яйлы (рис. 1). Вершина горы имеет абсолютную отметку 914 м. К западу от нее простирается вытянутая в север-северо-западном направлении Базар-Обинская карстовая котловина, к югу расположена Калан-Баирская котловина [3]. С севера возвышенность ограничена глубокой ложиной в верховьях балки Васильки. На востоке ее граница проходит по верховьям двух крупных балок, впадающих в р. Бурулча.

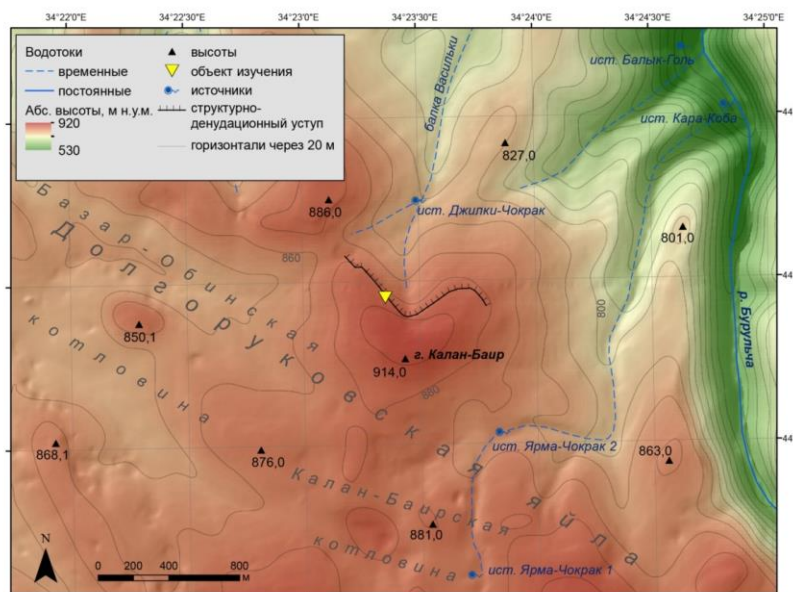


Рис. 1. Схема района исследования с ближайшими окрестностями.

Согласно имеющейся биостратиграфической характеристике геологического разреза Долгоруковского массива, сделанной Н.И. Лысенко и Б.Т. Яниным [5], слагающие Калан-Баирскую возвышенность породы, вероятнее всего, относятся к верхнему подъярису титонского яруса верхней юры, пачке светло-серых онколитовых известняков с прослоями песчаных глин. В пределах Долгоруковского массива эта пачка достигает мощности 220 м. Согласно региональной стратиграфической схеме [2] ее относят к Беденекырской свите. Для нее отмечается в целом спокойное моноклинальное залегание пород, с пологими (5–7°) падениями к север-северо-западу, осложненное незначительной плейчатостью, а также нарушенное в ряде мест разрывной тектоникой [7]. Ее подстилает мощная пачка (до 200 м) красноцветных массивных брекчеевидных органогенно-обломочных известняков нижнего подъяруса титона, в которых заложено большинство карстовых полостей массива [3].

ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ЖИВОПИСНЫХ СТРУКТУРНО-ДЕНУДАЦИОННЫХ ФОРМ НА СЕВЕРНОМ СКЛОНЕ Г. КАЛАН-БАИР

Хотя для известняков титонского яруса Долгоруковского массива характерно в целом моноклинальное залегание пород, с падением в северо-западных румбах, моноклираль разбита тектоническими нарушениями на отдельные блоки, в которых направление и углы падения варьируют. Очевидно, гора Калан-Баир относится к одному из таких блоков. Для известняков, выходящих на ее поверхности, элементы залегания довольно близки к генеральным для титонской толщи массива.

Преимущественным распространением, по данным Суховий Н. М. с соавторами [7], на площади массива пользуются диагональные разрывные нарушения северо-восточного и северо-западного простирания. Из описанных указанными авторами разрывных нарушений, вблизи г. Калан-Баир проходят два: Калан-Баирский сбросо-сдвиг северо-западного простирания и Краснопещерный сброс северо-восточного простирания. Калан-Баирский сбросо-сдвиг простирается по линии р. Бурульча - г.Калан-Баир. Его западное крыло приподнято и смещено к северу с горизонтальной амплитудой 300–400 м и имеет признаки активизации в неотектонический этап развития. Краснопещерный сброс, прослеживающийся от Аянского источника, проходит по северному склону г. Калан-Баир по азимуту 40° в сторону карстового источника Балык-Голь. Сместитель разрыва падает к северо-западу под углом 75°, северо-восточнее падение выполаживается до 60°. Амплитуда смещения 3–5 м, юго-восточное крыло опущено. Сброс сопровождается серией параллельных разрывов и зонами трещиноватости в известняках.

Судя по всему, блок г. Калан-Баир ограничен указанными двумя крупными разрывами – Калан-Баирским с северо-востока и Краснопещерным с северо-запада – и параллельными им менее значительными нарушениями.

В геологическом разрезе непосредственно исследуемого участка склона представлена сравнительно однородная толща известняков, в которой выделяются несколько более прочных прослоев. Заметных литологических переходов или переслаивания на рассматриваемом участке нами не отмечено.

В пределах горы Калан-Баир выражены склоны разной крутизны. Со стороны Долгоруковской яйлы преобладают пологие поверхности, а в восточном секторе со стороны долин Ярмачокрак и Бурульча более характерны склоны средней крутизны. Их продольный профиль ровный или слабовыпуклый. Выходы на дневную поверхность прочных известняков образуют редкие, мелкие (до 0,5–0,7 м.) структурно-денудационные уступы на склонах и структурные поверхности в привершинной части. Отпрепарированные слои разбиты трещинами на отдельные блочки и сильно прокарстованы.

Северный склон горы ограничен долиной временного водотока в верховьях урочища Васильки. Эрозионная форма подрезала склон, увеличила его крутизну и способствовала развитию водосборного понижения. К настоящему времени на данном участке сформировалась уже широкая пологая балка с хорошо выраженным тальвегом и слабо ступенчатыми склонами. Широкие и пологие ступени редкие и покрыты отложениями небольшой мощности.

В средней части склона выражен протяженный структурно-денудационный уступ (рис. 2, рис. 4–А). Он отчетливо обусловлен наличием прочного слоя. Высота уступа сравнительно небольшая, поскольку ограничена мощностью прочных

известняков. В пределах балки при увеличении крутизны склона высота скальных выходов возрастает. Увеличение происходит за счет части известняковой толщи, которая подстилает прочный слой. Во всех случаях он составляет верхнюю часть уступов и занимает, тем самым, бронирующее положение.

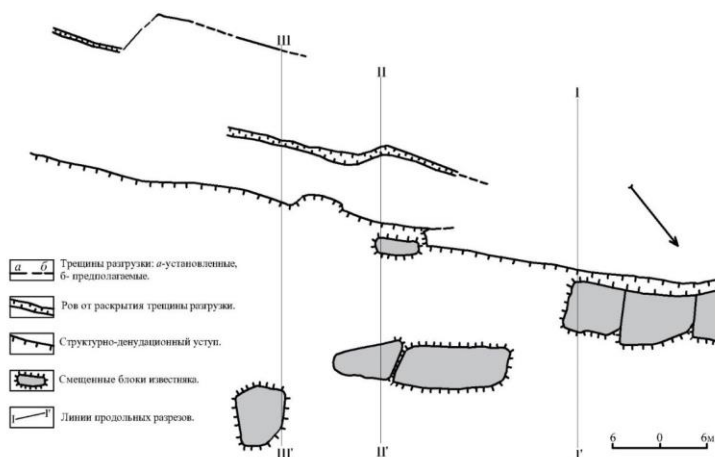


Рис. 2. План-схема участка северного склона г. Калан-Баир.

С северо-запада при приближении к балке структурно-денудационный уступ начинается небольшой высотой (до 1 м.). Склон горы Калан-Баир на данном участке близок к структурному. Его пологая поверхность образована кровлей стойкого известняка, и почти не покрыта продуктами разрушения и склоновыми отложениями. Наличие сравнительно широкой структурной террасы не ограничивает возникновение трещины бокового отпора узкой прибовочной зоной уступа. Как следствие, отделяющиеся блоки имеют в большинстве случаев ширину, явно превосходящую их толщину. Они смещены, наклонены и находятся на разных стадиях разрушения. Образовавшиеся широкие и неглубокие рвы морфологически выражены слабо.

В границах балки высота структурно-денудационного уступа возрастает до нескольких метров. Он разбит серией коротких перпендикулярных трещин на отдельные скальные выступы – бастионы (рис.3). Появление и раскрытие трещин напластования привело к «расслоению» массива горных пород, нарушению его монолитности и способствовало интенсивному разрушению.

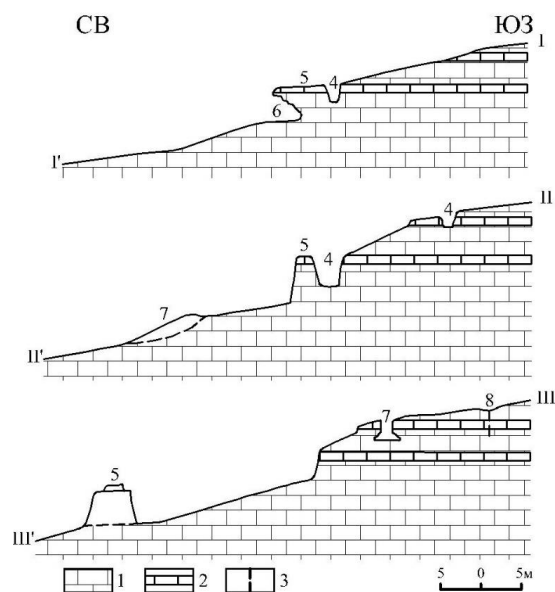


Рис.3. Продольные разрезы по линиям I–I', II–II', III–III'.

1–верхнеюрские известняки; 2 –более прочные породы в толще известняков; 3–трещина разгрузки; 4– ров от раскрытия трещины разгрузки; 5 – смещенные блоки известняка; 6 – ниша; 7 – смещенный разрушенный блок известняка; 8 – ложбина.

Стенки известняков активно выветриваются с образованием массовых скоплений продуктов разрушения. Небольшие скальные выступы и отделенные трещинами части легко распадаются на мелкие глыбы и щебень. Подобный механизм разрушения свидетельствует о податливости пород к физическому выветриванию. Нижняя часть скальных уступов отступает быстрее с образованием неглубокой ниши (рис. 4–В). Денудация осуществляется преимущественно в виде осыпей и камнепадов.

Юго-восточнее в рельефе проявляется ров, который отделяет часть скальных выступов-бастионов от коренного массива (рис. 4–Г). Он протягивается параллельно обрыву на расстояние около 19 метров, и имеет прямолинейные в плане очертания. Глубина рва достигает 2 метра, ширина колеблется от 1,4 до 2 метров. Стенки раскрытого разрывного нарушения субвертикальные ($78-86^\circ$), плоско-волнистые, разбиты горизонтальными и вертикальными трещинами. Следует отметить, что и прочные и податливые слои образуют одну плоскость, а не нишу и выступающий козырёк. На северо-западном окончании ров сужается до 1,2 метров и не имеет дальнейшего продолжения.

Зона разгрузки на данном участке составляет 4,5–6,6 метров, что соответствует ширине отпрепарированной кровли известняков. При широкой раскрытости трещин разгрузки, известняковые блоки не имеют явных признаков отседания. Появление

трещин по напластованию привело к отделению основания блоков от коренного массива. Данный фактор определил также плоскую субгоризонтальную поверхность и основания блоков и их ложа. К скальным уступам примыкает склон крутизной 15–18°, который к низу переходит в пологонаклонную (5–8°) террасовидную ступень.

Выше по склону на дневную поверхность выходит еще один прочный прослой, мощностью около 1 метра. В рельефе весьма наглядно проявляются различия в противоденудационной стойкости горных пород. Селективная денудация вскрыла и кровлю и подошву прочного пласта с образованием структурной террасы, уступа и ниши. В подстилающей податливой части толщи выработан склон крутизной 25–26°. На его поверхности, еще только зарождающиеся структурно-денудационные уступы подвергаются разрушению. На вскрытой кровле прочных известняков возникла верхняя серия разрывных нарушений – рвов (рис 4–Д). В целом, они параллельны уступам, локальны по простиранию, а их прямолинейные участки сочетаются с ломаными [6]. Они обладают разной степенью раскрытости и морфологией. На коротком расстоянии по протяжению, в сходных экзодинамических условиях рвы переходят в зияющие трещины или пологие неглубокие ложбины. Стенки разрывов неровные, на наиболее раскрытых участках непосредственно под прочными известняками выработаны глубокие ниши.

Таким образом, через подрезку склона и развитие крупной эрозионной формы произошло увеличение его крутизны. Возросли темпы денудации, а мощность склоновых отложений, соответственно, уменьшилась. Возникающая в зоне разгрузки известняковой толщи густая сеть трещин напластования способствовала преимущественно “послойному” разрушению горных пород. Участок склона, тем самым, постепенно стал развиваться по типу структурно-денудационного.

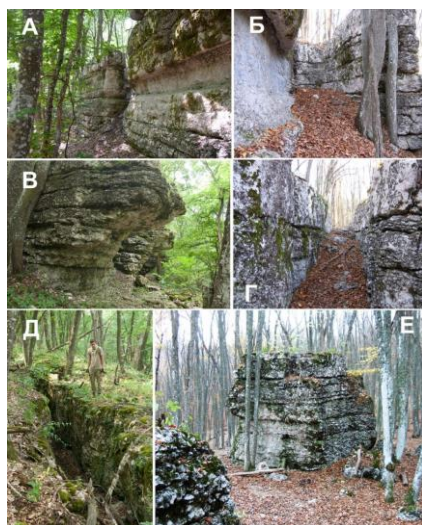


Рис. 4. Элементы морфологии структурно-денудационного склона: А – уступ с отделенным блоком; Б – различная выраженность трещин напластования в коренном массиве и отделенном блоке; В – ниша в отделенном блоке; Г, Д – рвы, образовавшиеся при раскрытии трещин разгрузки; Е – смещенный блок.

Зарождающиеся ступенчатые грани рельефа при этом быстро разрушаются из-за податливости известняков к физическому выветриванию. Редкие пологонаклонные (5–8°) террасовидные поверхности и слобовыраженные уступы на склонах связаны с наличием прочных прослоев известняков.

На следующем этапе произошло образование протяженного высокого структурно-денудационного уступа (рис. 4–А). Его происхождение предопределено углублением эрозионной формы и дальнейшим увеличением наклона поверхности. В слоистых прочных известняках это приводит к сокращению ширины террас между соседними уступами и слиянию некоторых из них. На склонах г. Калан-Баир укрупнение уступа связано с разной противоденудационной устойчивостью горных пород. Подстилающая прочные известняки податливая толща отступает быстрее и ее верхняя часть постепенно образует с ними единый срез, а затем и нишу. Ускоренная денудация перекрывающей толщи формирует структурную террасу.

Разгрузка и появление трещин бокового отпора в подобных условиях захватывает всю толщу до основания скального обрыва и резкого перегиба склона [4] и сохраняет, тем самым, податливые породы в едином укрупненном уступе с прочными. На всю его мощность происходит расслаивание известняковой толщи с образованием отдельностей толщиной 10–40 см. Разделение происходит по напластованию и связано с разгрузкой горных пород от напряженного состояния. Данный процесс происходит в уже отделенных от уступа частях массива пород или большей частью отделенных трещинами, раскрытыми трещинами или рвами. Очевидно, что в подобных условиях преодолеть силы сцепления легче всего. На монолитных участках уступа расслоение слабое или вовсе не наблюдается. На рис. 4–Б наглядно видно, что левая стенка рва не нарушена трещинами напластования, а правая со стороны обособленного блока на одном и том же уровне полностью подверглась разжатию и растрескиванию.

Отделенные от уступа блоки не имеют явных признаков отседания, а сдвинуты от первоначального положения. У них близкие элементы залегания с коренным массивом и ровные стенки отрыва. Образование рвов с ровными стенками произошло, вероятнее всего, за счет расклинивания трещин разгрузки и смещения блоков по трещинам напластования, а не отступления боковых поверхностей в ходе физического выветривания. В ином случае, как в верхней серии разрывных нарушений, селективная денудация привела бы к формированию козырька и ниши [4], а не ровного вертикального среза разных по прочности пород. Сочетанием вертикальных и горизонтальных трещин обусловлена правильная форма блоков, а их необычные для данного типа склонов размеры предопределены укрупнением уступа и глубокой препарировкой кровли бронирующего слоя.

ВЫВОДЫ

На динамику и морфологию рельефа северного склона г. Калан-Баир ведущее значение оказали податливость толщи известняков к физическому выветриванию, возникновение в зоне их разгрузки густой сети трещин напластования, наличие прочных прослоев и крутизна склона. Сочетание структурного, литологического и

геоморфологического факторов предопределило формирование комплекса форм разного генезиса, но внешний облик склона определяют в основном структурно-денудационные.

Скальные уступы, серии рвов, отделенные и смещенные блоки горных пород отличаются особой морфологической выразительностью. Необычные черты известняковым блокам придают их размеры и правильная форма, горизонтальная слоистая отдельность, сеть параллельных ниш по трещинам напластования и неопрокинутое положение в рельефе. Рассматриваемые геолого-геоморфологические образования редко встречаются в зрелищном виде, поэтому могут быть использованы для познавательного туризма.

Список литературы

1. Воскресенский С.С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. 229 с.
2. Государственная геологическая карта Украины. Масштаб 1:200 000. Крымская серия. Государственный комитет природных ресурсов Украины. Казенное предприятие «Южэкогеоцентр», 2005.
3. Дублянский В.Н., Вахрушев Б.А., Амеличев Г.Н., Шутов Ю.И. Красная пещера. Опыт комплексных карстологических исследований. М.: Изд-во РУДН. 190 с.
4. Лыкошин А.Г. Трещины бортового отпора // Бюлл. МОИП. Отдел геология. Т. 28 (4). 1953. С. 53–60.
5. Лысенко Н.И., Янин Б.Т. Биостратиграфическая характеристика типового разреза верхней юры и нижнего мела. Центрального Крыма // Изв. АН СССР, Сер. геол. №6. 1979. С. 70–80.
6. Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование. М.: Недра, 1973. 432 с.
7. Суховий Н.М., Башкин А.И., Пивоваров С.В. и др. Отчёт по комплексному изучению условий развития карста и формирования карстовых вод Долгоруковского массива для оценки и прогнозирования данных процессов. Симферополь, 1986. Том 1. 181 с.

REASONS OF FORMATION OF THE SCENIC STRUCTURAL- DENUDITIONAL FORMS ON THE NORTHERN SLOPE OF MOUNT KALAN BAIR

Blaga N. N., Tokarev S. V., Shljapnikov D. A., Stavceva N. A.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea
E-mail: tokcrimea@list.ru*

On the northern slope of mount Kalan-Bair a complex of picturesque relief forms was formed, consisting a series of ditches, ledges and limestone blocks. Their formation is associated with layer-by-layer dissection of the Jurassic limestone stratum and the processes of their destruction in the discharge zone. The development of slopes according to the type of structural-denudation is widespread and has differences depending on the strength of the rocks, the nature of the contact between the layers, the presence or absence of more durable layers acting as reservations and the steepness of the slope. Active weathering over the surfaces and cracks of the bedding, pliable interlayers and the appearance of vertical cracks of expansion and lateral repulse leads to separation of small

blocks of rocks from the edge of the ledges. For such slopes, large spectacular blocks and a series of ditches are not typical.

Unloading and the appearance of side crack cracks in such conditions captures the entire thickness to the base of a rocky cliff and a sharp bend of the slope, and thus keeps the pliable rocks in a single consolidated ledge with strong ones. All its thickness is stratified by a limestone stratum with the formation of individualities of a thickness of 10–40 cm. Separation occurs by stratification and is associated with the unloading of rocks from the stressed state. This process takes place in parts of a massif of rocks already separated from the ledge, or mostly separated by cracks, cracks or ditches. It is obvious that in such conditions it is easiest to overcome adhesion forces. On monolithic sections of the ledge, the stratification is weak or not observed at all.

The formation of ditches with even walls occurred, most likely, due to the wedging of the unloading cracks and the displacement of the blocks along the cracks of the bedding, and not the retreat of the side surfaces during physical weathering. Otherwise, as in the upper series of faults, selective denudation would lead to the formation of a visor and a niche, rather than a flat vertical cut of rocks of different strength. The combination of vertical and horizontal cracks is due to the correct shape of the blocks, and their unusual sizes for this type of slope are predetermined by the enlargement of the ledge and deep preparation of the roof of the reservation layer.

Keywords: structural-denudation form, rocky scarp, displaced block, unloading crack, bedding crack, lateral repulse, preparation.

References

1. Voskresenskij S.S. Dinamicheskaja geomorfologija. Formirovanie sklonov (Dynamic geomorphology. Slope formation). M.: Izd-vo Mosk. un-ta (Publ.), 1971, 229 p. (in Russian).
2. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Ukrainy. Masshtab 1:200 000. Krymskaja serija (State geological map of Ukraine. 1:200 000 scale. Crimean series). Gosudarstvennyj komitet prirodnyh resursov Ukrainy. Kazennoe predpriatie «Juzhjekogeocentr», 2005 (in Ukrainian).
3. Dubljanskij V.N., Vakhrushev B.A., Amelichev G.N., Shutov Y.I. Krasnaja peshhera. Opyt kompleksnyh karstologicheskikh issledovanij (Red cave. Experience of complex karst researches). M.: Izd. RUDN (Publ.). 190 p. (in Russian).
4. Lykoshin A.G. Treshhiny bortovogo otpora (Fissures of side repulse). Bull. MOIP. Otdel geologija, V. 28 (4), 1953, pp. 53–60 (in Russian).
5. Lysenko N.I., Janin B.T. Biostratigraficheskaja harakteristika tipovogo razreza verhnjej jury i nizhnego mela. Central'nogo Kryma (Biostratigraphic characteristic of typical section of upper Jurassic and lower Cretaceous). Izv. AN SSSR, Ser.geol, no 6, 1979, pp. 70–80 (in Russian).
6. Mihajlov A.E. Strukturnaja geologija i geologicheskoe kartirovanie (Structural geology and geologic mapping). M.: Nedra (Publ.), 1973, 432 p. (in Russian).
7. Suhovij N.M., Bashkin A.I., Pivovarov S.V. et al. Otchjot po kompleksnomu izucheniju uslovij razvitiya karsta i formirovanija karstovyh vod Dolgorukovskogo massiva dlja ocenki i prognozirovaniya dannyh processov (Report on complex study of conditions of karst development and karst waters formation in Dologorukovsky massif for assessment and forecast of those processes). Simferopol', 1986, Vol. 1, 181 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 13.02.2019

УДК 551.435.8

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЛУБОЧАЙШЕЙ КАРСТОВОЙ ГИДРОСИСТЕМЕ СИБИРИ В ПРЕДЕЛАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО СЕКТОРА ГОРЫ ПАТЫН (ГОРНАЯ ШОРИЯ)

Ковалёв Р.А.¹, Величко С.В.²

¹*Кафедра географии геолого-географического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск, Российская Федерация*

²*Общественная организация Новокузнецкий городской клуб спелеологов «Плутон», г. Новокузнецк, Российская Федерация*

E-mail: razors26@rambler.ru

Статья посвящена изучению спелеологического подучастка горы Патын (Горная Шория). Рассмотрены основные условия и факторы формирования карста на данной территории, а именно: геологическое строение и рельеф, климат, поверхностные и подземные воды, почвенно-растительный покров. Кратно охарактеризована спелеологическая изученность района исследований. Опубликованы главные результаты научно-исследовательской спелеологической экспедиции в район горы Патын в 2017 г, одним из которых стало открытие и экспериментальное подтверждение существования глубочайшей карстовой гидросистемы Сибири амплитудой 450 м на юго-западных склонах горы Патын.

Ключевые слова: карст, гидросистема, Патын, пещеры

ВВЕДЕНИЕ

Карстовые явления распространены чрезвычайно широко. По геологическим условиям примерно третья часть площади суши земного шара имеет потенциальные возможности для их развития. Вместе с тем карст существенно влияет на ландшафтные особенности территории, ее рельеф, сток, подземные воды, реки и озёра, почвенно-растительный покров, хозяйственную деятельность населения [4]. Но до настоящего времени, региональные особенности названного процесса изучены недостаточно, в том числе и в горах Южной Сибири.

Карстовый рельеф получил широкое развитие и в Горной Шории— как части Салаиро-Кузнецкой провинции Алтае-Саянской горной страны [16]. Он характеризуется уникальной морфологией и историей развития, как поверхностных, так и подземных форм.

В 2015 году, по поручению Президента Русского Географического Общества С.К. Шойгу от 16 октября 2015 года, стартовал проект по созданию базы данных (электронного кадастра) пещер России и крупных пещер ближнего зарубежья. В рамках данного проекта, инициативная группа спелеологов и карстоведов со всей страны взялась за разработку новой схемы карстолого-спелеологического районирования и внесения в единый кадастр всех изученных подземных карстовых объектов страны [8]. Данный проект стимулировал проведение многочисленных научно-исследовательских спелеологических экспедиций.

В июле 2017 года состоялась всероссийская исследовательская спелеологическая экспедиция в район горы Патын (Горная Шория, Кемеровская область), организованная новокузнецкими спелеологами. В состав входило 38

специалистов и спелеологов из разных городов Сибири, в том числе и авторы данной работы. Основной целью экспедиции было комплексное исследование карстовых объектов Патынского спелеологического подрайона. Главным объектом исследования стал юго-западный сектор массива горы Патын. Предметом исследований являлись поверхностные и подземные формы карстового рельефа, расположенные в пределах изучаемого участка. Одной из главных задач было экспериментальное подтверждение существования глубочайшей карстовой гидросистемы Сибири амплитудой 450 м между пещерами Фантазия и Кызасская на юго-западном склоне горы Патын. Для реализации поставленной цели были использованы такие методы как: геологические, геоморфологические и спелеологические, картографические, использование данных ДДЗ, гидролого-гидрохимические и индикаторные методы.

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ РАЗВИТИЕ КАРСТА

Отличительной особенностью карста Салаиро-Кузнецкой горной провинции является как широкое его распространение, так труднодоступность карстовых районов. Наиболее интересные для спелеологов районы находятся в малонаселенной горно-таежной местности Алатауско-Шорского нагорья (отроги Кузнецкого Алатау, Горной Шории, Абаканского хребта и хр. Бийская грива), вдали от железнодорожных и автомобильных магистралей [3, 16].

Не является исключением и карстовый район г. Патын (1628 м), который находится на юго-востоке Кемеровской области, в Горной Шории. Карстовые воды, питающие подземные гидросистемы массива, принадлежат к бассейнам трех главных рек, долины которых являются естественными орографическими границами района. С севера район ограничивает долина реки Базас, с востока граница проходит по водораздельным пространствам бассейнов рек Базас и Сынзас, юго-восточную часть массива ограничивает долина реки Сынзас, южная граница проходит по водоразделам бассейнов рек Сынзас и Кызас, юго-запад и запад массива ограничивает долина реки Кызас (рис.1).

В рамках проекта РГО по кадастровому учету подземных карстовых объектов территории России и ближнего зарубежья разработана схема спелеологического районирования. Согласно этой схеме, карстовый массив горы Патын относится к Патынскому спелеоподрайону, Мрасского спелеорайона, спелеологической области Кузнецкого Алатау и Горной Шории, которая в свою очередь входит в состав Салаиро-Кузнецкой спелеопровинции, Алтае-Саянской спелеологической страны [14].

Патынский подрайон занимает площадь около 100 км². Верхняя часть массива в высотном диапазоне от вершины горы Патын (1628 м) до отметки 900—1050 м сложена некарстующимися интрузивными образованиями девонского возраста, представленные оливиновыми габбро и пироксенитами на контакте с карбонатными породами. Карстующиеся породы появляются с высотной отметки 900—1050 м и ниже. Они представлены интенсивно закарстованными и дислоцированными карбонатами Синийского комплекса Енисейской свиты (известняки, мраморы,

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЛУБОЧАЙШЕЙ КАРСТОВОЙ ГИДРОСИСТЕМЕ СИБИРИ В ПРЕДЕЛАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО СЕКТОРА ГОРЫ ПАТЫН...

доломитами) и нижнекембрийскими тонкослоистыми, массивными, брекчевидными известняками Усинской свиты [6]. Мощность карстующихся пород от зоны контакта до урезов воды рек (Кызас, Базас, Сынзас) достигает 500 метров.

Рельеф Патынского спелеологического подрайона представлен среднегорным глыбовым массивом с абсолютной отметкой 1628 м (вершина горы Патын). Для верхней части массива (отметки 900—1628 м) характерен структурно-денудационный рельеф, представленный склонами, образовавшимися за счет препарировки гребней и гряд древнего интрузивного массива.

Контакт интрузивных и карбонатных пород прослеживаемый тектоническим нарушением хорошо виден в рельефе (рис.1) по изменению крутизны склона от крутого к пологому, с появлением карбонатных пород в низкогорной части района (400—900 м), которая представлена денудационно-эрозионным рельефом, созданным эрозией, переработанным склоновыми процессами [5]. В данном диапазоне высот созданы благоприятные условия для протекания карстовой денудации, которая выражена в рельефе многочисленными эрозионно-коррозионными, провальными и суффозионными карстовыми воронками и понорами [11]. Поверхностные карстовые формы локализованы в основном по ложбинам стока в так называемых сухих логах, а так же на слабонаклонных платообразных поверхностях.

