

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В. И. ВЕРНАДСКОГО»**

ГЕОПОЛИТИКА И ЭКОГЕОДИНАМИКА РЕГИОНОВ

Научный журнал

Том 8 (18) Выпуск 4

2022

**Симферополь
2022**

ISSN 2309-7663

Журнал основан в 2005 году.

*Свидетельство о регистрации в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций:*

ПИ № ФС 77-61822 от 18.05.2015 г.

Учредитель: ФГАОУ ВО

«Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

***Печатается по решению Ученого совета ФГАОУ ВО
«Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
(протокол № от2022 г.)***

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – д. геогр. наук, профессор ПОЗАЧЕНЮК Е. А.

Заместитель главного редактора – д. геогр. наук, профессор ВАХРУШЕВ Б. А.

Ответственный редактор – к. геогр. наук СИКАЧ К. Ю.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

к. полит. наук **БЕДРИЦКИЙ А. В.**; д. геогр. наук, профессор **БОКОВ В. А.**;
д. эконом. наук **БУРКАЛЬЦЕВА Д. А.**; д. геогр. наук **ВОРОНИН И. Н.**;
д. геогр. наук **ГОРБУНОВ Р. В.**; д. экон. наук, доцент **ИБРАГИМОВ Э. Э.**;
д. биол. наук, профессор **ИВАШОВ А. В.**; д. геогр. наук, доцент
ИВЛИЕВА О. В.; д. полит. наук **ИЛЬИН М. В.**; д. биол. наук, профессор
ЛИТВИНСКАЯ С. А.; д. геогр. наук, профессор **ПЛОХИХ Р. В.** (Казахстан);
д. эконом. наук **РОТАНОВ Г. Н.**; д. геогр. наук, профессор **ХОЛОПЦЕВ А. В.**;
д. эконом. наук, профессор **ЦЕХЛА С. Ю.**; д. геогр. наук, профессор
ЯКОВЕНКО И. М.; д. геогр. наук, профессор **ÇALIŞKAN V.** (Турция); PhD of
geogr. and polit. **EDIRİPPULIGE S.** (Австралия); д. геогр. наук, профессор
ГЪАТО Р. (Республика Сербская Босния и Герцеговина); д. геогр. наук,
профессор **ИБРАГИМОВ А. И.** оглы (Турция).

Статьи публикуются в авторской редакции и корректуре.

Мнение автора может не совпадать с позицией редакции.

Редакция не вступает в переписку с читателями.

Подписано в печать2022. Формат 60x84/8

39,41 усл. п. л. Заказ № НП/324. Тираж 25 экз. Бесплатно

Дата выхода в свет2022 г.

Адрес редакции: 295007, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4

Отпечатано в Издательском доме

Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского

Адрес издательства и типографии: 295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7

<http://geopolitika.cfuv.ru>



РАЗДЕЛ I

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОПОЛИТИКИ И ЭКОГЕОДИНАМИКИ

УДК 378.147

Н. Н. Алексеева

Способы формирования универсальной компетенции Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования в части сохранения природной среды и обеспечения устойчивого развития общества

Московский государственный университет имени
М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация
e-mail: nalex01@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются проблемы включения вопросов охраны окружающей среды в Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО). По итогам проведения Госсовета 27 декабря 2016 года «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений» во исполнение поручений