Наиболее закарстованным сектором является юго-западный полого-наклонный склон, замедляющий сток выпадающих атмосферных осадков и переводящих их под землю. Экспозиция склона, относительно движения юго-западных воздушных масс задерживает основную влагу, что благоприятно сказывается на увлажнении и протекании карстовых процессов [16].

В соответствии со схемой биоклиматических подразделений территории гор Южной Сибири, Горная Шория, в состав которой входит Патынский спелеоподрайон, относится к избыточно-влажной климатической фации. Среднегодовое количество осадков составляет 950 мм, в теплое время года — в среднем 670 мм, в холодное — 270 мм. Среднегодовая температура составляет —0,5 °С. Для данной территории характерен мощный снеговой покров — 1 м и более, а в логах он достигает 2—3 м, благодаря которому почва не промерзает и коррозионная деятельность идет круглый год [10].

При таких условиях создается усиленный водообмен в трещинах и значительно повышается выщелачивание карбонатной породы.

Патынский глыбовый массив является естественным водоразделом бассейнов трёх главных водных артерий района: Кызас, Базас и Сынзас, воды которых корродируют карстующиеся породы района.

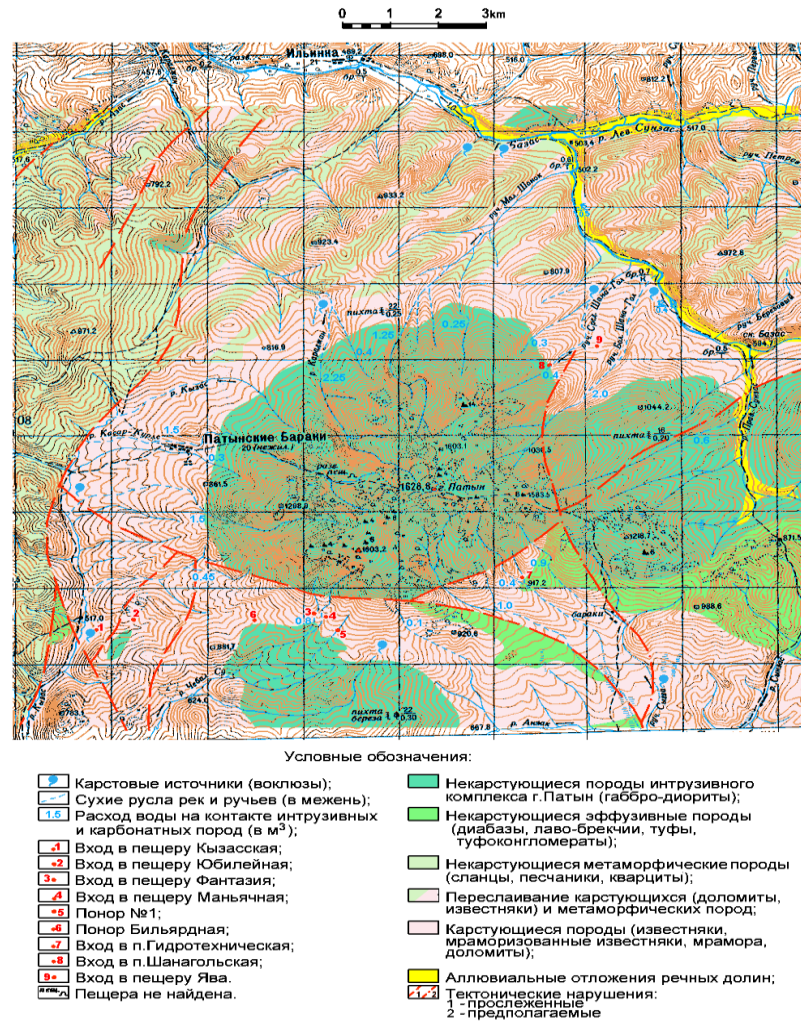


Рис. 1. Обзорная карта района горы Патын+ литология [1].

Многочисленные ручьи, берущие своё начало со склонов Патына, достигая зоны контакта интрузивных и карбонатных пород, переводят свой сток под землю, выходя в виде трещинно-карстовых вод (воклюзов) в местах развития дизъюнктивных нарушений в долинах главных транзитных рек. Широкое развитие карстового рельефа предопределило роль подземного питания большинства рек района.

Наиболее обширные площади в районе заняты черневой тайгой, которая с подъемом в горы сменяется темнохвойной. Черневая тайга является реликтовым типом растительности. На местах рубок и пожаров в прошлом сформировались вторичные березовые и осиновые леса. Территория, занятая черневой тайгой и вторичными березово-осиновыми лесами характеризуется господством

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЛУБОЧАЙШЕЙ КАРСТОВОЙ ГИДРОСИСТЕМЕ СИБИРИ В ПРЕДЕЛАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО СЕКТОРА ГОРЫ ПАТЫН...

подзолистых и дерново-подзолистых почв. Среди подзолистых почв черневой тайги выделяются и занимают доминирующее положение глубокоподзоленные почвы. Дерново-подзолистые почвы чаще всего встречаются по окраинам массива, на террасах и пологих склонах гор под вторичными лиственными лесами. Кислая реакция подзолистых почв повышает агрессивность инфильтрующихся вод, что способствует растворению подстилающих карбонатных пород [9]. При затяжных дождях, характерных для Горной Шории, проникновение воды через кислые почвы стабилизируется, и агрессивные атмосферные осадки проникают на большую глубину карстующихся толщ. Горно-лесные ландшафты с данным типом почв создают весьма благоприятные условия для развития карста.

Рассмотренные физико-географические условия нашли определенное отражение в пространственной дифференциации и морфологии карста, распространение которого условно можно разделить на 3 сектора: северный (бассейн р. Базас), юго-восточный (бассейн р. Сынзас) и юго-западный (бассейн р. Кызас) (рис. 1).

СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Наиболее изучен спелеологами юго-западный сектор (рис.2). В геологических отчетах 60—70-х гг. упоминается пещера-источник Кызасская (рис. 3), которая является выводной частью (коллектором) подземной гидросистемы с амплитудой свыше 450 м. Из пещеры выходит большая часть воды, поглощаемой понорами и воронками западного и юго-западного склонов массива горы Патын. В 1980 году новокузнецкий клуб спелеологов «Плутон» организовал первую экспедицию в Кызасскую, которая исследовала пещеру от входа вверх по подземной реке на 400 метров, дойдя до первого сифона. В 1984 сифон был пройден (Мошкин В.(рук), Коликов М, Боброва В, Михайловский И.), но через 70 метров подземной реки путь преградил Второй сифон, в котором удалось пройти около 40м, дойдя до глубины 15м. Начиная с середины 90-х годов прошлого века во Второй сифон пещеры Кызасская ежегодно совершает погружения технодайвер из Новокузнецка Григорьев О. На сегодняшний день Второй сифон пройден им на 210м в длину, при перегибе на глубине 50м, ход начал подниматься вверх [17].

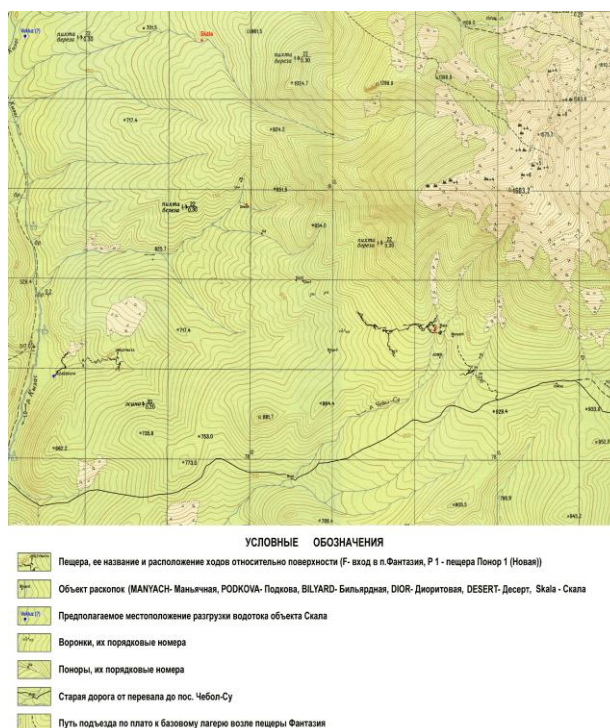


Рис. 2. Схема взаимного расположения карстовых объектов западного участка горы Патын. М 1:100000 [1].

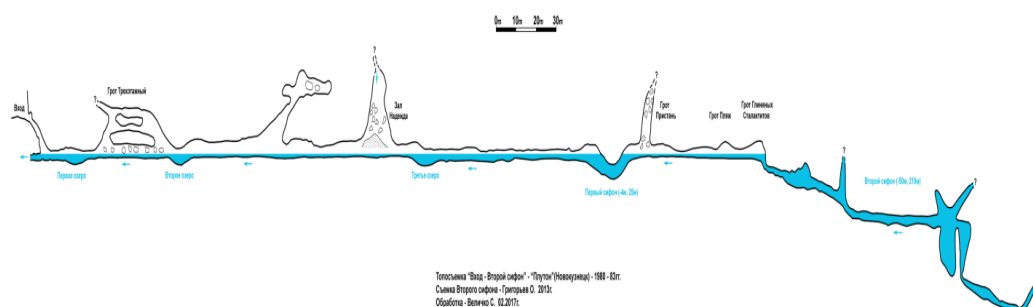


Рис. 3. Разрез-развертка пещеры Кызасская (–58/740м) [17].

В 1981 году в километре от Кызасской была открыта пещера Юбилейная (рис. 4), названная в честь 50-летнего юбилея г. Новокузнецка. Пещера представляет собой фрагмент древней (ныне не действующей) гидросистемы. Морфология ходов—широкие туннелеобразные галереи полукруглого сечения, позволяет судить о том, что полость была проработана в зоне горизонтальной циркуляции карстовых вод с мощной подземной рекой. До сих пор эта пещера считается красивой пещерой в области из-за обилия хемогенных отложений и

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЛУБОЧАЙШЕЙ КАРСТОВОЙ ГИДРОСИСТЕМЕ СИБИРИ В ПРЕДЕЛАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО СЕКТОРА ГОРЫ ПАТЫН...

кристаллов. Длина ходов полости составила более 1500 метров, глубина—82 метра [3].



Рис. 4. Пещера Юбилейная. План [13].

Новый толчок изучению района дал таштагольский спелеолог Александр Болдышев, показавший Сергею Величко понор в ручье Чебол-Су, где впоследствии был открыт вход в крупнейшую пещеру района, которой дали название Фантазия (рис. 5) За 15 лет новокузнецкими спелеологами, при участии спелеологов из разных городов Сибири, было проведено 14 экспедиций в пещеру Фантазия. За первые 7 экспедиций, была открыта основная часть подземных ходов, удививших вглубь горного массива.

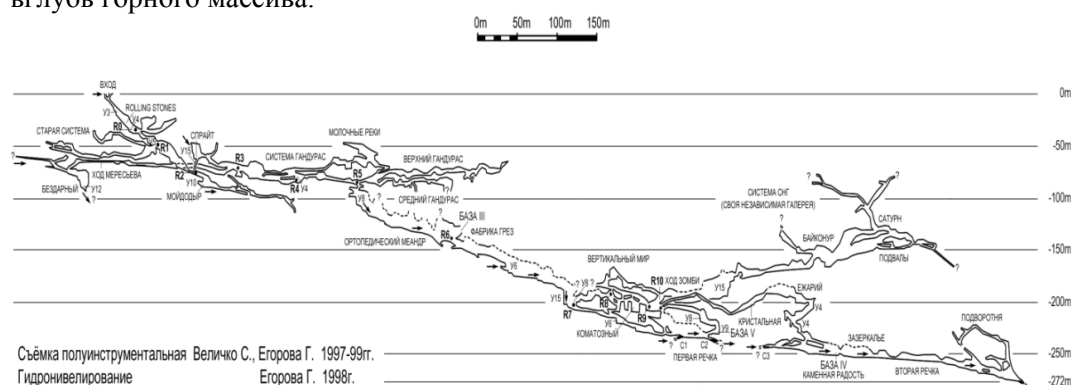


Рис. 5. Разрез-развертка пещеры Фантазия [15].

Пещера Фантазия представляет собой сложную систему ходов субгоризонтального типа, с очень небольшой зоной вертикальной циркуляции (первые десятки м) карстовых вод, где можно четко проследить древние уровни горизонтальной проработки полости (рис.4). В результате проявления неоген-четвертичных неотектонических движений, базис эрозии смещался относительно горизонтальных ходов пещеры, благодаря чему, прорабатывались новые ходы на более низком гипсометрическом уровне [16].

Сейчас длина ходов пещеры составляет больше 6 километров, глубина—311 метров. В нижней части пещеры течет подземная река с расходом воды 40—60 л/с (в паводок расход достигает 200 л/с), есть множество ручьев-притоков. Отдельные участки пещеры очень красивы из-за обилия хемогенных натечных образований. Дальнейший путь вниз по подземной реке преграждает Четвертый сифон (всего их в пещере 4, ни один пока не пройден) [12].

Близкое залегание (меньше 1 км) ходов пещеры относительно зоны контакта карбонатных и интрузивных пород отразилось в петрографическом составе в виде многочисленных даек, «прорезающих» карбонатные породы. По периферии интрузивного массива, горы Патын прослеживается скопление меланогаббро, которые можно наблюдать в привходовых частях пещеры Фантазия в виде огромных окатанных валунов, коллювиальные отложения которых, так же заполняют многочисленные карстовые воронки массива. Известковые скарны также добавляют разнообразия в состав пещерных минералов [6].

Помимо трех самых больших пещер района, был открыт ряд более мелких поверхностных карстовых объектов и небольших пещер (Рис. 2). Они с разной долей вероятности могут вывести в неизвестные части подземной гидросистемы юго-западного сектора горы Патын, а именно: пещера Понор 1, возможна связь с пещерой Фантазия, несмотря на достаточную от нее удаленность; пещера Бильярдная— в перспективе объект может вывести на гидросистему пещеры Фантазия за Четвертым сифоном; Диоритовая 2—действующий понор, в перспективе может вывести в гидросистему за Четвертым сифоном пещеры Фантазия и ряд других карстовых воронок и поноров.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования с момента открытия спелеологами карстового участка юго-западного сектора горы Патын прямым образом указывали на существование глубокой подземной гидросистемы, амплитудой свыше 450 м, включающей в себя, в том числе пещеры Фантазия и Кызасская, что являлось бы абсолютным рекордом для карстовых районов Сибири. Одной из главных задач Всероссийской научно-исследовательской спелеологической экспедиции в 2017 году в район горы Патын стало экспериментальное подтверждение данной гипотезы.

Для достижения этой цели на дне пещеры Фантазия была предпринята очередная попытка найти обход Четвертого сифона, который преграждает путь по подземной реке вглубь массива в сторону пещеры Кызасской. К сожалению, в данной экспедиции обход так и не был найден. Для увеличения глубины пещеры за счет поиска верхнего входа, была произведена топосъемка пещеры до максимальной верхней точки. Далее была произведена съемка местности вверх по логу, по которому заложены основные ходы пещеры Фантазия. В результате установлено, что толщина кровли над известной частью пещеры составляет порядка 100 м, что затрудняет проникновение в пещеру Фантазия посредством верхнего входа.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЛУБОЧАЙШЕЙ КАРСТОВОЙ ГИДРОСИСТЕМЕ СИБИРИ В ПРЕДЕЛАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО СЕКТОРА ГОРЫ ПАТЫН...

Для уточнения глубины и направления пещеры Фантазия была отснята нитка хода от входа до зеркала донного сифона, протяженностью 2135 м. Большой неожиданностью для всех стало увеличение глубины пещеры на 21 м (с 272 м до 293 м + 18 м сифон, итого 311 м). Полностью подтвердить или опровергнуть полученные данные мы не можем, так как гидронивелирование в пещере (1999 г) проводилось лишь до Первой Речки (завал Карточный домик), журнал измерений не сохранился. С имеющейся съемкой пещеры (вероятно, корректировавшийся с учетом данных гидронивелирования) новая нитка коррелируется до Rn 9 с погрешностью 4–6 м в сторону увеличения глубины. Достоверность новой нитки косвенно подтверждается кольцом, отснятым теми же приборами и людьми в Старой системе: на 377 м хода (86 пикетов) вертикальная несбивка составила 20 см. Видимо, придется считать глубину пещеры по новой съемке — 311 м, до тех пор, пока эти данные не будут опровергнуты или подтверждены новой съемкой или гидронивелированием. В результате новой современной топоъемки, пещера Фантазия вышла на первое место в Сибири по глубине, обогнав тем самым пещеру Кёк Таш в Горном Алтае.

В течении всей экспедиции не прекращались раскопки альтернативных входов (Бильярдная, Понор 1, Диоритовая 2 и др.) в гидросистему юго-западного сектора массива горы Патын, направленные на обход четвертого сифона в пещере Фантазия (рис. 2). Раскопки видимых результатов не принесли, по причине нехватки времени. Необходимо продолжение работ.

В ходе поисковых маршрутов по поверхности были проверены точки, взятые с геологических карт 50-х годов, а также точки, вызвавшие интерес после анализа космоснимков района. Осмотрены места ухода воды, возможные варианты входов в систему пещеры Фантазия. Полученный опыт показал, что возможности для поиска по поверхности далеко не исчерпаны. В ходе прокладки пеших маршрутов по новым направлениям был открыт ряд ранее не известных карстовых объектов [12].

Главным результатом экспедиции стало экспериментальное подтверждение гидрологической связи пещеры Фантазия с пещерой Кызасская. Для достижения этой цели, был использован индикаторный метод искусственного трассирования подземных вод [7]. Данный метод активно используется спелеологами для установления амплитуды, протяженности и направления развития карстовой гидросистемы. Благодаря этому методу, были открыты одни из глубочайших карстовых гидросистем мира на Западном Кавказе. Сущность его заключается в запуске красителя в водоток пещеры, которая находится в зоне карстовой водосборной площади. В месте предполагаемой разгрузки карстовых вод (включая) у подножья карстового массива устанавливаются ловушки для улавливания красителя.

17 июля 2017 г. на дне пещеры Фантазия, при участии автора (Ковалёв Р.) в Четвертый сифон был запущен краситель (флуоресцеин натрия). Заблаговременно в пещере-источник Кызасская (место предполагаемой разгрузки массива) были установлены ловушки для улавливания красителя, которые менялись ежедневно. 21 июля удалось визуально зафиксировать концентрированный выход красителя (зеленая вода) из пещеры Кызасская, который преодолел 3,8 км по прямой. Средняя

скорость продвижения красителя 39,58 м/час. Выход красителя из Кызасской был зафиксирован на видео.

Итого: краска вышла через четверо суток, острым пиком, не растянулась по гидросистеме, благодаря чему мы можем предполагать, что морфология и сечения подземных каналов достаточна, чтобы пройти систему Фантазия – Кызасская спелеологами, картографировать ее и экстраполировать на поверхность массива. Если это произойдет, то мы получим глубочайшую пещеру России длиной несколько десятков км и глубиной 450 м, за пределами Крыма и Кавказа, а также понимание направления движения подземных водных потоков и как ими управляет региональная геология.

Список литературы

1. Величко С.В. Горная Шория: Патын. URL: <http://velikan.nskdiggers.ru/shoriya/patyn/patyn.htm>
2. Величко С.В. Описание и история исследований в п. Фантазия. URL: http://velikan.nskdiggers.ru/shoriya/patyn/descr_patyn.htm
3. Величко С.В. Описание карстового района горы Патын. URL: http://velikan.nskdiggers.ru/shoriya/patyn/descr_patyn.htm
4. Гвоздецкий Н.А. Карстовые ландшафты. М.: Изд-во МГУ, 1988. 112 с.
5. Геоморфологическая схема участка N-45-XXIX / База данных государственных геологических карт. URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html>
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:20000, издание второе, Кузбасская серия, N-45-XXIX (Усть-Кабырза) / База данных государственных геологических карт. URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html>
7. Климчук А.Б. Эпикарст: гидрогеология, морфогенез и эволюция. Симферополь: Изд-во Сонат, 2009. 112 с.
8. Ковалёв Р.А. Всероссийская научно-исследовательская экспедиция «Глубины Алтая 2016: Отчет о производственной практике. Томск.: фонд каф. Географии НИ ТГУ, 2016. 23 с.
9. Ковалев Р.В., Волковинцер В.И. Почвенный покров Горно-Алтайской автономной области и пути его рационального использования // Вопросы развития сельского хозяйства Горного Алтая. Новосибирск. 1968. С. 73–74
10. Крапивкина Э.Д. Неморальные реликты во флоре черневой тайги Горной Шории. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 229 с.
11. Максимович Г.А. Основы карстоведения: Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. Пермь: Изд-во Пермское книжное издательство, 1963. Т. 1. 445 с.
12. Отчет о научно-исследовательской спелеологической экспедиции в район горы Патын в июле 2017 г. / Ковалёв Р.А., Величко С.В., Саблин Е.А. Новокузнецк: Архив библиотеки спелеоклуба Плутон, 2017. 6 с.
13. Пещера Юбилейная. План // Величко С.В. Новокузнецк: Архив библиотеки спелеоклуба Плутон, 2017.
14. Салаиро-Кузнецкая спелеологическая провинция // Информационно-поисковая система «Пещеры». URL: <https://speleoatlas.ru/caves/>
15. Разрез-развертка пещеры Фантазия / Величко С.В. Новокузнецк: Архив библиотеки спелеоклуба Плутон, 2017.
16. Рельеф Алтае-Саянской горной области / Чернов Г.А., Вдовин В.В., Окишев П.А. и др. Новосибирск: Наука, Сиб. Отд-ние, 1988. 206 с.
17. Прес-релиз «Экспедиция Патын 2017» / Ковалёв А.Ю., Ковалёв Р.А. Новокузнецк: Архив библиотеки спелеоклуба Плутон, 2017. 15 с.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЛУБОЧАЙШЕЙ КАРСТОВОЙ ГИДРОСИСТЕМЕ СИБИРИ
В ПРЕДЕЛАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО СЕКТОРА ГОРЫ ПАТЫН...

NEW DATA ON THE DEEPEST KARST HYDRAULIC SYSTEM OF SIBERIA
WITHIN THE SOUTHWEST SECTOR OF THE KARST MASSIF OF MOUNT
PATYN (SHORIYA MOUNTAINS)

Kovalev R. A¹, Velichko S. V².

¹ *Department of Geography, Geological and geographical faculty of the National Research Tomsk state university, Tomsk, Russian Federation;*

² *Public organization Novokuznetsk city club of cave explorers Pluton, Novokuznetsk, Russian Federation*

E-mail: razors26@rambler.ru

Article is devoted to studying of a speleological subsection of Mount Patyn (Shoriya mountains). The main conditions and factors of formation of a karst in this territory are considered, namely: geological, building and relief, climate, the surface and underground water, soil and vegetable cover. The favorable combination of above-mentioned geological and physiographic conditions provided formation of intensively carstified territory. The speleological study of the area of researches where the largest underground karst objects, such as caves Yubileynaya, Kyzasskaya and Fantaziya and also prospect of their researches are reflected is multiply characterized. Thanks to the RGO project on creation of the database (the electronic inventory) of caves of Russia and large caves of the neighboring countries, numerous speleological events began to be held. The research expedition to the area of Mount Patyn in July, 2017 which results are published in this article became one of such actions. Opening and the experimental confirmation by an indicator method of artificial tracing of underground waters, existence of the deepest karst hydraulic system of Siberia with an amplitude of 450 m on southwest slopes of Mount Patyn between caves Fantaziya and Kyzasskaya became one of the main achievements.

Keywords: karst, hydraulic system, Patyn, caves.

References

1. Velichko S.V. Gornaja Shoriya: Patyn (Mountain Shoria: Patyn). URL: <http://velikan.nskdiggers.ru/shoriya/patyn/patyn.htm>
2. Velichko S.V. Opisanie i istoriya issledovaniy v p. Fantaziya (Description and history of research in Fantasy). URL: http://velikan.nskdiggers.ru/shoriya/patyn/descr_patyn.htm
3. Velichko S.V. Opisanie karstovogo rajona gory Patyn (Description of the karst region of Mount Patyn). URL: http://velikan.nskdiggers.ru/shoriya/patyn/descr_patyn.htm
4. Gvozdeckij N.A. Karstovye landshafty (Karst landscapes). M.: Izd-vo MGU, 1988, 112 p.
5. Geomorfologicheskaja shema uchastka N-45-XXIX (Geomorphological diagram of the site N-45-XXIX). Baza dannyh gosudarstvennyh geologicheskikh kart. URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html>
6. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Rossijskoj federacii masshtaba 1:20000, izdanie vtoroe, Kuzbasskaja serija, N-45-XXIX (Ust'-Kabyrza) (State geological map of the Russian Federation on a scale of 1: 20,000, second edition, Kuzbass Series, N-45-XXIX (Ust'-Kabyrza)). Baza dannyh gosudarstvennyh geologicheskikh kart. URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html>
7. Klimchuk A.B. Jepikarst: gidrogeologija, morfogenez i jevoljucija (Epicarst: hydrogeology, morphogenesis and evolution). Simferopol': Izd-vo Sonat, 2009, 112 p.
8. Kovaljov R.A. Vserossijskaja nauchno-issledovatel'skaja jekspedicija «Glubiny Altaja 2016: Otchet o proizvodstvennoj praktike (All-Russian Research Expedition "Altai Depths 2016: Report on Production Practices). Tomsk.: fond kaf. Geografii NI TGU, 2016, 23 p.

9. Kovalev R.V., Volkovincer V.I. Pochvennyj pokrov Gorno-Altajskoj avtonomnoj oblasti i puti ego racional'nogo ispol'zovanija (Soil cover of the Gorno-Altai Autonomous Region and ways of its rational use). Voprosy razvitija sel'skogo hozjajstva Gornogo Altaja. Novosibirsk, 1968, pp. 73–74
10. Krapivkina Je.D. Nemoral'nye relikty vo flore chernевой tajgi Gornoj Shorii (Nemoral relics in the flora of the black taiga of Mountain Shoria). Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2009, 229 p.
11. Maksimovich G.A. Osnovy karstovedenija: Voprosy morfologii karsta, speleologii i gidrogeologii karsta (Fundamentals of karstology: Issues of karst morphology, speleology and karst hydrogeology). Perm': Izd-vo Permskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1963, V. 1, 445 pp.
12. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj speleologicheskoj jekspedicii v rajon gory Patyn v ijule 2017 g (Report on the scientific speleological expedition to the area of Mount Patyn in July 2017). Kovaljov R.A., Velichko S.V., Sablin E.A. Novokuzneck: Arhiv biblioteki speleokluba Pluton, 2017, 6 p.
13. Peshhera Jubilejnaja. Plan (The cave is Jubilee. Plan). Velichko S.V. Novokuzneck: Arhiv biblioteki speleokluba Pluton, 2017.
14. Salairo-Kuzneckaja speleologicheskaja provincija (Salairo-Kuznetsk speleological province). Informacionno-poiskovaja sistema «Peshhery». URL: <https://speleoatlas.ru/caves/>
15. Razrez-razvertka peshhery Fantazija (Section-scan of the Fantasy cave). Velichko S.V. Novokuzneck: Arhiv biblioteki speleokluba Pluton, 2017.
16. Rel'ef Altae-Sajanskoj gornoj oblasti (The relief of the Altai-Sayan mountain region). Chernov G.A., Vdovin V.V., Okishev P.A. i dr. Novosibirsk: Nauka, Sib. Otd-nie, 1988, 206 p.
17. Pres-reliz «Jekspedicija Patyn 2017» (Press release "Expedition Patyn 2017"). Kovaljov A.Ju., Kovaljov R.A. Novokuzneck: Arhiv biblioteki speleokluba Pluton, 2017, 15 p.

Поступила в редакцию 22.03.2019

РАЗДЕЛ 5. ГИДРОЛОГИЯ, ОКЕАНОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ.

УДК 502(4+5); 911.9

АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАРАДАГЕ В 2014–2018 ГГ.

Никифорова М.П.¹, Лапченко В.А.²

¹*Севастопольский экономико-гуманитарный институт (филиал) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Севастополь, Российская Федерация*

²*ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН»,
пгт. Курортное, Республика Крым, Российская Федерация
E-mail: nikiforovamp@yandex.ru*

Рассмотрены особенности изменчивости метеорологических условий в 2014–2018 гг. по данным измерений, проводимых на станции фонового экологического мониторинга ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН». Проанализирована внутригодовая и межгодовая изменчивость среднесуточной и среднемесячной приземной температуры, а также ее суточный ход. Показано, что наибольшие температуры на Карадаге наблюдаются в июле-августе, а рекордные температуры за период инструментальных наблюдений были зафиксированы в начале августа 2018 г. Установлено, что для зимних месяцев характерны большие перепады среднесуточной приземной температуры. Анализ особенностей изменчивости влажности и месячных сумм осадков на Карадаге показал, что минимальные значения этих показателей характерны для летних месяцев. Катастрофическое выпадение осадков за короткий срок на Карадаге в 2014–2018 гг. наблюдалось редко, тем не менее, подобные случаи имели место несколько раз. Так, например, за 11 декабря 2018 г. выпало более месячной нормы осадков. Особенности ветрового режима на Карадаге мало изменялись за рассматриваемый период. Установлено, что в заповеднике преимущественно наблюдаются ветры южного и восточного направлений, наименьшие значения скорости ветра наблюдаются с мая по июль, а наибольшие – с ноября по март.

Ключевые слова: изменчивость, приземная температура, относительная влажность, месячные суммы осадков, скорость ветра, Карадаг.

ВВЕДЕНИЕ

Особенности современных климатических изменений вызывают большую обеспокоенность во всем мире. В настоящее время темпы повышения глобальной приземной температуры превышают прогнозируемые [1], так, 2018 год вновь стал одним из самых теплых за всю историю инструментальных наблюдений. В пресс-релизе Всемирной метеорологической организации, опубликованном 6 февраля 2019 г. на официальном сайте, отмечается, что последние четыре года стали самыми теплыми с 1850-х годов. Установлено, что двадцать самых теплых лет за всю историю наблюдений приходятся на последние 22 года, а за последние 4 года темпы потепления беспрецедентны (и в океане, и на суше). Вследствие этого, существенно увеличивается число экстремальных погодных явлений. Один из последних ярких примеров – небывалые холода в США в феврале 2019 г., одной из основных причин

которых стало рекордное таяние льдов в Арктике на фоне повышающейся глобальной температуры [2]. Крайне опасными являются периоды сильнейшей жары – волны тепла. Их число, а также мощность (продолжительность и амплитуда) в 21 в. существенно возросли. В России сильнейшая волна тепла наблюдалась в 2010 г., при которой дополнительная смертность в Москве составила 50,7 % [1].

Таким образом, актуальность выявления закономерностей и особенностей современной изменчивости метеорологических параметров и явлений крайне высока. Особый интерес вызывает проведение подобных исследований для станций фоновоего мониторинга, на которых исключается влияние города, в первую очередь, городских островов тепла [3].

Подобная станция действует в ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН», который расположен в горном массиве Карадаг на юго-восточном побережье Крымского полуострова на значительном расстоянии (много десятков километров) от источников промышленного загрязнения атмосферы. Карадаг расположен на стыке суши и моря, гор и равнин, лесов и степей, что обуславливает формирование некоторых черт морского климата, характеризующегося сравнительно небольшой (хотя и довольно значительной для прибрежных областей Южного Крыма) годовой амплитудой температуры воздуха, достигающей здесь 22,3 °С по среднемесячным температурам и 64,0 °С по абсолютному минимальному и максимальному значению. Средняя многолетняя температура воздуха на Карадаге составляет 12,1 °С [4].

Станция фоновоего экологического мониторинга (СФЭМ) расположена на территории заповедника на северо-восточном склоне горы Святая (44° 55' с.ш., 35° 14' в.д., 180 м над у.м.). Место для размещения станции по программе ЕМЕП (2012 г.), согласовано с Координационным Химическим Центром КХЦ (Норвегия). С июня 2013 года СФЭМ принимала участие в международной программе: ICP IM («International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems») (Международная программа сотрудничества по интегрированному мониторингу влияния загрязнения воздуха на экосистемы). Параметры, измеряющиеся на СФЭМ: температура воздуха, влажность воздуха, атмосферное давление, скорость ветра в порывах, скорость ветра средняя, направление ветра, количество жидких осадков, интенсивность осадков, их кислотность, атмосферные явления, приземный озон, оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, аэрозоли (по договору с ИФА РАН) [5, 6].

Последние работы свидетельствуют, что в Крыму наблюдаются общемировые тенденции повышения среднегодовых температур, а также увеличивается число катастрофических погодных явлений [7, 8]. В частности, увеличивается число ураганных ветров, что приводит к появлению песчаных бурь, а также растет количество экстремально-теплых зим [7]. Последние данные показывают также увеличение годовых сумм осадков, а также числа катастрофического выпадения осадков за короткий срок [8]. На основе анализа данных срочных измерений сети метеорологических станций Крыма показано, что начиная с середины 20 в. на территории полуострова наблюдается увеличение среднемесячных температур [9]. На подобные изменения метеорологических условий в Крыму неизбежно отвечает

его рекреационный комплекс, для которого наблюдается существенное увеличение его комплексных показателей [10–12]. В частности, возрастает число волн тепла, что характерно практически для всей территории Крымского полуострова [13, 14].

Аналогичные результаты получены при рассмотрении особенностей изменчивости среднесуточных средних температуры и месячных сумм осадков на территории Крыма. Так, оценка тенденций изменения температур и месячных сумм осадков на полуострове по климатическим рядам за 100 лет [15] показала их существенный рост, начиная с 90-х годов 20 в. В работе [16] показано, что температурный режим Крыма в многолетнем плане обладает существенной стабильностью, а вариации приземной температуры воздуха могут быть связаны со спецификой поступления и распределения приходящей на верхнюю границу атмосферы солнечной радиации. Установлено, что на особенности метеорологических условий на территории Карадага до 2012 г. существенное влияние оказывал также ход элементарных циркуляционных механизмов [17]. Данная работа посвящена выявлению особенностей и изменчивости метеорологических условий в Карадагском природном заповеднике за период 2014–2018 гг. на основе анализе срочных измерений, осуществляемых на СФЭМ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве исходного материала использовались результаты срочных измерений метеорологических параметров за каждый час, осуществляемых на СФЭМ, за период 2014–2018 гг. Измерения проводятся метеорологической станцией WS-600-UMB Lufft (GmbH, Fellbach, Germany, <http://www.lufft.com>) по следующим параметрам: приземная температура воздуха, осадки, направление и скорость ветра, относительная влажность и атмосферное давление. При каждом измерении метеостанция также вычисляет точность и доверительный интервал результатов. Точность измерения приземной температуры составляет $\pm 0,2$ °C, влажности – $\pm 2\%$, давления – $\pm 1,5$ гПа, сумм осадков – $\pm 0,01$ мм и скорости ветра – $\pm 0,3$ м/с. Исходные данные за 2014–2018 гг. однородны и практически не имеют пропусков, единственный существенный пробел – начало 2016 г., связанный с отключением электроэнергии на Крымском полуострове, начало непрерывных измерений на СФЭМ в 2016 г. датируется 16 апреля.

Анализ исходного материала осуществлялся методами математической статистики и спектрального анализа. По срочным данным результатов измерений метеорологических параметров за каждый час вычислялись среднесуточные, среднемесячные и среднегодовые значения. В расчетах учитывались значения с точностью измерения более 99% (были исключены не более 10 точек за весь рассматриваемый период). Для анализа приземных температур по стандартным формулам рассчитывались среднеквадратическое отклонение и амплитуда (разница среднесуточных температур двух последовательных дней).

Для выполнения расчетов и составления иллюстрационного материала использовались программы PTC Mathcad 13.0, а также Golden Surfer 13.0 и Golden Grapher 11.0.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Особенности изменения приземной температуры в 2014–2018 гг.

Как и в целом в мире, 2018-ый г. стал самым теплым за всю историю инструментальных наблюдений на СФЭМ. Среднегодовое значение приземной температуры составило $13,51^{\circ}\text{C}$, что больше аналогичной величины в 2015 г. ($13,26^{\circ}\text{C}$), когда во многих частях мира в летний период наблюдалась аномальная жара. За последние 5 лет наиболее холодным стал 2014 г. (среднегодовое значение температуры – $12,88^{\circ}\text{C}$). Для сравнения, на рис. 1 представлен годовой ход среднесуточной приземной температуры в двух аномально теплых годах – 2015 и 2018 гг.

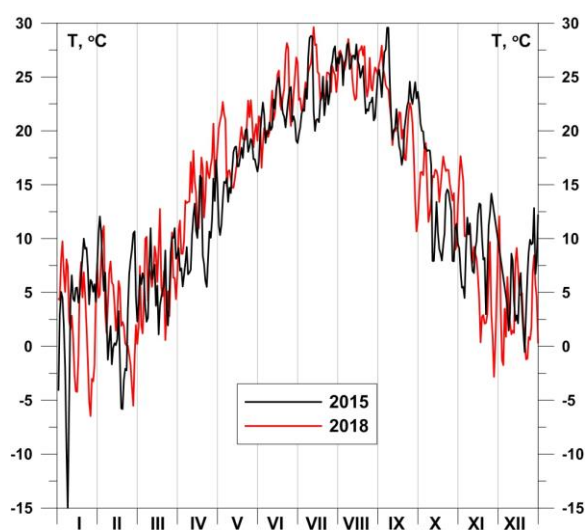


Рис. 1. Годовой ход среднесуточной приземной температуры на СФЭМ в 2015 и 2018 гг.

Из рис. 1 видно, что практически всю первую половину года на СФЭМ среднесуточные температуры 2018-го г. были выше температур 2015-го г. Максимальные температуры в 2018 г. наблюдались в середине июля, достигнув наибольшего значения 11 июля – $29,63^{\circ}\text{C}$, а в 2015 г. – в начале сентября (04.09.2015 – $29,58^{\circ}\text{C}$). Тем не менее, за последние пять лет наибольшие температуры были зафиксированы в 2017 г. в начале августа. Аномальная жара в районе Карадага наблюдалась около двух недель, 8 августа на СФЭМ среднесуточная температура достигла $32,40^{\circ}\text{C}$, что выше среднемесячного значения на 7°C . Согласно срочным измерениям в 14–00 в этот день температура достигла отметки $36,38^{\circ}\text{C}$, что является максимальной величиной за весь период инструментальных наблюдений.

Наибольшие температуры в районе Карадага наблюдаются в июле – августе (рис. 1): среднемесячное значение составляет $24,50^{\circ}\text{C}$ и $25,43^{\circ}\text{C}$ соответственно (за период 2014–2018 гг.). Из рис. 1 видно, что в 2015 г. аномально теплым был также сентябрь

АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАРАДАГЕ В 2014-2018 ГГ.

(среднемесячное значение больше среднемноголетнего на 3°C). В целом, распределение приземных температур на СФЭМ симметрично относительно летних месяцев, однако, осенние температуры несколько выше весенних. Наиболее низкая температура опускается в зимние месяцы, с минимумом в январе. За 2014–2018 гг. все среднемесячные температуры были выше нуля, наиболее низкая зафиксирована в январе 2017 г. – $0,16^{\circ}\text{C}$. За период инструментальных наблюдений минимальные среднесуточные температуры наблюдались в конце января – начале февраля 2014 г., с рекордным значением $-13,27^{\circ}\text{C}$, зафиксированным 31.01.2014 г. Согласно срочным измерениям в 02–00 01.02.2014 температура достигла отметки $-14,94^{\circ}\text{C}$, что является минимальной величиной за весь период инструментальных наблюдений на СФЭМ.

В районе Карадага в зимние месяцы наблюдается существенная вариативность среднесуточных температур, с максимумом среднеквадратического отклонения в январе и феврале (за 2014–2018 гг.), в среднем величина которого достигает $\approx 5,2^{\circ}\text{C}$. В табл. 1 для каждого месяца представлены среднеквадратическое отклонение и максимальные значения амплитуды (по модулю) среднесуточной температуры при переходе от одних суток к другим за 2014–2018 гг.

Таблица 1.

Среднеквадратические отклонения и максимальные значения амплитуды (по модулю) среднесуточной температуры при переходе от одних суток к другим для каждого месяца за 2014–2018 гг. на СФЭМ ($^{\circ}\text{C}$)

	2014	2015	2016	2017	2018
1	5,79 / 7,52	5,64 / 10,10	–	4,72 / 6,84	4,62 / 6,88
2	6,03 / 5,84	5,13 / 6,00	–	4,32 / 8,00	4,00 / 7,92
3	3,61 / 5,42	2,75 / 5,52	–	2,38 / 4,57	3,07 / 6,29
4	3,66 / 5,15	3,39 / 3,79	–	3,80 / 5,63	3,18 / 3,89
5	3,17 / 5,11	2,55 / 2,64	1,95 / 4,41	3,08 / 3,44	2,51 / 4,27
6	1,83 / 3,17	1,73 / 2,58	4,25 / 3,46	2,40 / 3,34	2,81 / 3,29
7	1,82 / 3,72	2,76 / 3,87	2,32 / 3,62	2,19 / 1,80	1,92 / 2,44
8	3,24 / 3,3	2,14 / 2,25	2,52 / 3,63	3,90 / 3,31	1,64 / 3,20
9	3,85 / 2,93	3,24 / 2,46	3,85 / 4,51	4,43 / 5,05	3,79 / 2,27
10	4,86 / 9,46	4,26 / 8,88	4,77 / 2,48	2,50 / 5,73	2,30 / 5,26
11	4,69 / 5,06	2,94 / 10,43	5,47 / 7,37	3,62 / 7,52	4,31 / 8,31
12	4,91 / 8,71	4,81 / 8,38	3,78 / 8,22	3,64 / 9,07	2,82 / 6,45

Максимальные значения амплитуды приземной температуры при переходе от одних суток к другим характерны для января и ноября-декабря. Наибольшее значение по модулю было зафиксировано в ноябре 2015 г. и составило $10,43^{\circ}\text{C}$ и в январе 2015 г. – $10,10^{\circ}\text{C}$ (табл. 1). Стоит отметить, что оба случая соответствовали резкому снижению температуры. Анализ метеорологических данных, регистрируемых на

СФЭМ, позволяет заключить, что для данного района случаи резкого похолодания имеют большую амплитуду (среднее максимальное значение $\approx 8^{\circ}\text{C}$) по сравнению со случаями резких потеплений ($\approx 4^{\circ}\text{C}$ соответственно). Из таблицы 1 следует, что для летних месяцев характерна наименьшая вариативность среднемесячных значений приземной температуры.

Суточный ход приземной температуры имеет ряд особенностей для каждого сезона. На рис. 2 приведен осредненный за месяц суточный ход температуры на СФЭМ в 2018 г. в январе, апреле, июле и октябре.

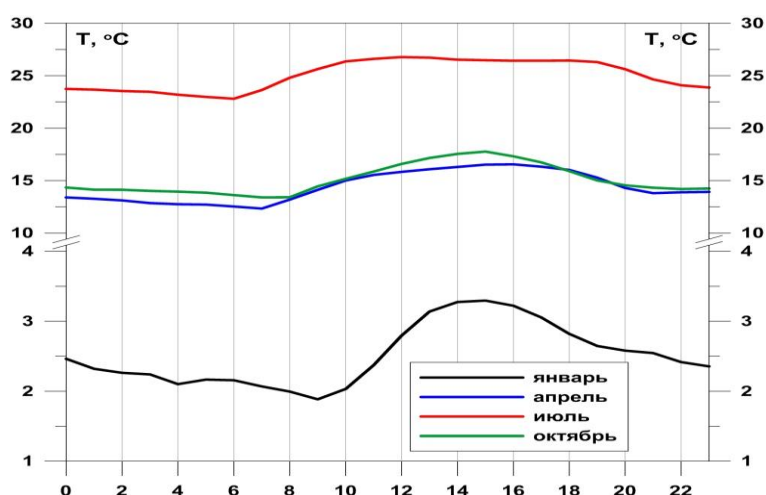


Рис. 2. Осредненный за месяц суточный ход приземной температуры на СФЭМ в 2018 г.

Для зимних и осенних месяцев в суточном ходе температуры характерно наличие одного минимума и одного максимума, а для весенних и летних месяцев – одного минимума и двух максимумов (рис. 2). Зимой наименьшие температуры наблюдаются в районе 09–00 ч., наибольшие – около 15–00 дня. Осенью максимальные температуры фиксируются в то же время, а минимальные – в 08–00 утра. Весной с 10–00 до 18–00 ч. приземная температура изменяется мало, например, в апреле (осредненный суточный ход за месяц в 2018 г.) за этот промежуток времени колебания температуры лежат в пределах одного градуса ($15 - 16^{\circ}\text{C}$). Минимальная температура в весенние месяцы наблюдается в районе 07–00 утра. Летом наименьшая приземная температура фиксируется в 06–00 утра, с этого времени она начинает быстро расти и с 10–00 ч. до 19–00 ч. почти не изменяется. Из рис. 2 видно, что для зимних и летних месяцев в районе Карадага наблюдается быстрый прогрев приземного воздуха в утренние часы и медленное его остывание в вечерние, тогда как весной и осенью оба процесса происходят с одинаковыми темпами (осенью скорость выше).

Рассматриваемый 5-летний период не позволяет сделать достоверные выводы о тенденциях межгодовых изменений приземной температуры. Среднегодовые ее

значения для 2014–2018 гг. соответственно составили (без 2016 г.): 12,88 °С, 13,26 °С, 13,00 °С и 13,51 °С. Тем самым, 2018-ый год, действительно, стал самым теплым за период инструментальных наблюдений на Карадаге. В апреле, мае и октябре 2018 г. среднемесячная температура, в среднем, была выше на ≈ 3 °С по сравнению со средним значением за рассматриваемый период. В то же время, среднемесячная температура ноября и декабря 2018-го г. была ниже среднего значения на ≈ 2 °С.

Некоторое представление о долговременных изменениях и тенденциях среднемесячных температур дает табл. 2, в которой представлены среднемноголетние значения среднемесячной температуры в Карадагском природном заповеднике [4] и среднемесячные температуры по данным СФЭМ за 2014–2018 гг.

Таблица 2.

Среднемноголетние значения среднемесячной температуры в Карадагском природном заповеднике по данным Крымской научно-исследовательской геофизической обсерватории [4] и среднемесячные температуры по данным СФЭМ в 2014–2018 гг.

Месяц	Среднемноголет. температура [4]	2014	2015	2016	2017	2018
Январь	1,8	2,32	3,77		0,16	2,51
Февраль	1,5	3,26	2,90		0,34	3,03
Март	4,4	8,05	5,96		8,39	5,90
Апрель	9,7	11,51	10,11		10,20	14,40
Май	15,5	17,74	16,51	22,15	15,79	19,13
Июнь	20,4	20,75	21,60		21,59	22,72
Июль	23,8	24,50	24,17	25,6	24,01	25,03
Август	23,6	25,29	24,87	18,85	25,49	25,89
Сентябрь	18,8	18,43	22,41	10,7	20,88	19,64
Октябрь	13,6	10,98	11,86	6,68	13,03	15,06
Ноябрь	8,1	6,19	9,56	0,65	7,70	5,45
Декабрь	4,1	5,52	5,40	16,35	8,37	3,35
За год	12,1	12,88	13,26		13,00	13,51

Из табл. 2 видно, что для всех месяцев года, за исключением ноября, наблюдается рост среднемесячных температур. В среднем, превышение среднемноголетних данных (1961–1990 гг.) в 2014–2018 гг. составляет 1–2°С. Наибольшее увеличение температур, как следует из табл. 2, произошло в летние месяцы. Так, в июле и августе увеличение среднемесячных температур составляет 2°С и более. В ноябре наблюдается обратная ситуация, и за рассматриваемый период 2014–2018 гг. только в 2015 г. среднемесячная температура была больше среднемноголетнего значения на $\approx 1,5$ °С.

Особенности изменения влажности и месячных сумм осадков в 2014–2018 гг.

На рис. 3 представлены среднемесячные значения относительной влажности (среднее за 2014–2018 гг.), а также месячные суммы осадков за 2014, 2015, 2017, 2018 гг. на СФЭМ.

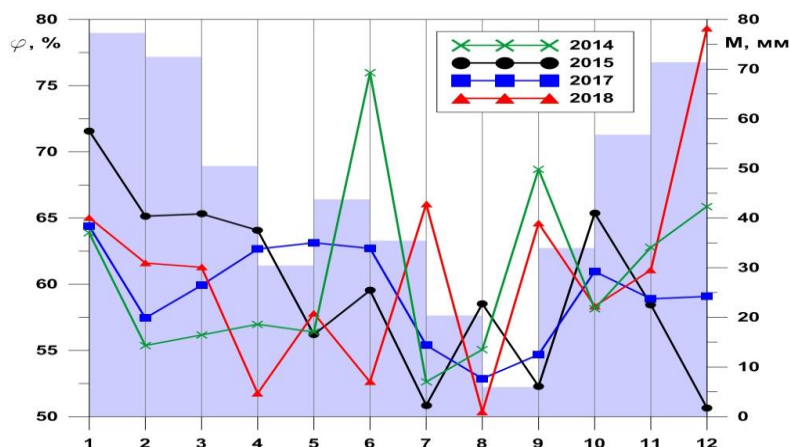


Рис. 3. Годовой ход среднемесячных значений относительной влажности φ (средние за 2014–2018 гг., столбчатая диаграмма) и месячных сумм осадков в 2014–2018 гг. на СФЭМ

Из рис. 3 видно, что для летних месяцев в районе Карадага характерно снижение влажности, с минимумом в августе (52%) для периода 2014–2018 гг. Влажность более 70% наблюдается с октября по февраль с максимумом в январе (79%). Весной пониженная влажность на СФЭМ фиксируется в апреле (69% – март, 61% – апрель, 67% – май), подобное явление в большей или меньшей степени характерно для всех лет рассматриваемого периода (2014–2018 гг.).

Хотя годовой ход месячных сумм осадков изменчив от года к году и мало зависит от времени года, в летние месяцы, как правило, осадков на Карадаге выпадает меньше (рис. 3). В то же время, например, за 2014 г. наибольшее количество осадков выпало в июне – 69,25 мм, много осадков выпало также в сентябре (49,83 мм) и декабре (42,35 мм). Больше июня 2014 г. осадков выпало только в декабре 2018 г. – 78,24 мм (за 2014–2018 гг.). Наименьшее количество осадков за год на СФЭМ наблюдалось в 2017 г. (299 мм), немногим больше была годовая сумма осадков в 2015 г. – 315 мм., за 2014 и 2018 гг. выпало около ≈ 340 мм. Из рис. 3 следует, что в 2014 г. минимум месячных сумм осадков наблюдался в летние месяцы в июле и августе. Мало осадков было и в июле 2015 г. (2,29 мм), хотя декабрь оказался самым сухим в этом году (1,76 мм). В 2017 и 2018 гг. наименьшее количество осадков выпало в августе: 7,65 мм и 0,9 мм соответственно.

Катастрофическое выпадение осадков за короткий промежуток времени на Карадаге за рассматриваемый период случалось достаточно редко. Анализ данных,

АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАРАДАГЕ В 2014-2018 ГГ.

получаемых на СФЭМ, позволяет заключить, что подобные ситуации характерны для летних и зимних месяцев. Так, в июле 2018 г. половина месячной суммы осадков (42,81 мм) выпала за один день – 6 июля (23 мм). В этот год существенные осадки за сутки наблюдались также 11 декабря (37,27 мм), 21 января (18,17 мм) и 4 февраля (14,26 мм). В 2017 г. наибольшее количество осадков выпало 5 января (22,68 мм), 24 июня (15,20 мм) и 23 сентября (11,82 мм). Существенные осадки были зафиксированы также 4 января (20,99 мм) и 18 августа 2015 г. (20,03 мм). Однако, максимальное количество осадков за один день (за 2014–2018 гг.) на Карадаге выпало 23 сентября (43,32 мм) и 3 июня (41,74 мм) 2014 г. Годовые суммы осадков показывают небольшую тенденцию к возрастанию, однако небольшая размерность ряда не позволяет подтвердить адекватность подобного вывода. Годовые суммы осадков на СФЭМ составили: 2014 г. – 341,23 мм, 2015 г. – 314,73 мм, 2017 г. – 299,10 мм, 2018 г. – 346,31 мм.

Некоторое представление о долговременных изменениях и тенденциях месячных сумм осадков дает табл. 3, в которой представлены среднегодовое значения месячных сумм осадков в Карадагском природном заповеднике [4] и осадки по данным СФЭМ за 2014–2018 гг.

Таблица 3.

Среднегодовое значения месячных сумм осадков в Карадагском природном заповеднике по данным Крымской научно-исследовательской геофизической обсерватории [4] и месячные суммы осадков по данным СФЭМ в 2014–2018 гг.

Месяц	Среднегодовое осадки [4]	2014	2015	2017	2018
Январь	29	37,0	57,5	38,3	40,1
Февраль	27	14,3	40,3	19,8	30,9
Март	23	16,4	40,8	26,4	30,1
Апрель	24	18,6	37,5	33,7	4,6
Май	27	17,0	16,5	35,0	20,8
Июнь	42	69,2	25,4	33,9	7,0
Июль	34	7,0	2,2	14,3	42,8
Август	27	13,5	22,7	7,6	0,9
Сентябрь	28	49,8	6,1	12,5	38,9
Октябрь	29	21,7	40,9	29,5	22,2
Ноябрь	34	34,1	22,5	23,7	29,5
Декабрь	33	42,3	1,7	24,2	78,2
За год	357	341,2	314,7	299,1	346,3

Из табл. 3 видно, что годовые суммы осадков за 2014–2018 г. меньше среднегодового значения. Следует также, что в зимние месяцы осадков, в среднем, стало больше, а в летние – меньше. Осенью и весной месячные суммы

осадков существенно зависят от рассматриваемого года. Так, в апреле в 2014 и 2018 гг. осадков выпало меньше климатической нормы, а в 2015 и 2017 гг. – в 1,5 раза больше.

Особенности изменений ветрового режима в 2014–2018 гг.

В табл. 4 приведены данные о количестве суток за год, когда наблюдался ветер соответствующего направления на СФЭМ в 2014–2018 гг. (расчет проводился путем осреднения за сутки срочных результатов измерений).

Таблица 4
Количество суток за год, когда наблюдался ветер соответствующего направления на СФЭМ в 2014–2018 гг. (2016 г. с 16 апреля)

<i>Ветер</i>	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Северный</i>	2	1	0	7	4
<i>Северо-западный</i>	0	0	1	1	0
<i>Западный</i>	1	1	2	1	0
<i>Юго-западный</i>	25	23	22	32	33
<i>Южный</i>	141	140	75	132	134
<i>Юго-восточный</i>	78	84	61	84	75
<i>Восточный</i>	58	56	55	56	66
<i>Северо-восточный</i>	60	48	31	54	53

Из табл. 4 видно, что на СФЭМ за весь рассматриваемый период преобладают ветра южного и восточного направлений. Крайне редки случаи северного, северо-западного и западного ветров. Наиболее часто регистрируется южный ветер – это характерно для всего периода 2014–2018 гг. Почти в два раза менее часто наблюдается юго-восточный ветер, и чуть реже – восточный и северо-восточный ветры. Резкие смены направления ветра в течение дня на Карадаге наблюдаются редко и наиболее часто регистрируются при небольшой скорости ветра. На рис. 4 приведен годовой ход среднемесячных значений скорости ветра в 2014, 2015, 2017 и 2018 гг. по данным СФЭМ.

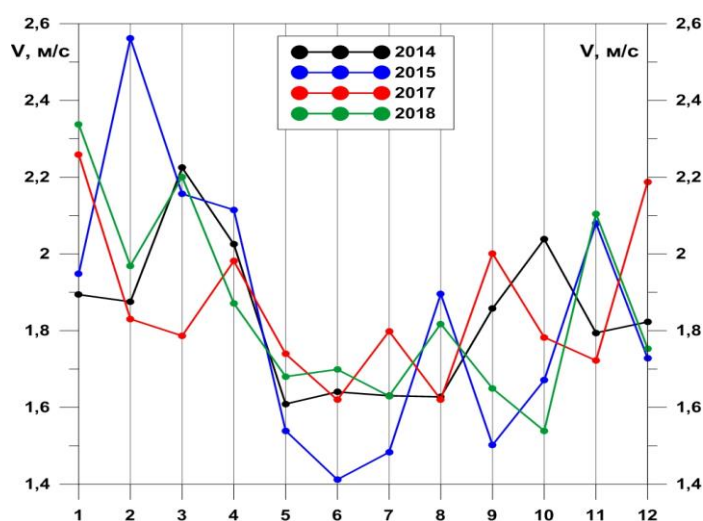


Рис. 4. Годовой ход среднемесячных значений скорости ветра (м/с) на СФЭМ в 2014–2018 гг. (без 2016 г.)

Из рис. 4 видно, что среднемесячные значения скоростей ветра за рассматриваемый период лежат в пределах 1,4–2,6 м/с и зависят от времени года. Наименьшие значения скорости наблюдаются с мая по июль, а наибольшие – с ноября по март. В 2015 г. зафиксирована как максимальная среднемесячная скорость ветра – в феврале 2,56 м/с, так и минимальная – в июне 1,41 м/с (за 2014–2018 гг.). Наибольшая изменчивость для среднемесячных значений скорости ветра на Карадаге характерна для осенних месяцев. Разница наблюдается как при переходе от одного месяца к другому в течение одного года, так и при рассмотрении значений за конкретный месяц за разные годы.

Примечательно, что отмечается некая схожесть в годовом ходе среднемесячных значений скорости ветра за два наиболее теплых года на Карадаге – 2015 и 2018 гг. (рис. 4). Это подтверждают и коэффициенты корреляции между рядами среднемесячных скоростей ветра. Если для всех остальных пар лет их значения лежат в пределах 0,3–0,4, то для рядов среднемесячных значений скоростей ветра за 2015 и 2018 гг. коэффициент корреляции достигает 0,67. Из табл. 4 видно, что подобного соответствия в изменениях направления ветра не наблюдается.

Срочные данные измерений на СФЭМ свидетельствуют о том, что, как правило, мгновенные значения скорости ветра не превышают 8 м/с. Единственным исключением (за 2014–2018 гг.) стал 2017 г.: 23 февраля была зафиксирована скорость 11,29 м/с, а 11 декабря – 8,68 м/с. Анализ данных измерений показывает, что наиболее часто максимальные значения мгновенной скорости ветра на Карадаге характерны для марта-апреля и ноября-декабря. Среднегодовые значения скорости ветра за рассматриваемый период фактически одинаковы (без 2016 г.): 2014 и 2015 гг. – 1,84 м/с, 2017 и 2018 гг. – 1,86 м/с.

ВЫВОДЫ

Анализ метеорологических условий на СФЭМ ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН» показал, что наибольшие температуры за год наблюдаются в июле-августе, в эти же месяцы, в среднем, выпадает наименьшее количество осадков, фиксируется минимальная влажность и небольшие скорости ветра. Подобные условия существенно повышают пожароопасность рассматриваемой территории и риски засух в заповеднике. Кроме того, в летние месяцы, в разгар курортного сезона на Крымском полуострове, Карадагский природный заповедник посещает большое количество туристов. Сочетание же подобных метеорологических условий приводит к возможности возникновения неблагоприятной биоклиматической обстановки и, как следствие, негативного воздействия на здоровье человека.

При сравнении метеорологических условий за 2014–2018 гг. по данным СФЭМ со среднемноголетними климатическими показателями для Карадагского природного заповедника было выявлено увеличение температур на $\approx 1\text{--}2^\circ\text{C}$ для всех месяцев года, кроме ноября, что соответствует общемировым тенденциям возрастания приземных температур. Наибольшее увеличение температур фиксируется для летних месяцев, летом же характерно снижение выпадающих осадков по сравнению со среднемноголетними величинами, что в будущем может привести к критическим условиям с точки зрения пожароопасности, агроклиматической и биоклиматической обстановки в Карадагском природном заповеднике.

Исследование выполнено при поддержке Программы развития федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» на 2015–2024 годы по проекту «Сеть академической мобильности «ГИС-Ландшафт – Технологии и методики формирования геопорталов современных ландшафтов регионов» в 2017 году.

Научный сотрудник ФГБУН "КНС - ПЗ РАН" Лапченко В.А. выполнил статью, в рамках темы гос. задания (№АААА-А19-119012490044-З).

Список литературы

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2017 год. М.: Росгидромет, 2018. 69 с.
2. Extreme cold in Chicago may cause some frostbite victims to lose limbs URL: <https://edition.cnn.com/2019/01/31/weather/winter-weather-thursday-wxc/index.html>
3. Балдина Е.А., Константинов П., Грищенко М., Варенцов М. Исследование городских островов тепла с помощью данных дистанционного зондирования в инфракрасном тепловом диапазоне // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. 2015. №5. С. 38–42
4. Карадаг заповедный: научно – популярные очерки / Под. ред. А.Л. Морозовой. Симферополь: Н.Ореанда, 2011. 228 с.
5. Goncharuk V.V. et al. Monitoring of aerosols and the state of sea water of the water area of the Karadag Natural Reserve // Journal of Water Chemistry and Technology. 2015. Vol. 37, no. 1. pp. 4–9.

6. Лапченко В.А., Звягинцев А.М. Малые газовые составляющие атмосферы в Карадагском природном заповеднике в Крыму // Оптика атмосферы и океана, 2015. Т. 28. №2. С. 178–181.
7. Жук В.О., Ергина Е.И. Активизация стихийных природных процессов на особо охраняемых природных территориях Крыма в связи с усилением интенсивности опасных гидрометеорологических явлений в современных условиях изменения климата // Научные исследования на заповедных территориях. Симферополь, 2017. 65 с.
8. Жук В.О., Ергина Е.И. Анализ современной метеорологической ситуации в предгорном Крыму // Ученые записки КФУ им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2018. Т. 4 (70). №2. С. 227–241
9. Данова Т.Е., Никифорова М.П. Особенности современных изменений среднемесячных температур на территории Крымского полуострова // Окружающая среда и человек: материалы междунар. науч. конф. Ростов-на-Дону. 5-8 сентября 2016 г. С. 75–78.
10. Никифорова М.П. Рекреационные комплексы Крыма как основа устойчивого развития полуострова // Ученые записки КФУ им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2017. Т. 3(69), №3-1. С. 64–74.
11. Данова Т.Е., Никифорова М.П. Отклик рекреационных ресурсов Крымского полуострова на современные климатические изменения // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2016. Т. 26. №2. С. 142–151.
12. Данова Т.Е., Никифорова М.П. Современная динамика комплексных биоклиматических показателей в курортный сезон на Крымском полуострове // Экология человека. 2018. №1. С. 8–14
13. Никифорова М.П. Особенности температурных волн тепла на Крымском полуострове в 21 в. / Двенадцатое сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу: Тезисы докладов всеросс. конф. / под ред. М.В. Кабанова. Томск. 17–20 октября 2017 г. С. 70–71
14. Никифорова М.П. Волны тепла как фактор туристской деятельности на территории Крымского полуострова / Проблемы и перспективы развития туризма в Южном федеральном округе: сб. науч. трудов. Севастополь. 11–14 октября 2017 г. С. 194–196
15. Парубец О.В. Анализ климатических рядов Крымского полуострова // Экосистемы. 2009. №1(20). С. 154–164.
16. Федоров В.М., Горбунов Р.В., Горбунова Т.Ю., Кононова Н.К. Многолетняя изменчивость температуры воздуха на Крымском полуострове // География и природные ресурсы. 2017. №1. С. 127–133.
17. Беседина Т.Ю., Горбунов Р.В., Лапченко В.А. Взаимосвязь между ходом элементарных циркулярных механизмов и метеоусловиями, формирующимися на территории Карадагского природного заповедника НАН Украины. Географические и геологические исследования в Украине и сопредельных территориях / Материалы всеукраинской научной конференции с международным участием студентов, аспирантов и молодых ученых. Симферополь: ДИАИПИ, 2012. С. 7–8.

ANALYSIS OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON KARADAG

IN 2014–2018

Nikiforova M. P.¹, Lapchenko V. A.²

¹*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Sevastopol, Russia*

²*T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station - Nature Reserve of the RAS, Feodosia, Republic of Crimea, Russia*

E-mail: nikiforovamp@yandex.ru

The features of the variability of meteorological conditions in 2014–2018 are considered, according to the measurements carried out at the station of background environmental monitoring of the T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Natural Reserve of the Russian Academy of Sciences. The intra-annual and inter-annual variability of mean daily and mean monthly surface temperature, as well as its diurnal variation, are analyzed. It is

shown that the highest temperatures at Karadag are observed in July–August, and record temperatures for the period of instrumental observations were recorded at the beginning of August 2018. It was established that the winter months are characterized by large differences in average daily surface temperatures. An analysis of the characteristics of the variability of humidity and monthly precipitation at Karadag showed that these figures are minimal in the summer months. Catastrophic precipitation for a short period of time at Karadag in 2014–2018 rarely observed, however, similar cases occurred several times. For example, on December 11, 2018 more than a monthly norm of precipitation was observed. The peculiarities of the wind regime at Karadag changed little during the period under consideration. It was established that the southern and eastern wind directions are mainly observed, the lowest wind speed values are observed from May to July, and the highest – from November to March.

Thus, meteorological conditions during summer significantly increase the fire hazard of the territory and the risks of droughts in the reserve. During summer resort season, a large number of tourists visit the Karadag Reserve and combination of such meteorological conditions leads to the possibility of adverse bioclimatic conditions and, as a consequence, a negative impact on human health. When comparing meteorological conditions for 2014–2018 with the average annual climate indicators for the Karadag Nature Reserve, an increase in temperatures of $\approx 1\text{--}2^\circ\text{C}$ was detected for all months of the year, except for November, which corresponds to global trends in surface temperature. The greatest increase in temperatures is recorded for the summer months, also in the summer there is a decrease in precipitation compared with mean annual values, which in the future may lead to critical conditions in terms of fire hazard, agroclimatic and bioclimatic conditions in the Karadag Nature Reserve.

Key words: variability, surface temperature, relative humidity, monthly precipitation sum, wind speed, Karadag.

References

1. Doklad ob osobennostyah klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2017 god (A report on climate peculiarities on Russia territory in 2017). Moscow: Rosgidromet, 2018, 69 p. (in Russian).
2. Extreme cold in Chicago may cause some frostbite victims to lose limbs. URL: <https://edition.cnn.com/2019/01/31/weather/winter-weather-thursday-wxc/index.html>
3. Baldina E.A., Konstantinov P., Grishchenko M., Varencov M. Issledovanie gorodskih ostrovov tepla s pomoshch'yu dannyh distancionnogo zondirovaniya v infrakrasnom teplovom diapazone (A research of city warmth islands with the use of remote sensing data in IR thermal range). Zemlya iz kosmosa: naibolee ehffektivnye resheniya, 2015, №5, pp. 38–42 (in Russian).
4. Karadag zapovednyj: nauchno – populyarnye ocherki (Karadag reserve: popular science texts). Pod. red. A.L. Morozovoj. Simferopol': N. Oreanda, 2011, 228 p. (in Russian).
5. Goncharuk V.V. et al. Monitoring of aerosols and the state of sea water of the water area of the Karadag Natural Reserve. Journal of Water Chemistry and Technology, 2015, Vol. 37, no 1, pp. 4–9 (in English)/
6. Lapchenko V.A., Zvyagincev A.M. Malye gazovye sostavlyayushchie atmosfery v Karadagskom prirodnom zapovednike v Krymu (Trace gas components of atmosphere in Karadag nature reserve in Crimea). Optika atmosfery i okeana, 2015, Vol. 28, no 2, pp. 178–181 (in Russian).
7. Zhuk V.O., Ergina E.I. Aktivizaciya stihijnyh prirodnyh processov na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah Kryma v svyazi s usileniem intensivnosti opasnyh gidrometeorologicheskikh yavlenij v sovremennyh usloviyah izmeneniya klimata (Activation of spontaneous natural processes in specially protected natural territories of the Crimea due to the increased intensity of dangerous hydrometeorological phenomena in modern conditions of climate change). Nauchnye issledovaniya na zapovednyh territoriyah. Simferopol', 2017, 65 p. (in Russian).

8. Zhuk V.O., Ergina E.I. Analiz sovremennoj meteorologicheskoy situacii v predgornom Krymu (Analysis of the current meteorological situation in the piedmont Crimea). Uchenye zapiski KFU im. V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya, 2018, Vol. 4 (70), no 2, pp. 227–241 (in Russian).
9. Danova T.E., Nikiforova M.P. Osobennosti sovremennyh izmenenij srednemesjachnyh temperatur na territorii Krymskogo poluostrova (Features of modern changes of monthly mean temperatures over the territory of Crimean peninsula). Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija «Okruzhajushhaja sreda i chelovek. Sovremennye problemy genetiki, selekcii i biotekhnologii». Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii i molodezhnoj nauchnoj konferencii, Rostov-na-Donu, 5-8.09.2016, pp. 75–78 (in Russian).
10. Nikiforova M.P. Rekreacionnye komplekсы Kryma kak osnova ustojchivogo razvitiya poluostrova (Recreational complexes of Crimea as the basis for the sustainable development of the peninsula) // Uchenye zapiski KFU im. V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya, 2017, Vol. 3(69), no 3–1, pp. 64–74 (in Russian).
11. Danova T.E., Nikiforova M.P. Otklik rekreacionnyh resursov Krymskogo poluostrova na sovremennye klimaticheskie izmenenija (Response of Crimean peninsula recreational resources on modern climate changes). Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle, 2016, Vol. 26, no. 2, pp. 142–151 (in Russian).
12. Danova T.E., Nikiforova M.P. Sovremennaya dinamika kompleksnyh bioklimaticheskikh pokazatelej v kurortnyj sezon na Krymskom poluostrove (Modern dynamics of complex bioclimatic indicators in the holiday season on the Crimean peninsula). Ekologiya cheloveka, 2018, no 1, pp. 8–14 (in Russian).
13. Nikiforova M.P. Osobennosti temperaturnyh voln tepla na Krymskom poluostrove v 21 v. (Features of thermal waves of heat on the Crimean peninsula in the 21). Vserossijskaya konferenciya «Dvenadcatoe sibirskoe soveshchanie i shkola molodyh uchenyh po klimato-ehkologicheskomu monitoringu». Tezisy dokladov rossijskoj konferencii pod red. M.V. Kabanova. Tomsk. 17–20 October 2017, pp. 70–71 (in Russian).
14. Nikiforova M.P. Volny tepla kak faktor turistskoj deyatel'nosti na territorii Krymskogo poluostrova (Heat waves as a factor of tourist activity on the territory of the Crimean peninsula). Vserossijskaya konferenciya «Problemy i perspektivy razvitiya turizma v YUzhnom federal'nom okruge». Sbornik nauchnyh trudov. Sevastopol'. 11–14 October 2017, pp. 194–196 (in Russian).
15. Parubec O.V. Analiz klimaticheskikh rjadov Krymskogo poluostrova (Analysis of climatic series of Crimean peninsula). Jekosistemy, 2009, no. 1 (20), pp. 154–164 (in Russian).
16. Fedorov V.M., Gorbunov R.V., Gorbunova T.Ju., Kononova N.K. Mnogoletnjaja izmenchivost' temperatury vozduha na Krymskom poluostrove (Long-term air temperature variability on the Crimean peninsula). Geografija i prirodnye resursy, 2017, no. 1, pp. 127–133 (in Russian).
17. Besedina T.YU., Gorbunov R.V., Lapchenko V.A. Vzaimosvyaz' mezhdru hodom ehlementarnyh cirkulyarnyh mekhanizmov i meteousloviyami, formiruyushchimisya na territorii Karadagskogo prirodnogo zapovednika NAN Ukrainy (Interrelation between the course of elementary circular mechanisms and weather conditions forming on the territory of the Karadag natural reserve of the National Academy of Sciences of Ukraine). Geograficheskie i geologicheskie issledovaniya v Ukraine i sopredel'nyh territoriyah // Materialy vseukrainskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. Simferopol': DIAJPI, 2012, pp. 7–8 (in Russian).

Поступила в редакцию 31.03.2019

УДК 639.4(262.5)

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ
СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ
МОЛЛЮСКОВ НА ФЕРМЕ В РАЙОНЕ СЕВАСТОПОЛЯ**

Троценко О. А., Субботин А. А., Еремин И. Ю.

***ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Российская Федерация
E-mail: oleg_tr59@mail.ru***

По данным ежемесячных наблюдений с 2000 по 2018 гг. изучены особенности межгодовой и сезонной изменчивости термохалинной структуры вод в районе расположения мидийно-устричной фермы в прибрежной зоне Севастополя. Установлено, что диапазоны измеренных значений температуры и солености, как основных лимитирующих факторов среды, не выходят за пределы толерантности при выращивании двустворчатых моллюсков.

Ключевые слова: термохалинная структура, верхний квазиоднородный слой, сезонный термоклин, двустворчатые моллюски.

ВВЕДЕНИЕ

При организации промышленной марикультуры двустворчатых моллюсков, в первую очередь, необходимо учитывать физико-географические особенности акватории, предполагаемые для размещения марихозяйств. С другой стороны, выбор объекта культивирования должен базироваться на целом комплексе знаний об абиотических и биотических характеристиках среды, а также о степени их толерантности к региональной изменчивости экологических факторов.

Коммерческая целесообразность предполагает получение максимального объема качественной продукции с минимальными производственными потерями за естественный цикл культивирования. При этом определяющим показателем эффективности выращивания моллюсков становится динамика их размерно-весовых характеристик до достижения ими «товарных» размеров. На практике именно скорость ростовых процессов на фоне изменяющихся характеристик среды является преобладающей при выборе района и объекта культивирования.

Среди множества факторов, в различной степени влияющих на процесс роста моллюсков, необходимо выделить основные (лимитирующие), границы диапазонов колебаний которых в конкретных естественных условиях могут приближаться или превышать пределы толерантности [1]. Для прибрежной зоны Крыма было установлено, что с учетом наибольших диапазонов пространственной, межгодовой и сезонной изменчивости, основными лимитирующими факторами для мидий и устриц являются температурный режим и солёность морской воды [2, 3, 4].

Многообразие особенностей биологии культивируемых моллюсков при различных температурных условиях среды анализируется в работах [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Температура воды оказывает существенное влияние на весь жизненный цикл моллюсков, включая этапы размножения, развития и скорости роста. В значительной степени температура влияет на обмен веществ моллюсков и

интенсивность их питания. В частности, если при высоких температурах преобладают углеводный и белковый типы обмена, то при низких происходит усиление жирового обмена. Дыхательная активность моллюсков также зависит от температуры - с понижением или аномально высоким повышением температуры их активность падает вплоть до летального исхода.

Соленость является другим важным фактором, определяющим жизнедеятельность двустворчатых моллюсков. Солевой состав вод влияет на интенсивность энергетического обмена у моллюсков, на их рост и выживаемость. Основным механизмом воздействия солёности является осмотическое давление. Двустворчатые моллюски не обладают способностями его регулировать. Поэтому осмотическое давление их крови близко к давлению морской воды. Отклонение солёности от нормы (тем более, резкий перепад солёности в результате смены водных масс) приводит к нарушению осмотического давления с внешней средой, к угнетению дыхания и, как следствие, к гибели моллюсков [3, 5]. Толерантность к понижению солёности может различаться на разных стадиях жизненного цикла. Ранние стадии развития (икра и личинки) более чувствительны к понижению солёности, чем взрослые особи.

В отличие от других районов Крыма, где марикультура двустворчатых моллюсков получила развитие ещё в 70-х – 80-х гг. прошлого столетия (Судакско-Карадагское взморье, б.Ласпи, Каламитский залив и др.), прибрежная зона Севастополя длительное время не воспринималась перспективной для такого рода хозяйственной деятельности. Основными причинами этого являлись закрытость района, активное прибрежное судоходство, высокая антропогенная нагрузка со стороны загрязнённых в различной степени бухт и рекреационная деятельность в местах массового отдыха. Лишь с середины 90-х годов, в связи с тенденцией улучшения качества прибрежных вод, возник интерес к использованию Севастопольского взморья для развития морских биотехнологий и, прежде всего, марикультуры [8]. При этом фермы по выращиванию моллюсков стали рассматриваться не только как предприятия для получения ценной пищевой продукции и сырья для фармакологии. Тезис - «улучшение качества среды в процессе производства продукции» стал ключевым при массовом выращивании моллюсков-фильтраторов и их использовании в процессе биомелиорации среды [3].

Основная цель данной работы – дать характеристику многолетней и внутригодовой изменчивости температуры и солёности на акватории мидийно-устричной фермы в прибрежной зоне Севастополя, а также оценить соответствие измеренных значений пределам толерантности для выращиваемых моллюсков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2000 г. в районе внешнего рейда Севастополя (между Севастопольской и Карантинной бухтами) было создано экспериментальное мидийное хозяйство. Первоначально ферма имела площадь около 1,5 га и располагалась над глубинами от 10 до 16 м. Выращивание мидий *M. galloprovincialis* осуществлялось подвесным методом в толще вод до 6-8 м. В настоящее время площадь фермы составляет около

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ФЕРМЕ...

5 га, а количество объектов культивирования увеличилось за счёт устриц *C. gigas*. Процесс культивирования поддерживается за счёт использования возможностей устричного питомника по получению и выращиванию спата [4].

Гидрологические исследования в районе фермы начались ещё в 90-е гг. прошлого века, однако регулярные ежемесячные съёмки стали проводиться здесь с 2000 г. За период с 2000 по 2018 гг. было выполнено около 130 съёмок, приуроченных, как правило, к середине каждого календарного месяца. Гидрофизические параметры измерялись с помощью СТД-зонда «Катран-04» от поверхности до дна. Первоначальные исследования охватывали обширную акваторию взморья с целью выявить антропогенную составляющую гидрохимического режима прибрежных вод. А с 2011 г. количество станций варьировало в зависимости от сезона с обязательным выполнением работ на ст. 7 (контрольная станция) и 8 («ферма») с глубинами 42 и 16 м соответственно (рис. 1)

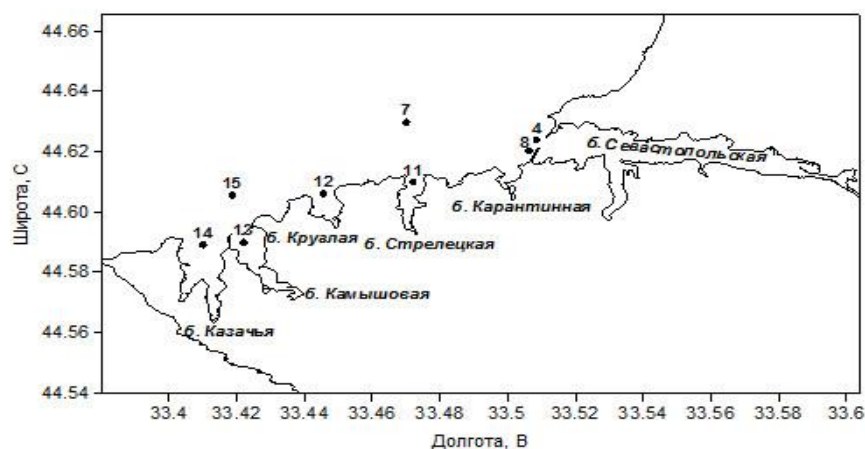


Рис. 1. Расположение станций наблюдений на взморье Севастополя (ст. 8 – мидийно-устричная ферма, ст. 7 – контрольная).

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В качестве основных характеристик термохалинной структуры вод на акватории фермы выбраны температура и солёность на поверхности и горизонтах 5, 10 и 15 м, толщина верхнего квазиоднородного слоя (ВКС), глубина залегания слоя максимальных вертикальных градиентов температуры – ядра сезонного термоклина (СТ). Эти параметры в значительной степени определяют гидрологический режим в рабочем слое фермы, в котором располагаются мидийные коллектора или садки с устрицами. При рассмотрении динамики ВКС и ядра СТ использовались данные по ст. 7, позволяющие объективно рассмотреть особенности изменчивости вертикальной стратификации.

В табл.1 представлены среднемноголетние за период наблюдений на ферме значения ежемесячных температур на поверхности моря (T_0), их экстремумы и годы регистрации этих значений. Для сравнения приводятся среднемноголетние данные

по изменчивости T_0 в прибрежной зоне Севастополя за предшествующий период [9].

Таблица 1.

Среднемноголетние значения температуры и экстремумы в поверхностном слое за разные периоды наблюдений

Месяц	Температура °С					
	Взморье*	Сред.	Мах	Год	Min	Год
Январь	7,64	8,61	10,00	2016	7,09	2009
Февраль	6,81	7,67	9,24	2012	6,00	2006
Март	7,40	8,42	9,80	2016	7,40	2011, 12
Апрель	12,33	10,47	12,60	2018	8,66	2002
Май	15,01	15,88	20,20	2018	12,71	2005
Июнь	18,96	21,81	24,45	2010	19,01	2001
Июль	21,68	24,62	26,60	2002	21,87	2015
Август	23,34	25,37	28,96	2010	22,60	2002
Сентябрь	20,12	22,16	25,40	2017	15,70	2006
Октябрь	16,68	18,25	20,20	2018	16,50	2013
Ноябрь	11,76	14,06	16,62	2008	11,15	2011
Декабрь	10,43	10,77	12,43	2006	8,34	2004

*Севастопольское взморье 1926-2000 гг

Биологические ритмы (или сезоны) двустворчатых моллюсков в значительной степени определяются параметрами гидрологических сезонов – временными интервалами с относительно стабильными значениями температуры морской воды и временными градиентами, как правило, менее 3°С/мес. и временными интервалами со значительными перепадами температуры более 3°С/мес. По данным табл.1 для района расположения фермы к первым относятся основные гидрологические сезоны: летний – с максимальным прогревом верхнего слоя моря (июнь-август) и зимний – с минимальными для годового цикла значениями температуры (январь-март). Ко вторым – переходные: весенний (апрель-май) и осенний (сентябрь-декабрь) гидрологические сезоны. Следует отметить, что в отдельные годы временные диапазоны сезонов варьируют, как в сторону уменьшения, так и увеличения. К примеру, в 2008, 2013 и 2017 гг. летний гидрологический сезон продолжался с июня по сентябрь включительно, а в 2018 г. он начался в середине мая и закончился в конце сентября.

Ход внутригодовой изменчивости температуры воды на выделенных горизонтах для ст. 8 представлен на рис. 2. В период с января по март во всей толще вод отмечаются минимальные среднемноголетние значения температуры – около 8°С. При этом экстремальные значения находятся в диапазоне 6-10°С. Наиболее низкое зарегистрированное значение поверхностной температуры 6,0°С наблюдалось в феврале 2006 г., а наименьшая межгодовая изменчивость экстремумов менее 3°С характерна для марта.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ФЕРМЕ...

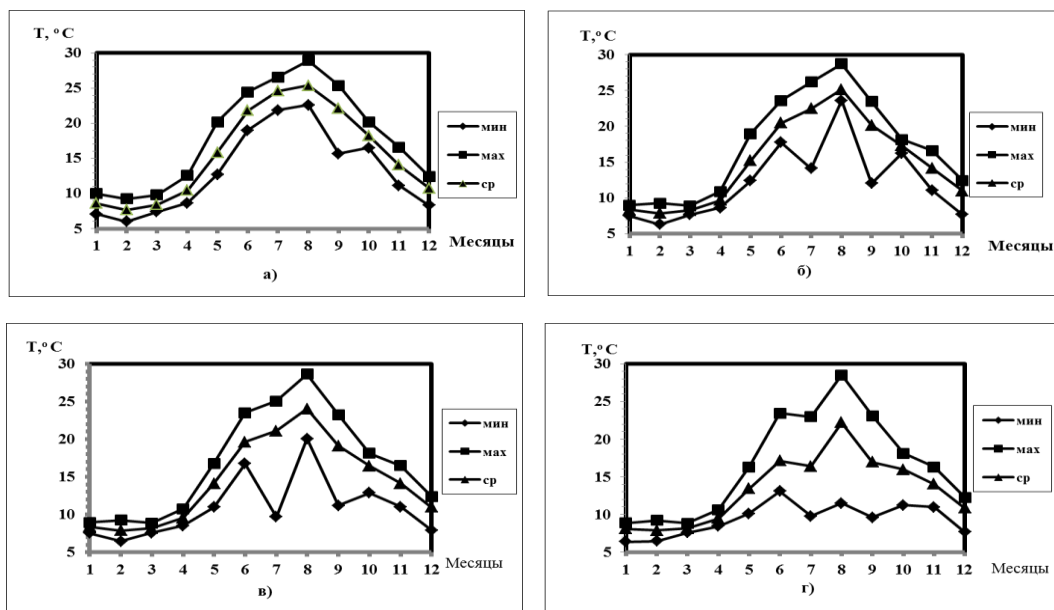


Рис. 2. Изменчивость температуры на горизонтах: а) 0 м, б) 5 м, в) 10 м, г) 15 м.

Активный прогрев вод на акватории фермы начинается в апреле с $10-11^\circ\text{C}$ и продолжается до июня, когда T_0 повышается до $21-22^\circ\text{C}$, а максимальные значения превышают 24°C . Наиболее высокие среднемесячные и экстремальные значения наблюдаются в августе от поверхности моря до горизонта 10 м., достигая $26-29^\circ\text{C}$. Максимальное измеренное значение температуры отмечено в августе 2010 г., характеризующимся, как год с экстремальным прогревом поверхностных вод за весь период наблюдений [10].

В сентябре отмечается резкое падение температуры во всей толще вод. Это связано как с изменением знака теплоотдачи на поверхности моря, так и с усилением ветроволнового перемешивания. Процесс интенсивного выхолаживания продолжается до декабря, когда значения среднемноголетней температуры во всем слое вод на ферме выравниваются и приближаются к 10°C . Одновременно, уменьшается диапазон изменчивости экстремальных значений температур.

Общий ход повышения температуры в летний период нарушается в июле, охватывая горизонты от 5 до 15 м. Подобная ситуация характерна для проявления «скрытого» апвеллинга и наблюдалась в июле 2003 г., когда СТ приподнимался к поверхности, деформировался, но не выходил на поверхность. На рис. 2 б, в, г апвеллинг проявился в уменьшении абсолютных минимальных значений температуры на $5-8^\circ\text{C}$. На фоне выхолаживания верхнего слоя моря проявление апвеллинга, зарегистрированного в сентябре 2006 г. отличается от июльского 2003 г. тем, что он охватил все горизонты от поверхности до дна и привёл к понижению минимальных температур на $5-10^\circ\text{C}$.

Вертикальная термохалинная структура типична для прибрежных районов моря, не подверженных значительному влиянию речного стока [11]. В апреле

начинается активный прогрев верхнего слоя моря, а в мае уже образуется ВКС летнего типа с толщиной до 3-5 м (рис. 3а). Межгодовые отличия в сроках начала и интенсивности прогрева поверхности моря приводят к варьированию толщины ВКС от 0 до 16 м.

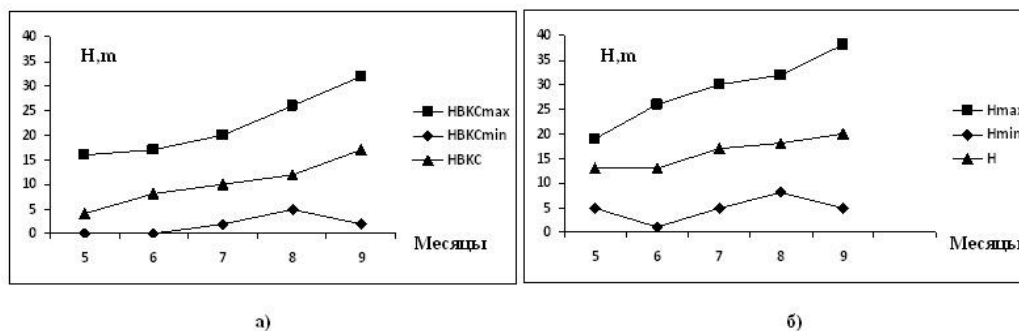


Рис. 3. Изменчивость а) нижней границы ВКС, б) глубины ядра СТ.

В июне средняя толщина ВКС составляет 8 м, а максимальная достигает 16 м. Развитие ВКС летнего типа продолжается до сентября. В августе его среднемноголетняя мощность увеличивается до 10 м. Максимальный диапазон изменчивости толщины ВКС также наблюдается в августе, когда его нижняя граница может опускаться до 25 м.

Ядро СТ начинает проявляться на вертикальных профилях температуры с мая-июня и, как правило, располагается ниже границы ВКС на 4-9 м (рис. 3б). Так, в июне ядро СТ находится, в среднем, на горизонте 12 м, а в сентябре заглубляется до 18 м. Средние значения вертикальных градиентов в устойчивом СТ колеблются в пределах 1-3°C/м, а при апвеллингах в результате сжатия СТ могут увеличиваться до 4-5°C/м.

В прибрежной зоне Севастополя межгодовые и сезонные колебания солёности зависят от взаимодействия прибрежных вод с водами открытого моря и стока рек Чёрная (через Севастопольскую бухту), Бельбек и Кача. Каждая из этих рек имеет среднегодовой объём стока от 35 до 61 млн. м³ с максимальным расходом в апреле-мае [12, 13]. Однако, воды р. Бельбек и Кача большую часть года полностью трансформируются в узкой приустьевой зоне [14], а воды р. Чёрной зарегулированы водохранилищем и в значительной степени трансформируются в пределах Севастопольской бухты [15, 16].

Анализ внутригодового хода среднемноголетних величин поверхностной солёности (S_0) показал, что характер её сезонной изменчивости менее выражен, чем годовой ход температуры (табл. 2). Максимальные значения $S_0 > 17,8\text{‰}$ отмечаются в осенне-зимний период с ноября по март. Максимум S_0 связан с интенсификацией вертикального конвективного перемешивания при выхолаживании шельфовых вод, деформацией холодного промежуточного слоя (ХПС) и подъёмом солёных промежуточных вод в верхние слои моря. Другой причиной осолонения поверхностных вод на Севастопольском взморье может являться вторжение вод

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ФЕРМЕ...

открытого моря на шельф вследствие активизации основного черноморского течения (ОЧТ). В тёплый период года классический внутригодовой ход S_0 нарушается прибрежными апвеллингами, сопровождающимися подъёмом в верхние слои моря более солёных вод из СТ или из ХПС.

Таблица 2.

Изменчивость солёности поверхностного слоя воды в районе фермы
(2000-2018) гг.)

Месяц	Солёность, ‰					
	Взморье*	Сред.	Мах	Год	Min	Год
Январь	17,90	17,93	18,39	2018	17,61	2009
Февраль	18,13	17,85	18,25	2018	17,40	2003
Март	18,11	17,84	18,01	2018	17,55	2010
Апрель	17,87	17,79	18,22	2018	17,33	2002
Май	18,03	17,74	18,06	2018	17,28	2002
Июнь	17,92	17,67	18,01	2018	17,26	2005
Июль	17,98	17,59	17,85	2004,15	17,28	2010
Август	17,89	17,58	17,82	2013	17,37	2010
Сентябрь	17,80	17,74	17,95	2005	17,32	2002
Октябрь	18,03	17,79	17,97	2003	17,59	2000
Ноябрь	18,18	17,88	18,14	2016	17,60	2008,10
Декабрь	17,93	17,84	18,24	2016	17,43	2005

*Севастопольское взморье 1926-2000 гг

Минимальные значения с $S_0 < 17,7‰$ наблюдаются на акватории фермы с июня по август и соответствуют периоду ослабления влияния ОЧТ и наиболее активного поступления распресненных вод из северо-западной части Черного моря (СЗЧ) в результате сезонной смены циклонической системы циркуляции прибрежных вод на антициклоническую. Данный процесс сопровождается интенсификацией горизонтальной турбулентной диффузии на фоне устойчивого прогрева поверхностных вод, формирования ВКС, СТ и ослабления вертикального перемешивания [10]. Экстремально низкие значения S_0 связаны с дополнительным повышением стока местных рек при увеличении атмосферных осадков, когда на короткое время объемы стока становятся сопоставимы с паводковыми [12, 13].

С сентября-октября начинается обратный процесс увеличения солёности. Он связан, как с началом активного охлаждения поверхностных вод, заглублением СТ и интенсификацией вертикального перемешивания, так и с уменьшением объемов распресненных вод, поступающих из СЧЗ на Севастопольское взморье.

Минимальные измеренные значения солёности (17,26-17,37‰) в разные годы наблюдались с апреля по август, а максимальные (18,24-18,39‰) – с декабря по февраль. Межгодовые отличия в абсолютных значениях и времени проявления экстремумов определяются климатическими и гидрометеорологическими условиями в отдельные годы. Данные табл. 2 свидетельствуют, что абсолютные максимумы поверхностной солёности большую часть года наблюдались в период 2016-2018 гг. С другой стороны, все минимальные измеренные значения относятся к периоду до 2011 г. Эта тенденция соответствует современным представлениям о

смене «пресной» фазы халинного режима прибрежных вод Черного моря на «соленую», начавшуюся в 2010-2011 гг. [17].

В силу особенностей формирования гидрологического режима вод на Севастопольском взморье, зона максимальной пространственной изменчивости термохалинных характеристик наблюдается у входа в Севастопольскую бухту – для температуры в феврале и мае (до 0,6-0,9°C), а для солёности в феврале и августе (0,07-0,21‰). В ноябре пространственная изменчивость поверхностных значений температуры и солёности уменьшилась до 0,1-0,3°C и 0,04‰, соответственно [7].

Для прибрежных районов с влиянием крупных источников распреснения, солёность служит основным индикатором водных масс. Диапазон измеренных значений солёности на акватории фермы свидетельствует об участии двух водных масс в формировании халинной структуры вод в исследуемом районе по классификации [18]: Верхней черноморской водной массы (ВЧВМ) с солёностью от 18,0 до 18,4‰ и Прибрежной черноморской водной массы (ПрЧВМ) с солёностью менее 17,8‰. Воды с солёностью от 17,8 до 18,0‰ характеризуют область смешения ПрЧВМ и ВЧВМ. В диапазоне солёности от 17,0 до 17,5‰ происходит полная трансформация вод от региональных источников распреснения (реки Кача, Бельбек, Чёрная) в ПрЧВМ. Значения солёности менее 17,0‰ являются следствием локального и кратковременного влияния береговых источников распреснения. В исследуемый период присутствие в прибрежной зоне вод ХПС с соответствующими термохалинными индексами для тёплого периода года (температура от 7,3 до 7,7°C и солёность от 18,4 до 19,0‰) не выявлено.

Характер и величину климатической изменчивости параметров гидрологического режима на Севастопольском взморье в связи с тенденцией «глобального потепления» показывает сравнение среднесезонных данных по внутригодовой изменчивости T_0 и S_0 за два периода наблюдений – с 1926 г до 2000 г и с 2000 г по 2018 г (табл. 1, 2). Анализ табличных данных свидетельствует, что при сохранении общего внутригодового хода температуры и солёности обнаруживаются некоторые существенные количественные и временные отличия. Прежде всего, климатические изменения проявляются в повышении значений T_0 в течение всего годового цикла и уменьшении значений S_0 в большую часть года. Кроме этого, на фоне сохранения положения экстремумов температуры в оба периода исследований, максимум значений солёности смещается с ноября на январь, а минимум – с сентября на август. Максимальное увеличение T_0 отмечается в летние месяцы (июнь-август) и составляет 2,0-3,0°C, а минимальное (1,0-1,5°C) наблюдается в декабре-марте. Максимальное уменьшение значений S_0 (0,2-0,3‰) приходится на февраль-март, май-август и ноябрь, а минимальное (до 0,1‰) – на декабрь-январь, апрель и октябрь.

Климатические изменения термохалинных характеристик важно учитывать при выращивании двустворчатых моллюсков, поскольку расширение диапазонов внутригодовой изменчивости параметров среды напрямую влияет на весь цикл культивирования. Многолетние исследования ростовых процессов мидии *M. galloprovincialis* и тихоокеанской устрицы *S. gigas* в различных прибрежных

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ФЕРМЕ...

районах Крыма позволили определить оптимальные для их выращивания диапазоны изменчивости термохалинных характеристик [2, 3, 4, 6, 7, 19].

Для мидии активный весенний нерест начинается при достижении температуры воды 8-10°C. Наиболее высокие темпы роста и увеличения массы тела наблюдаются в температурном диапазоне 12-17°C, а при прогреве верхнего слоя моря выше 22°C соматический рост продолжается, но генеративный почти полностью прекращается. При понижении температуры в осенний период с 19-20°C до 10-12°C отмечается второй нерест моллюсков. В наиболее холодный период года при температуре ниже 8°C мидии фактически прекращают рост. Диапазон изменчивости солёности в прибрежной зоне Чёрного моря (15-18‰) является для мидий оптимальным.

Изучение характеристик жизненного цикла устрицы *C. gigas* показало, что диапазон оптимальных температур для роста и развития моллюсков соответствует интервалу 10-24°C. Максимальные скорости роста тихоокеанской устрицы отмечены при температуре около 24°C. При температуре <10°C происходит остановка ростовых процессов. Температурный максимум для данного вида равен 28-29°C, а значения температуры >30°C являются критически высокими для данного вида и выходят за пределы толерантности. Интервал оптимальных значений солёности для культивируемых устриц несколько уже, чем для мидий – 16,0-18,5‰.

Гигантская устрица интенсивно растет на протяжении двух лет. Оказалось, что темпы роста устриц на экспериментальной ферме в районе Севастополя за 18 месяцев выращивания (80 – 100 мм) сопоставимы с данными полученными в Голубом заливе и оз. Донузлав [4, 6, 19].

Таким образом, диапазоны изменчивости термохалинных характеристик на акватории фермы в прибрежной зоне Севастополя соответствует пределам толерантности и являются оптимальными для культивирования двустворчатых моллюсков большую часть года. Исключение составляет период с января по март, когда среднемесячные и экстремальные значения температуры опускаются ниже 8°C. С другой стороны, экстремально высокие значения температуры (>30°C), близкие к критическим, могут негативно сказаться на жизнедеятельности выращиваемых моллюсков, в первую очередь устриц.

ВЫВОДЫ

За период исследований внутригодовой ход среднемесячных температур в поверхностном слое имел "классический" вид с максимумом значений (до 25-26°C) в августе и минимумом (около 8°C) – в феврале. Максимальные среднемесячные значения поверхностной солёности (более 17,8‰) наблюдались с ноября по март, а минимальные значения (менее 17,7‰) – с июня по август.

Вертикальная термохалинная структура типична для прибрежных районов моря, не подверженных значительному влиянию речного стока. С ноября по март в районе фермы наблюдается вертикальная термохалинная гомогенность зимнего типа. В мае начинают формироваться ВКС и СТ, которые достигают своего максимального развития в конце июля-августе. В сентябре – октябре в результате

осеннего конвективного перемешивания наблюдается деформация ВКС и СТ и начинается формирование гомогенности зимнего типа.

Исследуемая акватория характеризуется квазиоднородной пространственной термохалинной структурой. Исключением является район входа в Севастопольскую бухту, отличающийся повышенными горизонтальными градиентами температуры и солёности

На фоне наблюдающегося с конца 1990-х – начала 2000-х гг. процесса «глобального потепления» изменение среднемноголетней поверхностной температуры за период исследований с 2000 по 2018 гг. выразилось в увеличении её значений на 1.0-1.5°C для декабря-марта и на 2.0-3.0°C для июня-сентября. Уменьшение среднемноголетних значений поверхностной солёности в годовом цикле составило 0.1-0.3‰. На фоне климатического уменьшения S_0 отмечена смена фаз: «пресной» до 2011 г на «солёную» – с 2011 – 2012 гг по настоящее время.

Диапазоны изменчивости термохалинных характеристик на взморье Севастополя в среднемноголетнем плане соответствуют пределам толерантности и не являются лимитирующими для выращивания двустворчатых моллюсков. Исключение составляет период с января по март, когда среднемноголетние и экстремальные значения температуры опускаются ниже 8°C и происходит замедление роста и увеличения биомассы моллюсков.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», номер гос. регистрации АААА-А18-118021350003-6.

Список литературы

1. Одум Ю. Экология. Т.1. М.: Мир, 1986. 328с.
2. Иванов В.Н. Биология культивируемых мидий / В.Н. Иванов, В.И. Холодов, М.И. Сеничева и др. - Киев: Наукова думка, 1989. 100 с.
3. Марикультура мидий на Чёрном море / Под ред. В.Н. Иванова. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. 314 с.
4. Холодов В.И. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море: практическое руководство / В.И. Холодов, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина. Севастополь: DigitPrint, 2010. 424 с.
5. Кочиков В.Н. Океанологическое обеспечение морских хозяйств по выращиванию беспозвоночных / Серия: Рыбохозяйственное использование ресурсов Мирового океана. М.: ВНИРО, 1979. Вып. 4. 56с.
6. Вялова О.Ю., Субботин А.А., Трощенко О.А. Влияние абиотических и биотических факторов на ростовые характеристики культивируемых устриц (*Crassostrea gigas*) (Кацивели, Крым, Черное море) / Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: Материалы Международной научной конференции, 28 сентября – 2 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. С.27-29.
7. Термохалинная структура вод на взморье Севастополя и её влияние на основные параметры продукции на мидийной ферме / О.А. Трощенко, И.Ю. Ерёмин, А.А. Субботин и др. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. Вып. 15. С.110-119.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ФЕРМЕ...

8. Гидрохимический режим вод севастопольского взморья и его перспективы для хозяйственного использования / В.Н. Иванов, А.А. Субботин, В.И. Губанов и др. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. Вып. 2 (7). С.134-143.
9. Фоновая характеристика и оценка изменчивости вертикальной стратификации термохалинного поля у побережья Севастополя / В.Н. Белокопытов, П.Д. Ломакин, А.А. Субботин и др. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002. Вып. 1(6). С.20-28.
10. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Чёрное море / Ю.П. Ильин, Л.Н. Репетин, В.Н. Белокопытов и др. // МЧС и НАН Украины, морское отделение УкрНИГМИ. Севастополь. 2012. 421 с.
11. Трошенко О.А. Динамика верхнего квазиоднородного слоя и сезонного термоклина на взморье Севастополя в районе мидийной фермы / Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: Материалы Международной научной конференции, 28 сентября – 2 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. С.180-182.
12. Трансформация структуры водного баланса в Крыму в XX веке – начале XXI века и её оптимизация / Под. Ред. В.А. Бокова. Симферополь: Крымский научный центр, 2011. 193 с.
13. Основные источники загрязнения морской среды Севастопольского региона / Е.И. Овсяный, А.С. Романов, Р.Я. Миньковская и др.// Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001. Вып. 2. С.138-152.
14. Иванов В.А., Миньковская Р.Я. Морские устья рек Украины и приустьевые процессы. Ч.1. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2008. 448с.
15. Сток реки Черная как фактор формирования водно-солевого режима и экологического состояния Севастопольской бухты / Е.И. Овсяный, В.Н. Артеменко, А.С. Романов и др.// Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. Вып. 15. С.57-65.
16. Атлас океанографических характеристик Севастопольской бухты/ С.К. Коновалов, А.С. Романов, О.Г. Моисеенко и др. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2010. 320с.
17. Белокопытов В.Н. Климатические изменения гидрологического режима Черного моря: Дис...докт. геогр. наук. Севастополь, 2017. 377с.
18. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. 212с.
19. Золотницкий А.П., Орленко А.Н. Экологические закономерности роста тихоокеанской устрицы в различных районах Чёрного моря // Рыбное хозяйство. 1999. №2. С.37-39.4

VARIABILITY OF MAIN LIMITING ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE PROCESS OF BIVALVE MOLLUSK CULTIVATION AT THE MUSSEL FARM IN SEVASTOPOL

Troshchenko O. A., Subbotin A. A., Eremin I. Y.

*IMBR Institute of Marine Biological Research named after A.O. Kovalevsky RAS, Sevastopol, Russian Federation,
E-mail: oleg_tr59@mail.ru*

Interannual and seasonal variability of thermohaline structure of the waters around mussel and oyster farm in Sevastopol coastal zone is studied based on monthly environmental monitoring data from 2000-2018. Taking into account the largest extent of spatial, interannual and seasonal variation, temperature and salinity of the seawater are the main limiting environmental factors of mussels and oysters growth (before reaching commercial

size) in the Crimean coastal zone. Active spring spawning of mussels starts when seawater temperature reaches 8-10 °C. The highest growth rate is observed at the temperature range 12–17 °C. When the temperature of the upper water layer is above 22 °C, somatic growth continues, but the generative growth almost fully stops. When the temperature decreases in the autumn period from 19-20 °C to 10-12 °C, second spawning of mollusks is observed. During the coldest period of the year, when the temperature is below 8 °C, the growth of the mussels terminates. The range of salinity variation in the coastal zone of the Black Sea (15-18 ‰) is optimal for mussels.

The study of life cycle characteristics of the oyster *C. gigas* showed that the temperature range optimal for the growth and development of mollusks corresponds to the interval of 10-24 °C. The maximum growth rates of pacific oysters were observed at the temperature of about 24 °C. At the temperature <10°C, the growth of the mussels stops. The temperature maximum for pacific oysters is 28–29 °C, and the temperatures > 30 °C are critically high and are above the tolerance limits. The range of optimal salinity for cultivated oysters (16.0-18.5 ‰) is lower than for mussels.

The intra-annual variation of average monthly temperatures in the surface water layer over the study period showed a typical trend with the maximum values (up to 25–26 °C) in August and minimum values (about 8 °C) in February. The highest monthly temperature values and temperature extremes in the water layer ranging from the sea surface to the horizon of 10 meters were observed in August, reaching 26-29 °C. The maximum measured temperature value was noted in August 2010, characterized as a year with extremely warm surface waters over the monitoring period. In the period from January to March, the minimum mean multiyear temperature values of about 8 °C were observed throughout the entire water column. At the same time period, extremely low values in the range of 6-10 °C were observed. The lowest recorded surface temperature of 6.0 °C was observed in February 2006, and the lowest interannual variability of extreme values of less than 3 °C was characteristic for March.

The maximum monthly mean values of surface water salinity (more than 17.8 ‰) were observed from November to March, and the minimum values (less than 17.7‰) - from June to August. The minimum measured salinity values (17.26-17.37‰) in different years were observed from April to August, and the maximum (18.24-18.39 ‰) - from December to February.

Vertical thermohaline structure is typical for coastal areas not subjected to significant impact of river discharge. During the period from November to March, vertical thermohaline homogeneity of the winter type was observed in the area around the farm. In May, the upper quasi-homogeneous layer and seasonal thermocline begin to form, and reach their maximum development at the end of July – beginning of August. In September - October, the deformation of the upper quasi-homogeneous layer and seasonal thermocline is observed and the formation of winter-type homogeneity starts as a result of autumn convection mixing.

The studied water area is characterized by quasi-homogeneous spatial thermohaline structure. An exception is the area of the entrance to Sevastopol Bay, characterized by elevated horizontal gradients of temperature and salinity

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ЛИМИТИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ФЕРМЕ...

Along with the global trend of "global warming" observed starting from the late 1990s - early 2000s, the change of the mean annual surface water temperature in the study area over the period 2000 – 2018 was reflected in water temperature increase by 1.0 - 1.5-1 °C in December - March and by 2.0-3.0°C in June-September. The decrease in the mean annual values of surface water salinity during the annual cycle was 0.1–0.3 °C. Along with climatic decrease of S_0 , a phase change was observed: from “freshwater” until 2011 to “salty water” - from 2011–2012 until present.

Therefore, the range of thermohaline characteristics around the mussel and oyster farm in the coastal zone of Sevastopol corresponds to the tolerance limits and is optimal for the cultivation of bivalve mollusks during the course of the year. The exception is the period from January to March, when mean multiyear temperature and extreme temperatures fall below 8 °C. On the other hand, extremely high temperatures close to critical (> 30 °C) can adversely affect the farmed mollusks, primarily oysters.

Keywords: thermohaline structure, upper quasi-homogeneous layer, seasonal thermocline, bivalve mollusks

References

1. Odum Ju. Jekologija (Ecology). T.1. Moskow: Mir (Publ.), 1986, 328 p. (in Russian).
2. Ivanov V.N. Biologija kul'tiviruemyh midij (Biology of cultivated mussels). V.N. Ivanov, V.I. Holodov, M.I. Senicheva i dr. Kiev: Naukova dumka, 1989, 100 p. (in Russian).
3. Marikul'tura midij na Chjornom more (Mussel aquaculture in the Black Sea). Pod red. V.N. Ivanova. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2007, 314 p. (in Russian).
4. Holodov V.I. Vyrashhivanie midij i ustric v Chjornom more: prakticheskoe rukovodstvo (Mussel and oyster growing in the Black sea: practical guide). V.I. Holodov, A.V. Pirkova, L.V. Ladygina. Sevastopol': DigitPrint, 2010, 424 p. (in Russian).
5. Kochikov V.N. Okeanologicheskoe obespechenie morskikh hozjajstv po vyrashhivaniyu bespozvonochnyh (Oceanological supply of invertebrate sea farms). Serija: Rybohozjajstvennoe ispol'zovanie resursov Mirovogo okeana. Moskow: VNIRO, 1979, Vyp. 4, 56 p. (in Russian).
6. Vjalova O.Ju., Subbotin A.A., Troshhenko O.A. Vlijanie abioticheskikh i bioticheskikh faktorov na rostovye harakteristiki kul'tiviruemyh ustric (*Crassostrea gigas*) (Kaciveli, Krym, Chernoe more) (The impact of abiotic and biotic factors on growth characteristics of cultivated mussels (*Crassostrea gigas*) (Kaciveli, Crimea, Black Sea)). Aktual'nye problemy akvakul'tury v sovremennyj period: Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, 28 sentjabrja – 2 oktjabrja 2015 g., g. Rostov-na-Donu, FGBNU «AzNIIRH», 2015, pp. 27-29 (in Russian).
7. Termohalinnaja struktura vod na vzmor'e Sevastopolja i ejo vlijanie na osnovnye parametry produkcii na midijnoj ferme (Thermohaline structure of the waters at Sevastopol seashore and its influence on the main production parameters at the mussel farm). O.A. Troshhenko, I.Ju. Erjomin, A.A. Subbotin i dr. Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnye issledovanija resursov shel'fa. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2007, Vyp. 15, pp.110-119 (in Russian).
8. Gidrohimicheskij rezhim vod sevastopol'skogo vzmor'ja i ego perspektivy dlja hozjajstvennogo ispol'zovanija (Hydrochemical regime of Sevastopol coastal water and its perspectives for economic use). V.N. Ivanov, A.A. Subbotin, V.I. Gubanov i dr. Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnye issledovanija resursov shel'fa. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2003, Vyp. 2 (7), pp. 134-143 (in Russian).
9. Fonovaja harakteristika i ocenka izmenchivosti vertikal'noj stratifikacii termohalinnogo polja u poberezh'ja Sevastopolja (Background characteristics and estimation of variability of thermohaline zone vertical stratification at Sevastopol seashore). V.N. Belokopytov, P.D. Lomakin, A.A. Subbotin i dr. Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnye issledovanija resursov shel'fa. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2002, Vyp. 1(6), pp. 20-28 (in Russian).

10. Hidrometeorologicheskie uslovija morej Ukrainy. Tom 2: Chjornoe more (Hydrometeorological conditions of the sea in Ukraine. Chapter 2: Black sea). Ju.P. Il'in, L.N. Repetin, V.N. Belokopytov i dr. MChS i NAN Ukrainy, morskoe otделение UkrNIGMI. Sevastopol', 2012, 421 p. (in Russian).
11. Troshhenko O.A. Dinamika verhnego kvaziodnorodnogo sloja i sezonnogo termoklina na vzmor'e Sevastopolja v rajone midijnoj fermy (Dynamics of upper quasi-homogeneous layer and seasonal thermocline in the area around mussel farm at Sevastopol seashore). Aktual'nye problemy akvakul'tury v sovremennyj period: Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, 28 sentjabrja – 2 oktjabrja 2015 g., g. Rostov-na-Donu, FGBNU «AzNIIRH», 2015, pp. 180-182 (in Russian).
12. Transformacija struktury vodnogo balansa v Krymu v HH veke – nachale XXI veka i ejo optimizacija (Transformation of water balance structure in Crimea in XX – beginning of XXI century and its optimization). Pod. red. V.A. Bokova. Simferopol': Krymskij nauchnyj centr, 2011, 193 p. (in Russian).
13. Osnovnye istochniki zagriznenija morskoy sredy Sevastopol'skogo regiona (Main sources of sea pollution of Sevastopol region). E.I. Ovsjanyj, A.S. Romanov, R.Ja. Min'kovskaja i dr. Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnye issledovanija resursov shel'fa. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2001, Vyp. 2, pp. 138-152 (in Russian).
14. Ivanov V.A., Min'kovskaja R.Ja. Morskie ust'ja rek Ukrainy i priust'evye process (Marine estuaries of Ukraine and estuarine processes). Ch.1. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2008, 448 pp. (in Russian).
15. Stok reki Chernaja kak faktor formirovanija vodno-solevogo rezhima i jekologicheskogo sostojanija Sevastopol'skoj buhty (Discharge from Chernaya river as a factor of water-salinity regime formation and ecological condition of Sevastopol bay). E.I. Ovsjanyj, V.N. Artemenko, A.S. Romanov i dr. Jekologicheskaja bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnye issledovanija resursov shel'fa. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2007, Vyp. 15, pp. 57-65 (in Russian).
16. Atlas okeanograficheskikh harakteristik Sevastopol'skoj buhty (Atlas of oceanological characteristics of Sevastopol bay). S.K. Konovalov, A.S. Romanov, O.G. Moiseenkoi dr. Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2010, 320 p. (in Russian).
17. Belokopytov V.N. Klimaticheskie izmenenija gidrologicheskogo rezhima Chernogo morja (Climatic changes of hydrological regime of the Black Sea). PhD thesis. Sevastopol', 2017, 377 pp. (in Russian).
18. Ivanov V.A., Belokopytov V.N. Okeanografija Chernogo morja (Oceanology of the Black Sea. Sevastopol). Sevastopol': JeKOSI-Gidrofizika, 2011. 212 pp. (in Russian).
19. Zolotnickij A.P., Orlenko A.N. Jekologicheskie zakonomernosti rosta tihookeanskoj ustricy v razlichnyh rajonah Chjornogo morja (Ecological patterns of Pacific oyster cultivation at different parts of the Black Sea). Rybnoe hozjajstvo, 1999, no 2, pp. 37-39 (in Russian).

Поступила в редакцию 13.08.2019

УДК 551. 464:543.30

АРКТИЧЕСКИЕ ВТОРЖЕНИЯ И МЕТЕОУСЛОВИЯ В АЗОВО- ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

Холопцев А. В.¹, Подпорин С. А.², Курочкин Л. Е.²

¹*Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова», г. Севастополь, Российская Федерация*

E-mail: kholoptsev@mail.ru

²*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация*

E-mail: SAPodporin@sevsu.ru, L.kurochkin.mj@mail.ru

Предложена методика выявления арктических вторжений по результатам реанализа среднесуточных значений атмосферного давления NCEP/NCAR, которая протестирована с использованием традиционной методики и результатов фактических метеонаблюдений. На примере Азово-Черноморского региона показана ее эффективность при оценке тенденций изменчивости метеоусловий в океанических регионах, где систематических наблюдений за ними не проводилось. Отмечена актуальность подобных исследований для повышения безопасности современного судоходства.

Ключевые слова: Арктические вторжения, Азово-Черноморский регион, суммарная продолжительность, метеоусловия, тенденции, безопасность судоходства

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность и эффективность эксплуатации морских судов во многом определяется гидрометеорологическими условиями на путях их следования. Поэтому совершенствование методик оценки тенденций изменения погоды в любых регионах мира является актуальной проблемой не только гидрометеорологии, но также и современного судоходства.

Наибольший интерес решение рассматриваемой проблемы представляет для океанических регионов, в которых систематических метеонаблюдений не проводится. В таких регионах оценка тенденций межгодовой изменчивости характеристик метеоусловий возможна лишь по результатам математического моделирования, с учетом факторов, изменяющих состояние атмосферы над любыми регионами мира (глобальных либо крупномасштабных).

Согласно современным представлениям о таких факторах [1–3], к важнейшим из них принято относить изменения суммарных продолжительностей (СП) периодов существования над регионом субмеридиональных воздушных течений (СВТ), инициированных вторжениями арктического воздуха (далее ВАВ) [3]. Тем не менее, тестирование оценок тенденций рассматриваемых процессов, которые получены с учетом временных рядов СП ВАВ, сформированных с применением традиционной методики выявления ВАВ [4], для регионов, где систематические метеонаблюдения проводились, показало, что, как правило, их качество является неудовлетворительным. Одним из них является Азово-Черноморский регион, где информацию о характеристиках метеоусловий уже многие десятилетия получают многочисленные метеостанции Росгидромета. Следовательно, поиск путей повышения адекватности оценок тенденций изучаемых процессов в этом регионе,

которые получены с учетом временных рядов СП ВАВ, представляет существенный теоретический и практический интерес.

Целью исследования является повышение адекватности оценок тенденций, которые проявляются в межгодовых изменениях метеоусловий в указанном регионе, полученных с учетом временных рядов СП ВАВ.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

ВАВ уже многие десятилетия изучают отечественные и зарубежные ученые [5, 6]. Впервые об этих процессах упоминается в работе Maury M. F. “The physical geography of the sea and its meteorology” (1861 г.), однако наибольший прогресс в изучении их свойств был достигнут во второй половине XX века. Важную роль в этом сыграли исследования Б.Л. Дзердзеевского и ученых его школы [7], которыми предложено использовать расположение в некоторые сутки полос повышенного атмосферного давления (P_a), которые возникают при этих процессах, в качестве одного из основных признаков, учитываемых при типизации макроциркуляционных процессов в Северном полушарии [5–7].

Основываясь на типизации по Б.Л. Дзердзеевскому, уже многие десятилетия ведется Календарь [8], позволяющий для каждых суток с 1.01.1899 г. определить сектора данного полушария, в пределах которых происходили соответствующие ВАВ. При его составлении применяется методика их выявления, основанная на анализе суточных карт погоды [1, 3, 9]. В соответствии с ней, решение о существовании в каком-либо секторе ВАВ принимается, если между перифериями расположенного в нем компонента Арктического антициклона и соответствующего Субтропического антициклона в такие сутки выявлена полоса, где P_a превышало 1015 гПа. Подобная полоса выявляется визуально, поскольку на карте погоды ее границы отображаются указанной изобарой, следовательно, упомянутая методика весьма трудоемка и не позволяет исключить антропогенные ошибки [9].

Установлено, что протяженность по долготе таких полос может составлять от нескольких сотен, до единиц тысяч километров, а конфигурация их границ может быть весьма разнообразной. Такие барические неоднородности могут существовать до нескольких десятков суток [5]. Упомянутые полосы, где среднесуточное P_a повышается практически синхронно, образуются потому, что воздух, который участвует в ВАВ, обладает повышенной плотностью [5, 6].

Теплые и влажные воздушные массы, которые участвуют в Западном переносе, достигнув западной периферии рассматриваемой барической неоднородности, отклоняются к северу. При этом они охлаждаются, что приводит к выпадению атмосферных осадков и ухудшению видимости [10], что осложняет работу водного и воздушного транспорта. При этом непосредственно в пределах области повышенного P_a , образовавшейся при ВАВ, метеоусловия улучшаются, поскольку она блокирует поступление с запада влажного воздуха [11]. Весьма комфортными при этом метеоусловия становятся и в районах, расположенных к востоку от подобной полосы, где накапливается относительно сухой воздух, поступающий с севера, и формируется блокирующий антициклон [11, 12]. Зимой его образование

приводит к резкому усилению морозов, которое сопровождается полным прекращением выпадения атмосферных осадков. Летом в области такого антициклона выпадение фронтальных или циклонических осадков также прекращается, но температуры воздуха достигают максимальных уровней [13].

Чем больше СП ВAB, тем больше объем сухого и холодного воздуха, который поступает в соответствующий регион, тем сильнее влияние ВAB на метеоусловия [3, 4]. Поэтому адекватность оценок тенденций изучаемых процессов с учетом изменчивости СП ВAB, во многом определяется адекватностью оценок этих показателей. Следовательно, одной из существенных причин неудовлетворительного качества таких оценок может являться неточность информации, представленной в рядах СП ВAB, которые получены с применением традиционной методики выявления ВAB.

Опыт применения данной методики свидетельствует о том, что она не позволяет выявлять ВAB, пересекающие барические депрессии (Северная Атлантика, Баренцево и Берингово море) поскольку в таких регионах при ВAB P_a повышается, но не всегда достигает уровня 1015 гПа.

Как пример, на рис. 1 сопоставлены расположения участков земной поверхности, где 18.03.2010 г. среднесуточное P_a превышало 1015 гПа, с расположениями ее участков в зоне между параллелями 40° с.ш. и 70° с.ш., где в эти сутки оно было выше, чем в предыдущие.

Из рис. 1А видно, что 28.03 между параллелями 40°с.ш. и 70°с.ш. существовало две полосы, в которых P_a в указанной зоне превышало 1015 гПа. Одна из них связывает сегмент Арктического антициклона, расположенный над морем Лаптевых, с Монгольским антициклоном. Вторая полоса проходит через Карское море к Субтропическому антициклону, находящемуся над Средней Азией.

Кроме них, над Атлантикой намечается еще одна полоса, где Гренландский антициклон с Азорским максимумом соединен на единственном меридиане. Очевидно, что при большем шаге по долготе между узлами координатной сетки реанализа, этот меридиан был бы пропущен. В результате было бы принято решение о том, что упомянутые антициклоны не соединяются (т.е. произошел бы пропуск ВAB).

Из рисунка 1Б следует, что первая и вторая полосы отображены и на нем. Существование над Атлантикой третьей области не вызывает сомнений, поскольку ее протяженность по долготе сопоставима с шириной этого океана.

Образование показанных на рисунке 1Б областей, во всех пунктах которых, расположенных между параллелями 40°с.ш. и 70°с.ш., в рассматриваемые сутки $X > 0$, может быть следствием возникновения ВAB.

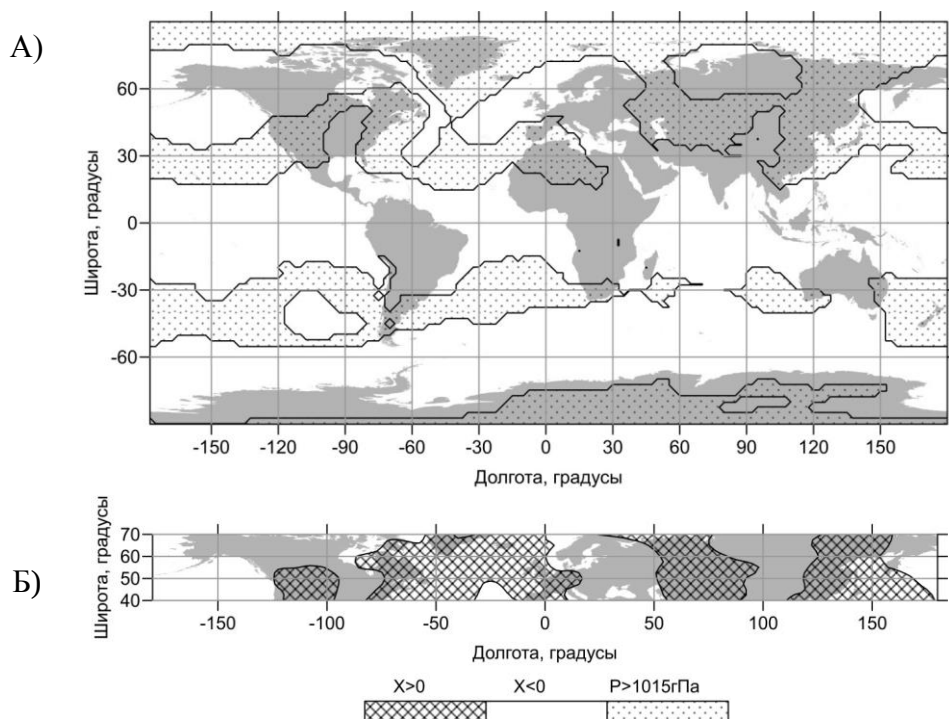


Рис. 1. Расположение участков земной поверхности, где 28.03.2010 г. среднесуточное P_a :

А) превышало 1015 гПа; (Б) было больше, чем в предыдущие сутки.

Чтобы подтвердить адекватность данного тезиса, оценена вероятность возникновения аналогичной барической неоднородности в результате случайного совпадения. Предполагалось, что повышение либо понижение P_a в любом пункте рассматриваемой полосы, которое происходит случайно, является равновероятным и не зависит от его изменений в соседних ее пунктах. Поэтому, учитывая [14] вероятность синхронного повышения среднесуточного P_a во всех 13 узлах координатной сетки, расположенных на одном меридиане между 40°с.ш. и 70°с.ш., может быть вычислена как $P=(0,5)^{13}=0,000122$.

Подвижных антициклонов, которые имели бы такие же размеры, не известно. Следовательно, можно сделать вывод о том, что выявленная над Атлантикой область действительно образовалась в результате ВАВ.

Для того, чтобы оценить значимость этого недостатка традиционной методики, необходимо определить вероятность «пропуска» ($P_{пр}$) ВАВ, которые возникают при ее использовании. При вычислении этого показателя учитывались ВАВ, которые наблюдались в период 1.01.1948 – 31.12.2017 гг. над Азово-Черноморским регионом. При определении фактического их количества использована предложенная нами методика. Согласно ей, решение о выявлении ВАВ принимается, если в течение трех последовательных суток атмосферное давление во

АРКТИЧЕСКИЕ ВТОРЖЕНИЯ И МЕТЕОУСЛОВИЯ В АЗОВО- ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

всех пунктах, расположенных между параллелями 40°с.ш. и 70°с.ш. и не менее чем на одном меридиане, было выше, чем в сутки, непосредственно предшествующие началу этого временного интервала. Это количество сопоставлялось с аналогичной характеристикой, оцененной по традиционной методике.

Как фактический материал, в данной работе использована информация о среднесуточных значениях температур воздуха, модуля скорости ветра, а также интенсивности облачности на всех метеостанциях Росгидромета, расположенных на побережьях Крымского полуострова. Информация получена из архива Севастопольского отделения ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова». Также использованы данные об аналогичной характеристике P_a , представленной в реанализе NCEP/NCAR [15].

Последний содержит информацию о среднесуточных значениях атмосферного давления за 1.01.1948 – 31.12.2017 гг. для всех пунктов земной поверхности, соответствующих узлам координатной сетки с шагом 2,5°×2,5°. В нем между параллелями 40°с.ш. и 70°с.ш. располагается 13 таких узлов. Следовательно, вероятность «ложной тревоги» ($P_{лт}$) – события, при котором решение о наличии ВAB по предложенной методике принимается при фактическом его отсутствии, определяется как $P_{лт} = (0,5)^{13} = 0,00012$.

Оценки вероятности $P_{лт}$ или $P_{пр}$, ВAB в Азово-Черноморском регионе, которые получены для разных сезонов с использованием традиционной методики (за фактическое количество ВAB принята его оценка по предложенной методике) приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Количества ВAB, которые выявлены над Азово-Черноморским регионом за период 1.01.1948 – 31.12.2017 гг., с применением предложенной (А) и традиционной (Б) методики, а также значения $P_{лт}$ и $P_{пр}$ для традиционной методики

Сезон	А	Б	$P_{лт}$ (Б)	$P_{пр}$ (Б)
Зима	205	103	0	0,497
Весна	175	80	0	0,543
Лето	148	69	0	0,534
Осень	168	66	0	0,607

Как видно из таблицы 1, применение традиционной методики приводит к пропуску почти половины всех ВAB, выявляемых над Азово-Черноморским регионом по предложенной методике за период 1.01.1948 – 31.12.2017 гг. Столь значительное количество пропусков ВAB действительно могло приводить к существенной неточности информации об их СП, представленной во временных рядах, полученных с ее применением. Следовательно, указанный недостаток может быть признан существенным, если все ВAB, выявленные по предложенной методике, действительно существовали. Для подтверждения этого, с использованием данных фактических наблюдений за погодой на всех прибрежных метеостанциях Росгидромета, оценены частоты улучшения метеоусловий

(уменьшения среднесуточных значений модуля скорости ветра, интенсивности облачности, а также температур воздуха) во все даты из указанного периода, в которые с помощью предложенной методики обнаружены ВАВ. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Частоты улучшения метеоусловий ($P_{по}$) на метеостанциях Росгидромета, которые расположены на побережьях Крымского полуострова в даты, для которых по предложенной методике обнаружены ВАВ

Метеостанция	$P_{по}$	Метеостанция	$P_{по}$	Метеостанция	$P_{по}$
Черноморское	0,92	Ялта	88	Мысовое	0,93
Евпатория	0,96	Алушта	90	Опасное	0,95
Севастополь	0,93	Феодосия	86	Курортное	0,91
Херсонесский маяк	0,95	Керчь	89	Никита	0,83

Цифры, приведенные в таблице 2, характеризуются разными погрешностями, поскольку на многих метеостанциях Крыма в некоторые даты наблюдений не проводилось. Тем не менее, из нее следует, что в даты, выявляемые по предложенной методике, на них с высокой вероятностью происходило уменьшение скоростей ветра и температур воздуха, а также ослаблялась (либо отсутствовала) облачность – т. е. происходили явления, которые имеют место при ВАВ. В любые другие даты случаев, при которых подобные совпадения по всем показателям происходили одновременно на всех метеостанциях, за рассматриваемый период не выявлено. Следовательно, предложенная методика обнаружения АВ в рассматриваемом регионе эффективна. Это позволяет предположить, что в большей или меньшей степени она может быть эффективна и в других регионах мира. Весьма существенным достоинством предложенной методики является и возможность полной автоматизации процесса выявления СВТ (ВАВ), что позволяет исключить антропогенные ошибки.

С использованием предложенной методики сформированы временные ряды СП рассматриваемых ВАВ, которые соответствуют всем сезонам. В качестве примера, рассчитанные по ним зависимости от года начала десятилетия средних за него значений СП за зимний сезон ВАВ, оцененных для различных частей Азово-Черноморского региона, приведены на рис. 2.



Рис. 2. Зависимости от года начала десятилетия средних за него значений СП за зимний сезон ВАВ, которые оценены для различных частей Азово-Черноморского региона.

Из рис. 2 видно, что в зимние сезоны 1990–2017 гг., во всех частях Азово-Черноморского региона СП ВАВ уменьшаются. Это показывает, что вероятности возникновения здесь неблагоприятных метеоусловий, а значит и соответствующих навигационных рисков, устойчиво возрастают.

Таким образом, установлено, что применение предложенной методики выявления ВАВ позволяет получить оценки тенденций изменения метеоусловий в Азово-Черноморском регионе, практически совпадающие с их оценками по данным наблюдений на прибрежных метеостанциях Крыма. Это позволяет предполагать возможность ее применения и в регионах мирового океана, где систематических наблюдений не проводилось.

Выявленную устойчивую тенденцию к усложнению метеоусловий, характерных для зимних сезонов на Азовском и Черном море, в частности, целесообразно учитывать и в морском судоходстве. Это важно на этапе долгосрочного планирования навигации в данном регионе особенно в зимний период, когда судоходство дополнительно осложняется мало предсказуемой ледовой обстановкой. Операторы флота и заказчики перевозок должны учитывать возможные риски, связанные с простоями судов из-за неблагоприятных метеоусловий.

В целом, лучшее понимание тенденций изменения гидрометеоусловий и для других районов мирового океана, позволит повысить качество долгосрочной прогностической информации в интересах современного судоходства.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Применение предложенной методики выявления ВАВ позволяет получить оценки тенденций изменения метеоусловий в Азово-Черноморском регионе, практически совпадающие с их оценками по данным наблюдений на прибрежных метеостанциях Крыма. Это позволяет предполагать возможность ее применения и в регионах Мирового океана, где систематических наблюдений не проводилось.

2. Предложенная методика может быть использована в интересах повышения безопасности судоходства, как средство повышения качества прогностической метеоинформации.

Список литературы

1. Думанская И.О., Федоренко А.В. Анализ связи ледовых характеристик морей европейской части России с макроциркуляционными атмосферными процессами // Метеорология и гидрология. 2008. № 12. С. 82–94.
2. Кононова Н.К. Особенности циркуляции атмосферы Северного полушария в конце XX – начале XXI века и их отражение в климате // Сложные системы. 2014. № 2 (11). С. 11–36.
3. Холопцев А.В., Кононова Н.К., Тимошенко Т.Ю. Арктические блокинги и поверхностные температуры на Европейской территории России // Жизнь Земли. 2017. т.39. №1. С. 20–32.
4. Холопцев А.В., Катунина Е.Н., Тимошенко Т.Ю. Продолжительные арктические вторжения в Атлантическом секторе и атмосферные осадки в Крыму // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. Том 3(69). 2017. №2. С. 251–267.
5. Дзердзеевский Б.Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере Северного полушария в XX столетии // Материалы метеорологических исследований. изд. ИГ АН СССР и Междувед. Геофиз. Комитета при Президиуме АН СССР. М.: 1968. 240 с.
6. Савина С.С., Хмелевская Л.В. Динамика атмосферных процессов северного полушария в XX столетии. Междуведомственный Геофизический. Комитет при Президиуме АН СССР // Материалы метеорологических исследований. 1984. № 9. 146 с.
7. Дзердзеевский Б.Л., Курганская В.М., Витвицкая З.М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов // Тр. н.-и. учреждений Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сер. 2. Синоптическая метеорология. Вып. 21. Центральный институт прогнозов. М., Л.: Гидрометиздат, 1946. 80 с.
8. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX – начале XXI века. URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru>
9. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому // М. ИГ РАН: Воентехиниздат. 2009. 372 с.
10. Sulby M.L. Fundamentals of Atmospheric Physics. New York: Academic Press. 1996. 560p.
11. Шакина Н.П., Иванова А.Р. Блокирующие антициклоны: современное состояние исследований и прогнозирование // Метеорология и гидрология. 2010. №11. С. 5–18.
12. Мохов И.И., Акперов М.Г., Прокофьева М.А. Блокинги в Северном полушарии и Евро-Атлантическом регионе: оценки изменений по данным реанализа и модельным расчетам // Доклады Академии наук. 2013. Т. 449. №5. С. 1–5.
13. Семёнова И.Г. Роль процессов блокирования в формировании засух на Украине // Труды ГГО им. Воейкова. 2013. Вып. 569. С. 124–136.
14. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика // Изд. дом ГУ-ВШЭ, 2005. 254 с.
15. База данных. Результаты реанализа среднесуточных значений атмосферного давления. URL: <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/ncep.reanalysis.dailyavgs/level sea/>

ARCTIC AIR OUTBREAKS AND METEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE
REGIONS OF AZOV AND BLACK SEAS

Kholoptsev A. V., Podporin S. A., Kurochkin L. E.

Sevastopol office of federal state budgetary institution "State Oceanographic Institute of N. N. Zubov", Sevastopol, Russian Federation

FSAEI "Sevastopol state university", Sevastopol, Russian Federation

E-mail: kholoptsev@mail.ru, SAPodporin@sevsu.ru, l.kurochkin.mj@mail.ru

This paper aims to improve the accuracy of estimates of trends of interannual changes in the characteristics of meteorological conditions in oceanic regions, for which no systematic meteorological observations have been conducted before.

To obtain such estimates, we investigated the possibility of applying the results of mathematical modeling, which was carried out with consideration of changes in the total duration of the Arctic air outbreaks into the region.

We have established that one of the essential error sources of such estimates is inaccuracy of information about the values of the above characteristics of such outbreaks, which is present in their existing time series.

The reasons for this inaccuracy have been identified and a new approach to determining the values of these characteristics has been developed, which allows to partially overcome this drawback. A new technique for detecting Arctic air outbreaks, based on use of NCEP/NCAR reanalysis data, has been proposed.

The adequacy of the time series of the average daily values of adjusted-to-sea level atmospheric pressure, obtained with its help, has been tested for the Crimean Peninsula.

The test has enabled to estimate the probability of identifying signs of Arctic outbreaks simultaneously at all Crimean Roshydromet meteorological stations during the periods when they were detected.

To carry out the estimation, we used data on the characteristics of wind, air temperature and cloudiness which was obtained from each meteorological station for the entire period of its operation.

It has been found out that the application of the proposed methodology for detecting Arctic air outbreaks enabled to obtain estimates of the trends in meteorological conditions in the Azov-Black Sea region, which are practically consistent with the data of the weather stations.

This allows to accept the possibility of its use in the oceanic regions, where no systematic meteorological observations have been previously conducted.

A steady trend for complication of the meteorological conditions during winter seasons on the Azov and Black Sea that has been revealed for the modern period should be taken into account during operation and development of transport complexes of this region of Russia.

The results can as well be used to improve management of water transport and ensure better quality of prognostic information available for ships engaged on long voyages.

Keywords: Arctic air outbreaks, Azov-Black Sea region, total duration, weather conditions, trends, safety of shipping.

References

1. Dumanskaya I.O., Fedorenko A.V. Analiz svyazi ledovykh harakteristik morej evropejskoj chasti Rossii s makrocirkulyacionnymi atmosferynymi processami (Analysis of the relationship of the ice characteristics of the seas of the European part of Russia with macrocirculation atmospheric processes). *Meteorologiya i gidrologiya*, 2008, no 12, pp. 82–94 (in Russian).
2. Kononova N.K. Osobennosti cirkulyacii atmosfery Severnogo polushariya v konce XX – nachale XXI veka i ih otrazhenie v klimate (Features of the atmosphere circulation in the Northern Hemisphere at the end of the XX - beginning of the XXI century and their reflection in the climate). *Slozhnye sistemy*, 2014, no 2 (11), pp. 11–36 (in Russian).
3. Holoptsev A.V., Kononova N.K., Timoshenko T.Yu. Arkticheskie blokinki i poverhnostnye temperatury na Evropejskoj territorii Rossii (Arctic blocking and surface temperatures on the European territory of Russia). *Zhizn' Zemli*, 2017, V. 39, no 1, pp. 20–32 (in Russian).
4. Holoptsev A.V., Katunina E.N., Timoshenko T.Yu. Prodolzhitel'nye arkticheskie vtorzheniya v Atlanticheskoy sektore i atmosferynye osadki v Krymu (Prolonged Arctic outbreaks in the Atlantic sector and precipitation in Crimea). *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Geografiya, Geologiya*, Tom 3(69), 2017, no 2, pp. 251–267 (in Russian).
5. Dzerdzheevskij B.L. Cirkulyacionnye mekhanizmy v atmosfere Severnogo polushariya v XX stoletii (Circulating mechanisms in the atmosphere of the Northern Hemisphere in the twentieth century). *Materialy meteorologicheskikh issledovaniy. izd. IG AN SSSR i Mezhdoved. Geofiz. Komiteta pri Prezidiume AN SSSR*. Moscow: 1968, 240 p. (in Russian).
6. Savina S.S., Hmelevskaya L.V. Dinamika atmosferynykh processov severnogo polushariya v XX stoletii (Dynamics of atmospheric processes in the northern hemisphere in the twentieth century). *Mezhdovedomstvennyy Geofizicheskij. Komitet pri Prezidiume AN SSSR. Materialy meteorologicheskikh issledovaniy*, 1984, no 9, 146 p. (in Russian).
7. Dzerdzheevskij B.L., Kurganskaya V.M., Vitvickaya Z.M. Tipizatsiya cirkulyacionnykh mekhanizmov v severnom polusharii i harakteristika sinopticheskikh sezonov (Typification of circulation mechanisms in the northern hemisphere and the characteristic of synoptic seasons). *Tr. n.-i. uchrezhdenij Gl. upr. gidrometeorol. sluzhby pri Sovete Ministrov SSSR. Ser. 2. Sinopticheskaya meteorologiya*, Vyp. 21, Central'nyy institut prognozov. M., L.: Gidrometizdat (Publ.), 1946, 80 p. (in Russian).
8. Kolebaniya cirkulyacii atmosfery Severnogo polushariya v XX – nachale XXI veka (Fluctuations in the atmospheric circulation of the Northern Hemisphere in the 20th - early 21st century). URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru> (in Russian).
9. Kononova N.K. Klassifikatsiya cirkulyacionnykh mekhanizmov Severnogo polushariya po B. L. Dzerdzhevskomu (Classification of the circulatory mechanisms of the Northern Hemisphere according to B. L. Dzerdzhevsky). Moscow: IG RAN: Voentekhnizdat (Publ.), 2009, 372 p. (in Russian).
10. Sulby M.L. Fundamentals of Atmospheric Physics. New York: Academic Press. 1996. 560p.
11. Shakina N.P., Ivanova A.R. Blokiruyushchie anticiklony: sovremennoe sostoyanie issledovaniy i prognozirovaniye (Blocking anticyclones: current state of research and forecasting). *Meteorologiya i gidrologiya*, 2010, no 11, pp. 5–18. (in Russian).
12. Mohov I.I., Akperov M.G., Prokof'eva M.A. Blokinki v Severnom polusharii i Evro-Atlanticheskom regione: ocenki izmenenij po dannym reanaliza i model'nykh raschetam (Blocking in the Northern Hemisphere and the Euro-Atlantic Region: Evaluation of Changes from Reanalysis and Model Calculations). *Doklady Akademii nauk*, 2013, V. 449, no 5, pp. 1–5. (in Russian).
13. Semyonova I.G. Rol' processov blokirovaniya v formirovanii zasuh na Ukraine (The role of blocking processes in the formation of droughts in Ukraine). *Trudy GGO im. Voejkova*, 2013, Vyp. 569, pp. 124–136. (in Russian).
14. Shvedov A.S. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika (Theory of Probability and Mathematical Statistic). Izd. dom GU-VSHEH (Publ.), 2005, 254 p. (in Russian).
15. Database. Results of reanalysis of average daily values of atmospheric pressure. URL: <ftp://ftp.cdc.noaa.gov/Datasets/ncep.reanalysis.dailyavgs/level sea/>.

Поступила в редакцию 20.05.2019

РАЗДЕЛ 6. ГЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА

УДК 25.00.10

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ, ПОМЕЩЁННЫХ В ВОДНЫЙ СЛОЙ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

Агеенков Е.В.¹, Ситников А.А.², Пестерев И.Ю.², Попков А.В.², Воднева Е.Н.¹

¹*Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация;*

²*ООО «Сибирская геофизическая научно-производственная компания», г. Иркутск, Российская Федерация
E-mail: aev@dnme.ru*

Научная задача публикации исследовать переходный процесс электрического поля в водной толще, перекрывающей проводящую поляризующуюся Землю, для осевой области источника - электрическая линия на ряде последовательно расположенных измерительных линий. Использовать для этого несколько одномерных моделей в которых вызванная поляризация (ВП) возникает в геологических образованиях и не создаётся в водном слое. Показать отличие проявления ЭМ сигнала, связанного с поляризацией, вызванной гальваническим (ВПП) и вихревым током (ВПИ) в измерениях сигнала переходного процесса на 3-х электродных измерительных линиях при различной глубине погружения установки (источника и измерителей) в водном слое.

Исследование основано на результатах решения прямой задачи импульсной электроразведки с электрическими линиями, в которой ВП учитывается введением частотно зависимого удельного электрического сопротивления формулой Коула-Коула. И построении зависимости сигнала переходного процесса ($\Delta U(t)$), второй конечной разности сигнала переходного процесса ($\Delta^2 U(t)$) и трансформанты ЭМ поля ($P1(t)$) и их визуальный анализ.

Описана модель проводящей поляризующейся среды для аквальных измерений.

Ключевые слова: индукционно вызванная поляризация (ВПИ), гальванически вызванная поляризация (ВПП), заземлённая электрическая линия, трёх электродные измерительные линии, аквальный дифференциально-нормированный метод электроразведки, АДНМЭ, ЭМ измерения на акваториях.

ВВЕДЕНИЕ

Отличия морской электроразведки от наземной связаны со специфическим влиянием слоя морской воды. При работах в море имеется ряд преимуществ: простые условия заземления, возможность осуществлять непрерывную регистрацию в движении судна и использовать мощные источники питания, и большие измерительные и питающие линии, транспортировка которых не вызывает трудностей. Выдержанность сопротивления неполяризующегося первого слоя (морская вода), мощность которого легко определима, спокойная геоэлектрическая обстановка в верхней части разреза упрощают интерпретацию полученных результатов на малых разносах установок. Вместе с тем, хорошо проводящий слой морской воды экранирует нижележащие отложения, а гидродинамические процессы, протекающие в нем, приводят к появлению дополнительных помех [1].

Морские электрометрические исследования были впервые проведены в 1931 г. на Каспии в бухте Ильича около Баку [1]. Эти работы, выполнявшиеся под руководством С.Я. Литвинова и продолжавшиеся до 1937 г., осуществлялись по методике симметричного профилирования с целью картирования выходов коренных пород на дне моря. В 1951 г. они были возобновлены на Каспийском море у побережья Азербайджана и Дагестана.

Была разработана и использовалась методика дифференциального картировочного электропрофилирования, которое обычно осуществлялось при крупномасштабных детализационных работах в пределах сводовых частей структур, когда непосредственным объектом изучения являлись крутопадающие коренные пласты, выходящие на дно моря или перекрытые наносами небольшой мощности. Для этого вида работ использовались дифференциальные установки линейной конфигурации (называвшиеся «экранированной» и «комбинированной»), когда питающие и измерительные электроды располагались на одном многожильном кабеле.

В 1954–1959 гг. на основе дипольных установок, предложенных Л.М. Альпиным, были разработаны и внедрены методы непрерывных дипольно-осевых зондирований и непрерывного профилирования с повышенной глубиной исследования [2].

С 1959 по 1973 гг. электроразведочные работы проводились на Азовском, Каспийском и Чёрном морях. В процессе этих исследований были разработаны основы методики и техники различных модификаций морской электроразведки с искусственными источниками тока: 1) метод непрерывных дипольно-осевых зондирований (НДОЗ); 2) метод непрерывного профилирования (НП); 3) метод дифференциального картировочного электропрофилирования; 4) метод зондирований становлением магнитного поля (ЗСМ); 5) метод вызванной поляризации (ВП). При проведении измерений на постоянном токе также использовались установки, измерительные и питающие электроды которых размещались на дне (донные установки) [3, 4].

Методы сопротивлений (на постоянном и/или низкочастотном переменном токе) не особенно чувствительны к высокоомным зонам в породах, образующих морское ложе. Ток от расположенного на дне дипольного источника протекает преимущественно через воду, поэтому разность потенциалов, измеряемая приёмным диполем, контролируется электропроводностью воды.

Альтернативой явился морской магнитометрический метод сопротивлений (МММС) (в англоязычной литературе – magnetometric off-shore electrical sounding method (MOSES)) [23], основанный на магнитометрическом методе сопротивлений (ММС). В качестве источника использовалась вертикальная длинная линия, протягиваемая от поверхности моря до дна. Один из питающих электродов линии располагался вблизи дна, другой – на поверхности моря. Обратный ток протекал через воду и породы, образующие дно. Приёмник состоял из двух ортогональных датчиков магнитного поля, которые стационарно располагались на дне. Измерялись две горизонтальные компоненты магнитного поля в зависимости от частоты и расстояния между источником и приёмником (разносом).

Самые ранние морские работы дистанционным частотным зондированием (ДЧЗ) (в англоязычной литературе controll source electromagnetic (CSEM)) были выполнены британскими и американскими военно-морскими силами. В публикации 1968 года из Лаборатории подводного звука ВМС США, по-видимому, впервые предложены морские ДЧЗ, какими их знают сейчас, в узком диапазоне частот и широком диапазоне разносов [24].

В 70-е гг. в институте океанографии Скриппса начали разрабатываться ДЧЗ для исследования строения океанического дна [5]. Исследования, проведённые Ч. Коксом и его сотрудниками, показали, что уровень помех естественного электрического поля на частотах около 1 Гц чрезвычайно низок (≈ 1 пВ/м) – диапазон частот от 0.1 до 3-5 Гц известен как диапазон минимума естественного ЭМ поля. Поэтому слабые поля, создаваемые в земле придонным горизонтальным электрическим дипольным источником, могут быть зарегистрированы на расстоянии многих километров от источника. Так же было показано, что ДЧЗ чувствительно преимущественно к зонам относительно высокого удельного электрического сопротивления в отложениях, подстилающих морское дно. В противоположность этому, широко используемое магнитотеллурическое зондирование позволяло обнаружить электропроводящие зоны. В 1979 году был проведён эксперимент на воде глубиной около 3000 м с передачей 80 А на антенне длиной 800 м. Сигнал на частотах от 0,25 до 2,25 Гц был обнаружен на расстоянии 19 км. Целью исследований был срединно-океанический хребет [25].

В начале 1980-х гг. стал разрабатываться глубоководный ДЧЗ для нефтегазовой геологоразведки [26].

В 80-е гг. большой объём исследований буксируемыми установками для изучения проводимости и вызванной поляризации был выполнен Севморгео (г. Ленинград) [6, 7].

Начиная с 2000 г. на базе сухопутного дифференциально – нормированного метода электроразведки (ДНМЭ) [8, 9, 10] под руководством П.Ю. Легейдо стала разрабатываться и использоваться его надводная модификация – аквальные ДНМЭ [11, 12, 27, 28], а позднее, в конце 2000-х гг., аквальные ДНМЭ с подводной буксируемой системой (АДНМЭ с ПБС) [13]. В период с 2002 по 2003 гг. в разработках и проведении полевых работ принимали участие специалисты Севморгео, используя опыт технологии морских работ, накопленный ранее. В АДНМЭ и АДНМЭ с ПБС группа трёх электродных измерительных линий, буксируемых совместно с источником за судном, позволяет регистрировать сигнал переходного процесса ($\Delta U(t)$) и конечную разность сигнала переходного процесса ($\Delta^2 U(t)$) и рассчитывать ряд трансформант, подавляющих индукционную или поляризационную составляющие регистрируемого сигнала переходного процесса.

Большая часть аквальных электроразведочных методик использует заземлённую электрическую линию (или диполь) в качестве искусственного ЭМ источника. Такой источник легко реализовать технически, поместив заземления в проводящую водную толщу, и легко перемещать внутри неё или на её поверхности.

Ряд методов морской электроразведки изучают проводящие свойства геологической среды под водной толщей, но поляризационные характеристики

Земли остаются неизученными. В предлагаемой публикации основной упор делается на изучение процессов вызванной поляризации, возникающих в геологической среде и проявляющихся в виде ЭМ сигнала на измерителях, размещённых в водной толще. Такие процессы возникают при протекании гальванического или вихревого тока и по-разному проявляются на заземлённых линиях во время измерений [14].

Аквальная съёмка АДНМЭ и АДНМЭ с ПБС проводятся для изучения проводящих и поляризационных свойств геологических образований. Численные расчёты для публикации проведены на основе установок этих методов.

1. МОДЕЛЬ СРЕДЫ НА АКВАТОРИЯХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВП

На акваториях среда представляет из себя особый случай сочетания водной толщи, перекрывающей геологическую среду. В первом приближении её можно аппроксимировать двухслойным полупространством. Верхняя – водная часть – проводящая, который зависит от содержания растворённых в воде солей и может достигать 7-2 См/м (0.143-0.5 Ом·м) в морских водоёмах [15] и 0.01 См/м (100 Ом·м) в пресноводных водоёмах. Водная толща, в общем случае, однофазна, в ней не возникают процессы ВП. Геологические образования проводящие, представляющиеся двухфазной (полифазной) средой, в которой протекают интенсивные релаксационные процессы, а ЭМ характеристики среды приобретают дисперсионные свойства (зависимость от частоты первичного тока или времени регистрации сигнала). Т.о. имеется две границы раздела сред воздух-вода и вода-Земля, воздух - непроводящая неполяризующаяся среда, вода - проводящая (для морских акваторий сильно проводящая) неполяризующаяся среда и Земля - проводящая поляризующаяся среда. Задачи геоэлектрики - изучение ЭМ свойств геологических образований, которые перекрыты водной толщей разной мощности и проводимости.

Изучение геологической среды в такой ситуации проводится с поверхности водной толщи, на границе водной толщи и геологической среды и внутри водной толщи.

В ДЧЗ в узком диапазоне частот и широком диапазоне разносов с донными станциями и донными косами измерение ЭМ сигнала проводится на границе водной толщи и геологических образований, а источник гармонического сигнала расположен внутри водного слоя.

В аквальных ДНМЭ – импульсный источник и измерители расположены на поверхности воды. В аквальных ДНМЭ с ПБС импульсное возбуждение и приём ЭМ сигнала проводится внутри водной толщи [13].

Существует методика использования вертикального импульсного источника ЭМ сигнала, располагающегося от поверхности до дна моря, и измерение так же вертикальными линиями, начинающимися на морском дне [29].

В ДЧЗ проводится изучение УЭС и, главным образом, определение присутствия высокоомных объектов в хорошо проводящей геологической среде,

такой же объект исследования при использовании вертикального источника и приёмника.

Задачи исследований аквальных АДНМЭ и аквальных АДНМЭ с ПБС определение УЭС и поляризационных характеристик геологической среды, перекрытой водным слоем. Возбуждение среды проводится электрической линией, размещённой вблизи поверхности воды или в водном слое. Измерение проводится электрическими линиями, расположенными в осевой области источника. Для таких измерений в условиях суши было показано [14], что сигнал становления ЭМ поля и гальванически вызванной поляризации имеют такой же знак, что и возбуждающий импульс, а сигнал индукционно вызванной поляризации, связанной с вихревым током, меняет знак на противоположный.

Если для условий суши геоэлектрический разрез, с проявлением ВП связанного только с вихревым током, случай редкий, можно сказать созданный искусственно при численном эксперименте, то для условий аквальных измерений такая ситуация вполне реальна, ведь водный слой не поляризуется и при определённых условиях плотность гальванического тока в геологических образованиях будет незначительной, а ВП будет связано с вихревым током становления, распространяющимся в геологической среде.

2. ПРИРОДА ВП ПРИ АКВАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ КАК РЕАКЦИЯ НА ИМПУЛЬСНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ СРЕДЫ

Работы методами АДНМЭ и АДНМЭ с ПБС проводятся в импульсном режиме, поэтому подробнее остановимся на протекании переходного процесса в двухслойном полупространстве, описанном выше, при использовании импульсного ЭМ источника - заземлённая линия.

Прохождение импульса тока через заземлённую линию создаёт систему гальванических токов в окружающем пространстве - в воде и геологических породах (рис. 1).

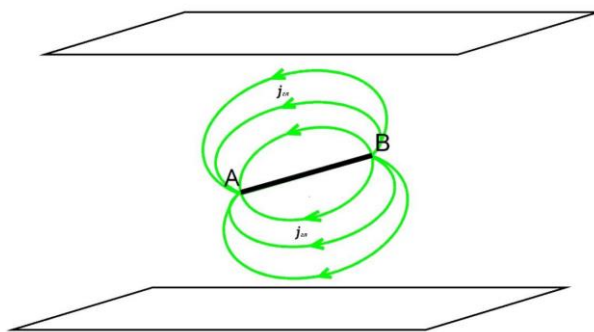


Рис. 1. Течение гальванического тока, созданного электрической линией, помещённой в водный слой.

Гальванический ток в ДФ среде [16, 17], которой является геологическая среда, приводит к ряду процессов по разделению зарядов на границе твёрдой и жидкой

фаз. Это процессы электрохимической и электрокинетической природы. После прекращения импульса тока ДФ среда возвращается в равновесное состояние, начинаются релаксационные процессы, они сопровождаются протеканием тока вызванной поляризации и индуцированием ЭМ сигнала, регистрируемого измерителями.

Одновременно с прекращением течения гальванического тока в проводящей среде возникают вихревые токи (рис. 2), сохраняющие структуру и направление гальванического тока. Основная плотность вихревых токов имеет форму кольца, расширяющегося в нижней части, плоскость кольца ортогональна границам раздела воздух-вода и вода-Земля и совпадает с осью источника АВ. Начинается диффузия вихревых токов вглубь проводящей среды и в меньшей степени вширь параллельно границам раздела во все направления.

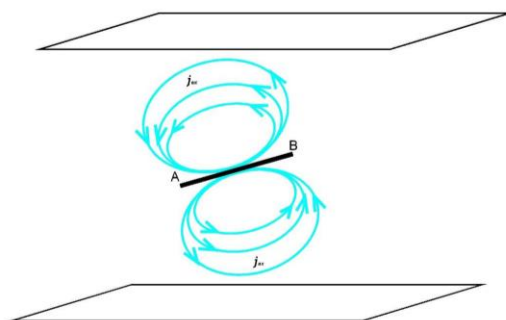


Рис. 2. Распространение вихревого тока после импульса электрической линии, помещённой в водный слой.

При диффузии вихревого тока в ДФ среде, в ней начинаются аналогичные процессы разделения зарядов [18, 19], как и во время течения гальванического тока. По мере затухания вихревого тока ДФ среда начинает возвращаться в равновесное состояние - возникают токи ВП, вызванные вихревым током. Токи индукционно вызванной поляризации создают ЭМ сигнал, регистрируемый измерителями совместно с сигналом гальванически вызванной поляризации и ЭМ индукции.

В основе исследования лежат результаты решения прямой задачи горизонтальной электрической компоненты неустановившегося ЭМ поля для одномерной проводящей поляризующейся Земли. ВП среды учитывается частотно зависимым удельным электрическим сопротивлением (УЭС) по формуле Коула-Коула (1):

$$\rho(\omega) = \rho_0 \left(1 - \frac{\eta(i\omega\tau)^c}{1 + (i\omega\tau)^c} \right), \quad (1)$$

где ρ_0 – УЭС на постоянном токе (Ом·м); η – коэффициент поляризуемости (доли ед.); τ – постоянная времени (с); c – показатель степени; ω – круговая частота (сек⁻¹).

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ, ПОМЕЩЁННЫХ В ВОДНЫЙ СЛОЙ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

Использовался метод линейной фильтрации решения задачи ЭМ становления [7]. Первоначально получают частотную характеристику сигнала в широком диапазоне частот, затем путём преобразования Фурье получают решение во временной области.

3. МОДЕЛИ СРЕДЫ И ЭМ УСТАНОВКА ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Для численного эксперимента была выбрана простая среда - двухслойное полупространство. Водный слой хорошо проводящий, с УЭС 0.25 Ом·м, неполяризующийся. Проводящие геологические образования с УЭС 1.5 Ом·м, что свойственно для морских геоэлектрических моделей, поляризуемость Земли была задана 0 или 15%. Мощность воды составляла 100, 500 и 1000 м (табл. 1 и 2).

Временной диапазон изучения сигнала ограничивался от 100 мкс до 16 с.

Таблица 1

Модель неполяризующейся среды

Слой	ρ , Ом·м	η , %	h, м
1	0.25	0	100, 500, 1000
2	1.5	0	∞

Таблица 2

Модель поляризующейся среды

Слой	ρ , Ом·м	η , %	τ , с	c, б.р.	h, м
1	0.25	0			100, 500, 1000
2	1.5	15	5	0.5	∞

Установка эксперимента представляет из себя источник – заземлённую электрическую линию и ряд измерителей – осевых трёх электродных заземлённых линий, удаляющихся от источника. Схема установки: А 1000 В 150 М₁ 150 М₂ 150 М₃ 150 М₄ 150 М₅ 150 М₆ 150 М₇ 150 М₈ 150 М₉. Эта установка находится на поверхности воды ($z=0$) и погружается на глубины 250 и 500 м (рис. 3).

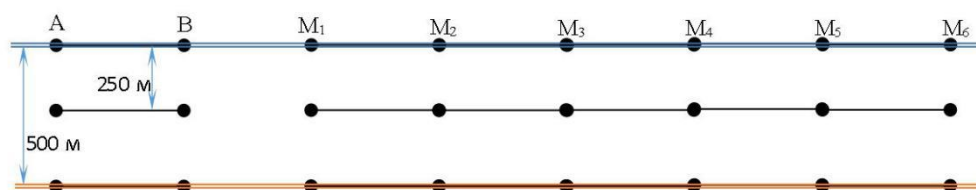


Рис. 3. Соосная установка численного эксперимента: каждый последующий 3-х электродный измеритель удаляется от источника на 150 м.

Проводится расчёт сигнала переходного процесса на каждой двух электродной измерительной линии (M_1M_2 , M_2M_3 , M_3M_4 , M_4M_5 , M_5M_6 и т.д.) и сигнал переходного процесса, конечная разность сигнала переходного процесса и трансформанта $P1$ на каждой трёх электродной измерительной линии ($M_1M_3M_5$, $M_2M_4M_6$, $M_3M_5M_7$, $M_4M_6M_8$, $M_5M_7M_9$) (рис. 4).

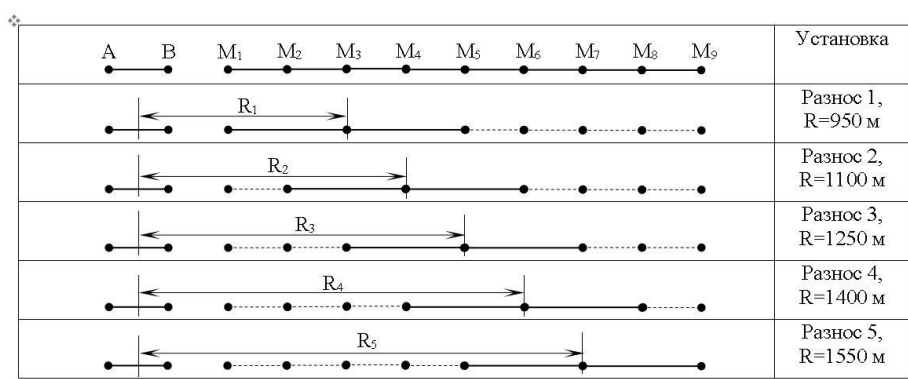


Рис. 4. Разносы трёх электродных измерительных линий для которых проводились расчёты.

4. ФОРМИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАНТЫ ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ ИНДУКЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИГНАЛА ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА

Весьма эффективен способ подавления индукции, реализованный в технологии дифференциально-нормированных измерений [20]. Приёмная линия представляет из себя трёх электродный заземлённый приёмник ($M_1M_2M_3$) (рис. 5), позволяющий одновременно регистрировать сигнал переходного процесса (ΔU) и конечную разность сигналов переходного процесса ($\Delta^2 U$) (2) и (3).

$$\Delta U_{M_1M_3} = \Delta U_{M_1M_2} + \Delta U_{M_2M_3} \quad (2)$$

$$\Delta^2 U_{M_1M_2M_3} = \Delta U_{M_1M_2} - \Delta U_{M_2M_3} \quad (3)$$



Рис. 5. Схема установки ДНМЭ.

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ, ПОМЕЩЁННЫХ В ВОДНЫЙ СЛОЙ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

Для источника электрическая линия изменение в пространстве и времени индукционной (вихревой) и поляризационной составляющей, вызванной гальваническим током, будет существенно различаться [8, 9]. Пространственная неоднородность сигнала, создаваемого диффузией вихревого тока, с течением переходного процесса уменьшается и стремится к нулю. Пространственная неоднородность гальванического тока во время импульса постоянного тока сохраняется всё время, после его выключения, повторяя структуру гальванического тока, начинает течь ток ВП, индуцируя электромагнитный сигнал, регистрируемый приёмником. Пространственная неоднородность этого тока (и ЭМ отклика, созданного им) сохраняется на протяжении всего переходного процесса.

Расчёт отношения второй конечной разности потенциалов к первой формирует трансформанту, названную PI [8, 9].

$$PI_{M_1 M_2 M_3} = \frac{\Delta^2 U_{M_1 M_2 M_3}}{\Delta U_{M_1 M_3}} = \frac{\Delta U_{M_1 M_2} - \Delta U_{M_2 M_3}}{\Delta U_{M_1 M_2} + \Delta U_{M_2 M_3}} \quad (4)$$

Трансформанта PI представляет логарифм пространственной неоднородности напряжённости электромагнитного поля, т.е. изменяющаяся на несколько порядков величина может быть показана в линейном масштабе, что удобно для визуализации и восприятия.

$$PI = \frac{d_r E}{E} = d_r \ln E$$

$PI(t)$ подавляет сигнал становления поля в поздней стадии и подчёркивает сигнал, связанный с поляризуемостью среды [20].

5. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Результаты расчётов покажем на билигарифмических графиках с учётом знака. Такое представление данных позволяет разделить положительные и отрицательные значения и сохранить логарифмический масштаб [21, 22]. Для каждой трёх электродной линии покажем сигнал переходного процесса и конечную разность сигнала переходного процесса.

Для модели с глубиной моря 500 м и плавучей установки (т.е. когда установка отделена от поляризующейся среды толщей неполяризующейся среды мощностью 500 м) на всех измерителях, удаляющихся от источника, на поздних временах наблюдается смена знака конечной разности, знак сигнала переходного процесса остаётся неизменным на протяжении всего переходного процесса (рис. 6). Такая ситуация вызвана большими значениями сигнала переходного процесса на дальней части трёх электродного измерителя, чем на ближней. При этом знак сигнала переходного процесса остаётся таким же, как и знак первичного импульса.

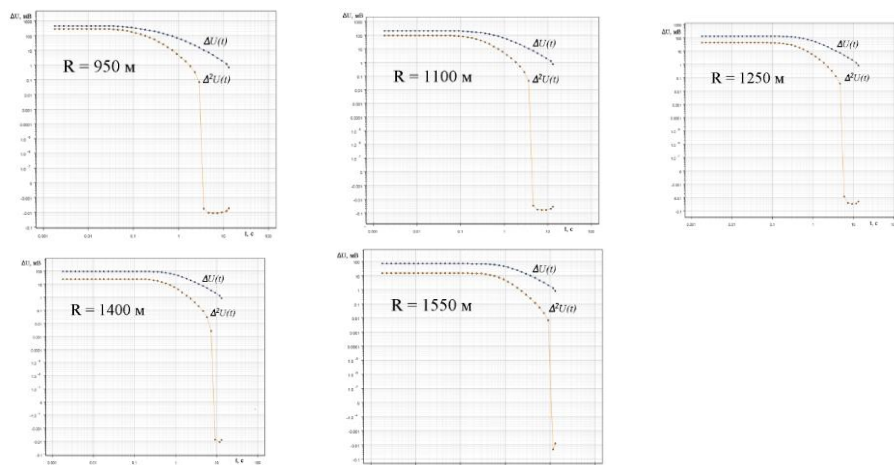


Рис. 6. Сигнал $\Delta U(t)$ и $\Delta^2 U(t)$ на, удаляющихся от источника, 3-х электродных измерителях в билогарифмическом масштабе с учётом знака при глубине моря 500 м для плавучей линии. Поляризуемость Земли – 15%.

Можно заметить смещение момента смены знака сигнала $\Delta^2 U$ при удалении от источника.

При погружении установки происходит изменение характера проявления поляризационного сигнала. Время смены знака сигнала $\Delta^2 U$ смещается на более поздние значения (рис. 7).

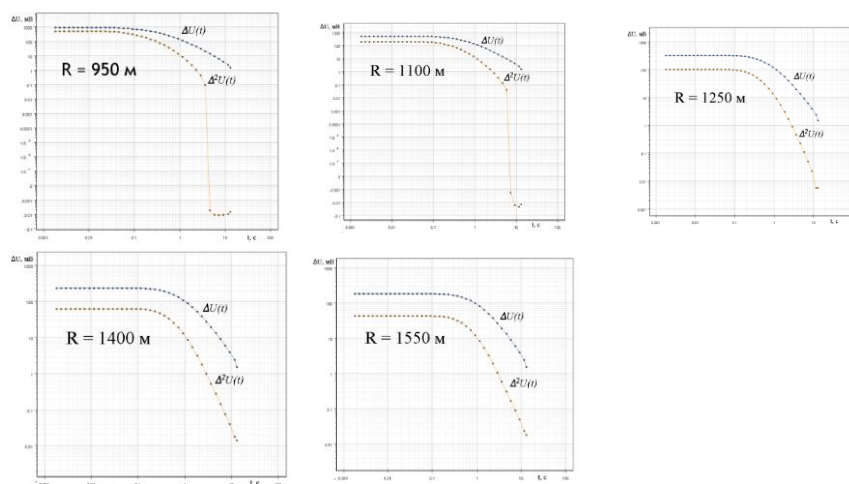


Рис. 7. Сигнал $\Delta U(t)$ и $\Delta^2 U(t)$ на, удаляющихся от источника, 3-х электродных измерителях в билогарифмическом масштабе с учётом знака при глубине моря 500 м для установки, погружённой на 250 м. Поляризуемость Земли – 15%.

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ, ПОМЕЩЁННЫХ В ВОДНЫЙ СЛОЙ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

Для установки расположенной на дне моря сигнал не меняет знак во время переходного процесса (рис. 8), он схож с измерениями на суше, когда ВП, главным образом, связано с гальваническим током [14].

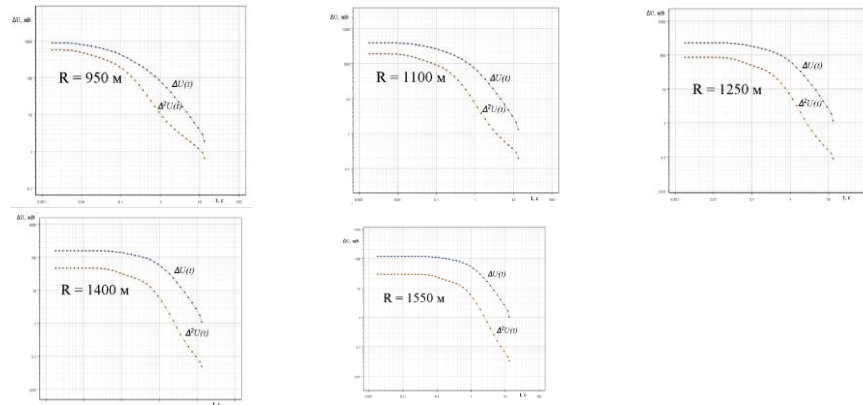


Рис. 8. Сигнал $\Delta U(t)$ и $\Delta^2 U(t)$ на, удаляющихся от источника, 3-х электродных измерителях в билогарифмическом масштабе с учётом знака при глубине моря 500 м для установки лежащей на дне моря. Поляризуемость Земли – 15%.

Для модели с мощностью воды 1000 м сохраняется тенденция изменения сигнала на измерительных линиях при их погружении и удалении от источника.

Для модели с глубиной водного слоя 100 м изменения знака сигнала $\Delta^2 U$ не отмечено при всех положениях измерительной линии.

Трансформанта PI , являющаяся отношением $\Delta^2 U$ к ΔU , в осевой области источника за время переходного процесса определяется преимущественным влиянием одного из эффектов: становления поля, гальванически и индукционно вызванной поляризации. При преобладании становления поля на ранних временах (в условиях волновой зоны распространения первичного поля) на трансформанте наблюдается асимптота, определяемая геометрией установки, затем нисходящая ветвь, связанная с уменьшением пространственной неоднородности поля становления.

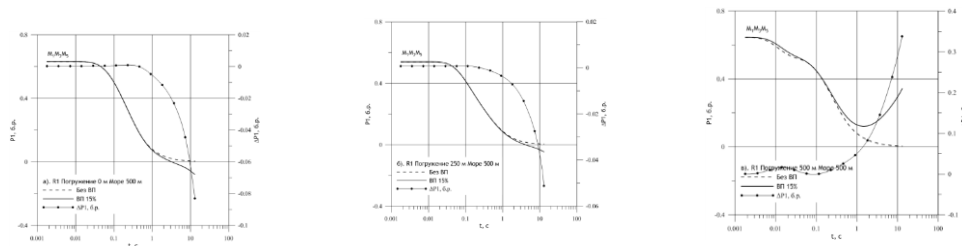


Рис. 9. Трансформанта $PI(t)$ от неполяризующейся и поляризующейся (η геологической среды – 15%) моделей и расхождение этих сигналов на измерителе $M_1M_3M_5$ при погружении установки на 0, 250 и 500 м. Глубина моря 500 м.

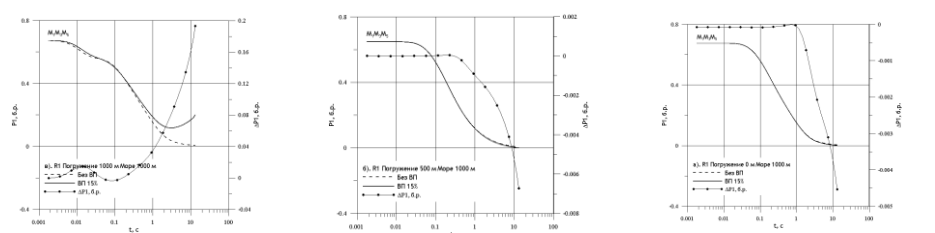


Рис. 10. Трансформанта $PI(t)$ от неполяризующейся и поляризующейся (η геологической среды – 15%) моделей и расхождение этих сигналов на измерителе $M_1M_3M_5$ при погружении установки на 0, 500 и 1000 м. Глубина моря 1000 м.

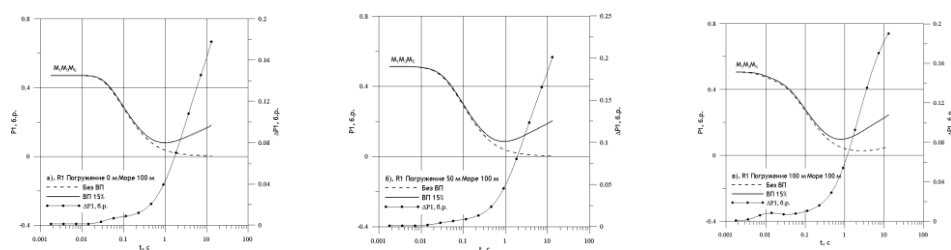


Рис. 11. Трансформанта $PI(t)$ от неполяризующейся и поляризующейся (η геологической среды – 15%) моделей и расхождение этих сигналов на измерителе $M_1M_3M_5$ при погружении установки на 0, 50 и 100 м. Глубина моря 100 м.

По мере стремления пространственной неоднородности поля, связанной со становлением поля, трансформанта приобретает характер, определяемый гальванически вызванной поляризацией – это восходящая правая ветвь (рис. 9в, рис. 10в, рис. 11) и правая асимптота, которая так же определяется геометрией установки.

В случае преимущественного влияния индукционно вызванной поляризации, вслед за нисходящей левой ветвью следует смена знака трансформанты (рис. 9а и

рис. 9б), связанная со сменой знака второй конечной разности потенциалов. Смена знака сигнала разности потенциалов, связанная с проявлением ВПИ, происходит на более поздних временах, чем у $\Delta^2 U$. Если измерения длятся до этого момента, на трансформанте возникают экстремумы и скачкообразный переход из области отрицательных значений PI в положительные и правая асимптота, определяемая геометрией установки.

Нужно подчеркнуть, что трансформанта определяется именно соотношением $\Delta^2 U$ и ΔU , поэтому её знак зависит от знаков двух величин и будет иметь отрицательные значения, если только одна из них будет отрицательной, если же обе величины будут отрицательными трансформанта вновь приобретёт положительные значения. Переход через ноль ΔU , находящейся в знаменателе, на трансформанте PI будет сопровождаться экстремумом, связанным с делением на стремящиеся к нулю величины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сигнал на измерительных линиях претерпевает значительные изменения при удалении от источника и при изменении толщины отделяющей установку от поляризуемой среды, последнее происходит либо при погружении установки, либо при увеличении глубины акватории.

В трансформанте ЭМ поля $P1$ по-разному проявляются сигналы ЭМ индукции, гальванически вызванной поляризации и индукционно вызванной поляризации.

Сигнал вызванной поляризации проявляется на временах измерений до 16 с при глубине моря 100, 500 и 1000 м. При расположении установки в верхней части водного слоя при мощности воды 500 и 1000 м, т.е. при значительной толщине неполяризуемой толщи, сигнал ВП, опираясь на вид трансформанты PI , проявляется как индукционно вызванная поляризация - связанная с вихревыми токами. При глубине моря 100 м и придонном положении установки ВП проявляется как гальванически вызванная поляризация, т.е. связанная с гальваническим током. Однако разные способы возбуждения процессов ВП в геологической среде позволяют изучать одни и те же геоэлектрические (поляризационные) характеристики.

С ростом расстояния между источником и измерителем увеличивается временной диапазон (до более поздних времён) преимущественного проявления становления поля.

Для выполнения практических измерений необходимо привлекать априорную информацию о глубинах водного слоя и проводить математическое моделирование для оценки возможности изучения поляризационных характеристик геологической среды, перекрытой толщей воды.

Список литературы

1. Морские геофизические исследования / Под. ред. Я.П. Маловицкий, А.А. Гавельганц, Л.И. Коган и др. М.: Недра, 1977. 375 с.

2. Назаренко О.В. Методика непрерывных морских электрических зондирований // Геология нефти и газа. 1957. №8. С. 40–45.
3. Ваньян Л.Л. О теоретических кривых морского электрического зондирования донной установкой // Прикладная геофизика. 1956. Вып. 15. С. 83–90.
4. Терёхин Е.И. Теоретические основы электрического зондирования с установкой погружённой в воду // Прикладная геофизика. 1958. Вып. 18. С.78–102.
5. Чейв А.Д. Морское электромагнитное зондирование с контролируемым источником поля: эволюция в технологии // Нефтегазовое обозрение. 2009. №2. С. 1.
6. Вишняков А.Э., Лисицын Е.Д., Яневич М.Ю. Влияние временных параметров вызванной поляризации залежей углеводородов на переходные процессы электромагнитного поля // Техника и методика геофизических исследований Мирового океана: сб. науч. трудов. М.:1988, С. 124-132.
7. Петров А.А. Возможности метода становления электрического поля при поисках углеводородов в шельфовых зонах // Геофизика. 2000. №5. С. 21-26.
8. Легейдо П.Ю., Мандельбаум М.М., Рыхлинский Н.И. Дифференциально-нормированный метод электроразведки при прямых поисках залежей углеводородов // Геофизика. 1995. № 4. С. 42–45.
9. Легейдо П.Ю., Мандельбаум М.М., Рыхлинский Н.И. Информативность дифференциальных методов электроразведки при изучении поляризующихся сред // Геофизика. 1997. №3. С. 49–56.
10. Легейдо П.Ю. Теория и технология дифференциально-нормированной геоэлектроразведки для изучения поляризующихся разрезов в нефтегазовой геофизике. Дис. на соиск. уч. ст. д. г.-м. н. Иркутск: ИрГТУ, 1998. 198 с.
11. Богданов А.Г. и др. Опыт применения и геологические результаты работ дифференциальным нормированным методом электроразведки на российской акватории Каспийского моря // Геофизика. 2004. №5. С.38–41.
12. Колесов В.В. и др. Разведка и обустройство месторождений в прибрежной зоне Обской губы // Газовая промышленность. 2008. №12. С.66–68.
13. Ситников А.А. и др. Аппаратура, устройства и системы наблюдений для решения нефтегазопроисловых и инженерно-геологических задач дифференциально-нормированным методом электроразведки (ДНМЭ) на акваториях // Приборы и системы разведочной геофизики. 2017. №2. С. 34–41.
14. Агеенков Е.В., Ситников А.А., Пестерев И.Ю. Проявление разных типов вызванной поляризации в электромагнитных измерениях заземлённой линией // Геофизика. 2018. №2. С. 37–43.
15. Основы морской электроразведки / Под ред. Н.И. Калашников, Ф.Л. Дудкин, Ю.Б. Николаенко. К.: Наука думка, 1980. С. 125-126.
16. Шейнманн М.С. Современные физические основы теории электроразведки. М. : Недра, 1969. 224 с.
17. Каменецкий Ф.М., Тригубович Г.М., Чернышёв А.В. Три лекции о вызванной поляризации геологической среды. Мюнхен: Вела Ферлаг, 2014. 58 с.
18. Кожевников Н.О. Быстропротекающая индукционно-вызванная поляризация в мёрзлых породах // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 4. С. 527–540.
19. Халлбауэр-Задорожная В.Ю. Процессы, происходящие в горных породах при наложении электрического тока и разности потенциалов: вызванная поляризация // Вопросы естествознания. 2016. 3(11). С. 76–79.
20. Электроразведка: пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей / Под. ред. В.К. Хмелевского, И.Н. Модина, А.Г. Яковлева. М.: 2005. 311 с.
21. Захаркин А.К., Тарло Н.Н. Физическое моделирование метода ЗСБ // Поиск полезных ископаемых в Сибири методом зондирования становлением поля. Новосибирск, СНИИГТиМС, 1988. С.30-44.
22. Захаркин А.К., Тарло Н.Н. К методике оценки возможностей аппаратуры и средств обработки данных импульсной электроразведки в выделении «тонкой структуры» переходного процесса // Неклассическая геоэлектрика: матер. междунар. конф., НВНИИГТ. Саратов, 1995. С. 61-62.
23. Edwards R.N. et al. First results of the MOSES experiment: Sea sediment conductivity and thickness determination, Bute Inlet, British Columbia, by magnetometric offshore electrical sounding \ Geophysics. vol. 50. no. 1. 1985. pp. 153-161.

24. Bannister P.R. Determination of the electrical conductivity of the sea bed in shallow waters // Geophysics. 1968. Vol. 33. no. 6.
25. Young, P., Cox C. Electromagnetic active source sounding near the East Pacific Rise // Geophysical Research Letters. 1981. no 8. pp.1043–1046.
26. Sainson S. Electromagnetic Seabed Logging. Springer International Publishing, Switzerland 2017. p. 549. ISBN 978-3-319-45353-8 ISBN 978-3-319-45355-2 (eBook) DOI 0.1007/978-3-319-45355-2.
27. Veeken P. et al. Geoelectric modelling with separation between electromagnetic and induced polarization field components // First break. 2009. Vol. 27. December. pp.53–64.
28. Veeken P. et al. Benefits of the induced polarization geoelectric method to hydrocarbon exploration // Geophysics. 2009. no 74. pp.47–59.
29. Barsukov P., Fainberg E., Singer B. A method for hydrocarbon reservoir mapping and apparatus for use when performing the method. International patent WO 2007/053025. 2007.

TRANSIENT PROCESS ON ELECTRICAL LINES INTO WATER LAYER UNDER CONDUCTIVE POLARIZABLE EARTH

Ageenkov E.V.¹, Sitnikov A.A.², Pesterev I.Yu.², Popkov A.V.², Vodneva E.N.¹

¹*National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia;*

²*Siberian Geophysical Research Production Company Ltd, Irkutsk, Russia*

E-mail: aev@dnme.ru

The scientific goal of the publication is to investigate the transient process of the electric field into the water overlapping the conducting polarizable Earth, for the axial region of the source an electric line for a setup of successive measuring lines. Use for this purpose a number of one-dimensional models in which the induced polarization (IP) occurs in geological formations and is not created in the water layer. Show the difference in EM signal manifestation associated with polarization caused by galvanic (IPG) and eddy current (IPI) in measurements of the signal of the transient process on 3-electrode measuring lines at different depth of immersion of the installation (source and receivers) in the water layer.

The study is based on the results of solving a direct problem of TEM with electric lines, in which the IP is taken into account by introducing the frequency-dependent resistivity by the Cole-Cole formula. And the construction of the dependence of the signal of the transient process ($\Delta U(t)$), the second finite difference of the transient signal ($\Delta^2 U(t)$) and the EM field transformation ($P1(t)$).

A model of a conducting polarizable medium for aquatic measurements is described.

Keywords: induction-induced polarization (IPI), galvanically induced polarization, IPG, grounded electrical line, aquatic EM measurements, transient process, induction induced polarization, IPI, three electrode measuring lines, aquatic differential-normalized electrical prospecting method, ADNME.

References

1. Morskije geofizicheskie issledovaniya (Marine Geophysical Research). By ed. Ya.P. Malovitskii, A.A. Gagelganc, L.I. Kogan et al. Moscow: Nedra, 1977, 375 p. (In Russian).
2. Nazarenko O.V. Metodika neprerivnykh morskikh elektricheskikh zondirovaniy (The method of continuous marine electrical sounding). Geology of oil and gas, 1957, no 8, pp. 40–45 (In Russian).

3. Vaniyan L.L. O teoreticheskikh krivikh morskogo elektricheskogo zondirovaniya donnoy ustanovkoy (Aboute theoretical curves of marine electrical sounding by bottom seting). *Applied Geophysics*, 1956, Issue 15, pp. 83–90 (In Russian).
4. Terekhin E.I. Teoreticheskie osnovbi elektricheskogo zondirovaniya s ustanovkoy pogruzhonnoy v vodu (Theoretical basis of electrical sounding with a submersible setup), 1958, Issue 18, pp. 78–102 (In Russian).
5. Cheiv A.D. Morskoe elektromagnitnoe zondirovanie s kontrolliruemim istochnikom polya: evoluciya v tekhnologii (Marine electromagnetic sounding with a controlled field source: evolution in technology). *Oil and Gas Review*, 2009, no 2, pp. 1 (In Russian).
6. Vishnyakov A.E., Lisizin E.D., Yanevich M.Yu. Vliyanie vremennikh parametrov vizvanoy polarizatsii zalezhey uglevodorodov na perekhodnie processy elektromagnitnogo polya (The influence of IP time parameters of hydrocarbon deposits on the transient processes of the electromagnetic field). *Technique and methodology of geophysical research of the World Ocean. Sbornik nauchnikh trudov*, 1988, pp. 124–132 (In Russian).
7. Petrov A.A. Vozmozhnosti metoda stanovleniya elektricheskogo polya pry poiskakh uglevodorodov v shelfovykh zonakh (The possibilities of the TEM in the search for hydrocarbons in the shelf zones)/ *Geophysics*, 2000, no 5, pp. 21–26 (In Russian).
8. Legeydo P.Yu., Mandelbaum M.M., Pikhlinitskiy N.I. Differentsialno-normirovanniy metod elektrorazvedki pry pryamikh poiskakh zalezhey uglevodorodov (Differensial-normalayzed method of electroprospecting for HC research). *Geophysics*, 1995, no 4, pp. 42–45 (In Russian).
9. Legeydo P.Yu., Mandelbaum M.M., Pikhlinitskiy N.I. Informativnost differentsialnykh metodov elektrorazvedki pry izuchenii polarizuyushikhsya sred (Informativity of differential methods of electroprospecting for polarizable medium research). *Geophysics*, 1997, no 3, pp. 49–56 (In Russian).
10. Legeydo P.Yu. Teoriya i tekhnologiya differentsialno-normirovannoy geoelektriki dlya izucheniya polarizuyushikhsya razrezov v neftegazovoy geofizike (Theory and thecnology differensial-normalayzed geoelectricalprospecting for polarizable ground in oil&gas geophysics research). PhD Thesis. Irkutsk: IrGTU, 1998, 198 p.
11. Bogdanov A.G. et al. Opit primeneniya i geologicheskie rezultaty rabot differentsialno-normirovannim metodom elektrorazvedki na rossiiskoy akvatorii Kaspiiskogo morya (Experience of application and geological results of works by differential normalized method of electrical prospecting in the Russian water area of the Caspian Sea). *Geophysics*, 2004, no 5, pp. 38–41 (In Russian).
12. Kolesov V.V. et al. Razvedka i obustroystvo mestorozhdenii v pribrezhnoy zone Obskoy Gubi (Exploration and development of deposits in the coastal zone of the Ob Bay). *Gas industry*, 2008, no 12, pp. 66–68 (In Russian).
13. Sitnikov A.A. et al. Apparatura, ustroystva i sistemy mabludenii dlya resheniya neftegazoposkovikh i inzhenerno-geologicheskikh zadach differentsialno-normirovannim metodom elektrorazvedki (DNME) na akvatoriakh (Apparatus, devices and observing systems for solving oil and gas exploration and engineering-geological problems by differential-normalized method of electrical prospecting (DNME) in water areas). *Instruments and systems of exploration geophysics*, 2017, no2, pp. 42–49 (In Russian).
14. Ageenkov E.V., Sitnikov A.A., Pesterev I.Yu. Proyavlenie raznykh tipov vizvanoy polarizatsii v elektromagnitnykh izmereniyakh zazemlennoy liniy (Display of induce polarization different types in electromagnetic measurements by the line). *Geophysics*, 2018, no 2, pp. 37–43 (In Russian).
15. Osnovi morskoy elektrorazvedki (Basics of Marine Electrical Exploration). By ed. N.I. Kalashnikov, F.L. Dudkin, Yu.B. Nikolaenko. Kiev: Nauka dumka, 1980, 208 p (In Russian).
16. Sheinmann M.S. Sovremennii fizicheskie osnovi teorii elektrorazvedki (Modern physical foundations of the theory of electrical exploration). Moscow: Nedra, 1969, 224 p. (In Russian).
17. Kamenetsky F.M., Trigubovich G.M., Chernyshev A.V. Tri lekcii o vizvanoy polarizatsii geologicheskoy sredy (Three lectures about IP of the geological environment). Munich: Vela Verlag, 2014, 58 p. (In Russian).
18. Kozhevnikov N.O. Bistroyteyushyey induktsionno-vizvanoy polyaryatsiya v merzlykh porodakh (Fast-decaying inductive IP in frozen ground). *Geologi and Geophysics*, 2012, Vol. 53, no 4, pp. 527–540 (In Russian).
19. Hallbauer-Zadorozhnaya V.Yu. Processy proiskhodyashie v gornikh porodakh pri nalozhenii elektricheskogo toka I raznosty potencialov: vizvannaya polarizatsiya (The processes taking place in

ПЕРЕХОДНЫЙ ПРОЦЕСС НА ЗАЗЕМЛЁННЫХ ЛИНИЯХ, ПОМЕЩЁННЫХ В ВОДНЫЙ СЛОЙ НАД ПОЛЯРИЗУЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛЁЙ

- rocks when in electric current and potential difference: induce polarization). Questions of natural science, 2016, 3(11), pp. 76–79 (In Russian).
20. Electrorazvedka: posobie po electrorazvedochnoy praktike dlya studentov geofizicheskikh specialnostey (Electrical Exploration: A Guide to Electrical Exploration Practice for Students of Geophysical Specialties). By ed. V.K. Khmelevskogo, I.N. Modina, A.G. Yakovleva. Moscow, 2005, 311 p. (In Russian).
 21. Zakharkin A.K., TarloN.N. Fizicheskoe modelirovanie metoda ZSB (Physical modeling of the method TEM). Research for minerals in Siberia by the method TEM. Novosibirsk, SNIIGGIMS, 1988, pp.30-44 (In Russian).
 22. Zakharkin A.K., Tarlo N.N. K metodike ocenki vozmozhnostey apparatury i sredstv obrabotki dannikh impulsnoy electrorazvedki v videlenii "tonkoy struktury" perekhodnogo processa (To the methodology for evaluating the capabilities of apparatus and means for processing pulsed electrical prospecting data in isolating the "fine structure" of the transient process). Non-classical geoelectric: Materials of the International Conference., NVNIIGG. Saratov, 1995, pp. 61-62 (In Russian).
 23. Edwards R.N. et al. First results of the MOSES experiment: Sea sediment conductivity and thickness determination, Bute Inlet, British Columbia, by magnetometric offshore electrical sounding. Geophysics, vol. 50, no. 1, 1985, pp. 153-161.
 24. Bannister P.R. Determination of the electrical conductivity of the sea bed in shallow waters. Geophysics, vol. 33, no. 6, 1968.
 25. Young, P., Cox C. Electromagnetic active source sounding near the East Pacific Rise. Geophysical Research Letters, 1981, 8, pp.1043–1046.
 26. Sainson S. Electromagnetic Seabed Logging. Springer International Publishing, Switzerland 2017. p. 549. ISBN 978-3-319-45353-8 ISBN 978-3-319-45355-2 (eBook) DOI 0.1007/978-3-319-45355-2.
 27. Veeken P. et al. Geoelectric modelling with separation between electromagnetic and induced polarization field components. First break, 2009, Vol. 27, December, pp.53–64.
 28. Veeken P. et al. Benefits of the induced polarization geoelectric method to hydrocarbon exploration. Geophysics, 2009, Vol. 74, pp.47–59.
 29. Barsukov P., Fainberg E., Singer B. A method for hydrocarbon reservoir mapping and apparatus for use when performing the method. International patent WO 2007/053025. 2007.

Поступила в редакцию 23.08.2019

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Агаркова-Лях Ирина Владимировна	кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории экологических проблем природопользования, ФГБНУ Институт природно-технических систем, г. Севастополь, Российская Федерация
Агеенков Валерий Евгеньевич	кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры прикладной геологии, геофизики и геоинформационных систем, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация
Алексашкин Игорь Владимирович	кандидат химических наук доцент кафедры геоэкологии факультета географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Амеличев Геннадий Николаевич	кандидат географических наук доцент кафедры земледения и геоморфологии факультета географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Амеличев Евгений Геннадиевич	ведущий специалист, УМНЦ «Институт спелеологии и карстологии», Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Байраков Идрис Абдурашидович	кандидат биологических наук, доцент заведующий кафедрой «Физическая география и ландшафтоведение», Чеченский государственный университет, Чеченская Республика, г. Грозный, Российская Федерация
Бармин Александр Николаевич	доктор географических наук, профессор, декан геолого-географического факультета; профессор кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская Федерация.
Блага Николай Николаевич	кандидат географических наук, доцент кафедры земледения и геоморфологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Быстрова Инна Владимировна	кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедра промышленной геологии, гидрогеологии и геохимии горючих ископаемых, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская Федерация
Валов Михаил Викторович	ассистент кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская Федерация.
Вахрушев Борис Александрович	доктор географических наук, профессор, декан факультета географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Величко С. В.	общественная организация Новокузнецкий городской клуб спелеологов «Плутон», г. Новокузнецк, Российская Федерация
Воднева Елена Николаевна	ведущий инженер, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация
Делева Александра Александровна	аспирант, Дальневосточный федеральный университет, Тихоокеанский международный ландшафтный центр, Приморский край, г. Владивосток, РФ.
Дубас В.В.	обучающийся направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Ерёмин Игорь Юрьевич	ведущий инженер, младший научный сотрудник отдела аквакультуры и морской фармакологии, ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация
Ерошкина Олеся Сергеевна	аспирант кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская Федерация.
Жук Владимир Олегович	аспирант кафедры физической географии, океанологии и ландшафтоведения, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация

Заславский Григорий Александрович	старший преподаватель кафедры туризма, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Ковалёв Роман Александрович	аспирант кафедры географии, геолого-географического факультета НИ ТГУ, г. Томск, Российская Федерация
Ковригина Неля Петровна	кандидат географических наук, старший научный сотрудник, отдел аквакультуры и морской фармакологии, ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация
Колотухин Александр Юрьевич	ассистент кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская Федерация.
Кузин Вадим Юрьевич	кандидат географических наук, Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, г. Якутск, Российская Федерация
Курочкин Леонид Егорович	доцент кафедры судовождения и безопасности судов, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация
Ладыгина Людмила Викторовна	Старший научный сотрудник, отдел аквакультуры и морской фармакологии, ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация
Лапченко Владимир Александрович	Научный сотрудник отдела изучения биоразнообразия и экологического мониторинга ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН», пгт. Курортное, Республика Крым, Российская Федерация
Ларин А.В.	кафедра экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская Федерация.
Лях Антон Михайлович	Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела биофизической экологии ФГБУН Институт морских исследований имени А. О. Ковалевского РАН
Михайлов Владислав Анатольевич	кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии, океанологии и ландшафтоведения, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Миронова Наталия Всеволодовна	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация
Мостовская А.Б.	обучающийся направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Наumenко Вера Григорьевна	директор, УМНЦ «Институт спелеологии и карстологии», Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Никифорова Мария Павловна	кандидат географических наук, доцент, Севастопольский экономико-гуманитарный институт (филиал) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Севастополь, Российская Федерация
Оборин Матвей Сергеевич	доктор экономических наук, кандидат географических наук, профессор, Пермский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет им. ак. Д.Н. Прянишникова»; ФГБОУ ВО «Сочинский государственный университет»
Панкеева Татьяна Викторовна	кандидат географических наук, научный сотрудник, ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация
Пархоменко Анастасия Владимировна	научный сотрудник, ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация
Пестерев И.Ю.	ведущий геофизик, ООО «Сибирская геофизическая научно-производственная компания», г. Иркутск, Российская Федерация
Пигарёва А.Е.	аспирант, Тюменский государственный университет, Институт наук о Земле, г. Тюмень, Российская Федерация
Подпорин Сергей Анатольевич	Заведующий кафедрой судовождения и безопасности судов ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, Российская Федерация

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Попков А.В.	начальник отдела геофизических исследований, ООО «Сибирская геофизическая научно-производственная компания», г. Иркутск, Российская Федерация
Пробст Е.Н.	кафедра экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская Федерация
Самохин Геннадий Викторович	старший преподаватель кафедры земледения и геоморфологии факультета географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Ситников А.А.	генеральный директор, ООО «Сибирская геофизическая научно-производственная компания», г. Иркутск, Российская Федерация
Смирнова Татьяна Сергеевна	кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедра промысловой геологии, гидрогеологии и геохимии горючих ископаемых, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань, Российская Федерация
Ставцева Н.А.	кафедра земледения и геоморфологии факультета географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Старожилов Валерий Титович	доктор географических наук, профессор кафедры географии и устойчивого развития геосистем, академик РАН, Тихоокеанский международный ландшафтный центр, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Российская Федерация.
Субботин А.А.	кандидат географических наук, старший научный сотрудник отдела аквакультуры и морской фармакологии, ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалеского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация
Сухорученко С.К.	ООО «ИНСТИТУТ «КРЫМГИИНТИЗ», г. Симферополь, Российская Федерация
Ткач Ольга Сергеевна	обучающийся направления подготовки 05.04.06 Экология и природопользование, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Токарев Игорь Владимирович	кандидат геолого-минералогических наук, ведущий специалист, НП СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Токарев Сергей Викторович	старший преподаватель кафедры землеведения и геоморфологии факультета географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Трощенко Олег Александрович	кандидат географических наук, старший научный сотрудник отдела аквакультуры и морской фармакологии, ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация
Тюрин Александр Николаевич	кандидат географических наук, доцент, кафедра географии и методики преподавания географических дисциплин Института естествознания и экономики, Оренбургский государственный педагогический университет
Чабан Виктор Валерьевич	кандидат геологических наук, начальник ОПЛРиЭМ, ГУП НПП РК «Крымская ГГРЭС», г. Саки, Российская Федерация
Шабалина Светлана Александровна	кандидат географических наук, доцент кафедры сервиса и туризма, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Российская Федерация
Шабельников Сергей Иванович	кандидат географических наук доцент кафедры геоэкологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Шляпников Д.А.	аспирант, факультет географии, геоэкологии и туризма, Таврическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация
Щуров С.В.	научный сотрудник отдела аквакультуры и морской фармакологии, ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Российская Федерация
Холопцев Александр Вадимович	доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, профессор, Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова», г. Севастополь, Российская Федерация.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

Заславский Г.А.

Современные тенденции в развитии детско-юношеского спортивного туризма в Крыму в системе дополнительного образования 3

Кузин В.Ю.

Периферизация как тренд пространственного развития России 11

Tyurin A.N.

Oil production at specially potected natural areas: The national park «buzulukskiy bor», Orenburg region..... 26

Шабалина С.А.

Туристско-рекреационная типология регионов Приволжского федерального округа..... 33

РАЗДЕЛ 2.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

**Валов М.В., Бармин А.Н., Колотухин А.Ю., Ерошкина О.С., Пробст Е.Н.,
Ларин А.В.**

Особенности радиальной миграции легкорастворимых солей в почвах водно-аккумулятивных равнин Прикаспийской низменности (на примере дельты реки Волги) 43

Делева А.А., Старожилков В.Т.

Структура и пространственная организация ландшафтов северного Сихотэ - Алиня 61

Жук В.О.

Потенциальная гидрометеорологическая опасность Крыма..... 72

Михайлов В.А.

Береговые аккумулятивные формы залива Сиваш..... 80

Панкеева Т.В., Миронова Н.В., Пархоменко А.В.

Донные природные комплексы бухты Круглой (Черное море, г. Севастополь)..... 89

Пигарёва А.Е.

Использование данных дистанционного зондирования для изучения лесных пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва».....101

Старожилов В.Т.

Практическая реализация метода ландшафтных узловых структур освоения регионов.....108

РАЗДЕЛ 3.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Азаркова-Лях И.В., Лях А.М.

Состояние берегов и экзогенные геологические процессы между м. Константиновский и м. Виноградный на юго-западном побережье Крыма.....119

Алексашкин И.В., Дубас В.В., Ткач О.С.

Геохимический анализ почв агропромышленного комплекса Сакского района.....134

Байраков И.А.

Зонирование территории Чеченской республики по степени проявления эрозионных процессов 144

Оборин М.С.

Геоэкологические особенности территорий как фактор развития туристско-рекреационных услуг региона 152

Чабан В.В., Сухорученко С.К.

Оценка современного состояния озера Мойнаки и прилегающей территории.....167

Шабельников С.И., Мостовская А.Б.

Геоэкологические аспекты организации городской среды с использованием расчетного коэффициента соотношения средних суточных сумм радиации, приходящей на склон и на горизонтальную поверхность на примере г. Симферополя.....177

Щуров С.В., Ковригина Н.П., Ладыгина Л.В.

Сезонная изменчивость абиотических факторов среды и фитопланктона в районе мидийной фермы Бухты ласпи (2010–2011 гг.).....184

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 4.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ.

ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Токарев И.В.

Формирование и режим карстовых подземных вод в бассейне
р. Абдалка (Предгорный Крым).....202

**Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Самохин Г.В., Вахрушев Б.А., Науменко В.Г.,
Амеличев Е.Г.**

Реликтовый карст в бассейне р. Зуя.....234

Быстрова И.В., Смирнова Т.С.

Роль палеоструктурных реконструкций в нефтегазовой отрасли.....255

Блага Н.Н., Токарев С.В., Шляпников Д.А.¹, Ставцева Н.А.

Причины образования живописных структурно-денудационных форм на
северном склоне г.Калан-Баир.....272

Ковалёв Р.А., Величко С.В.

Новые данные о глубочайшей карстовой гидросистеме Сибири в пределах юго-
западного сектора горы Патын (Горная Шория).....281

РАЗДЕЛ 5.

ГИДРОЛОГИЯ, ОКЕАНОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

Никифорова М.П., Лапченко В.А.

Анализ метеорологических условий на Карадаге в 2014–2018 гг.....293

Трощенко О.А., Субботин А.А., Еремин И.Ю.

Изменчивость основных лимитирующих факторов среды
в процессе выращивания двустворчатых моллюсков на ферме в
районе Севастополя.....308

Холопцев А.В., Подпорин С.А., Курочкин Л.Е.

Арктические вторжения и метеоусловия в Азово-Черноморском регионе.....322

РАЗДЕЛ 6.

ГЕОТЕКТНИКА И ГЕОДИНАМИКА

Агеев Е.В., Ситников А.А., Пестерев И.Ю., Попков А.В., Воднева Е.Н.

Переходный процесс на заземлённых линиях, помещённых в водный слой над
поляризующейся землёй.....332

СОДЕРЖАНИЕ

Сведения об авторах.....	349
Содержание	355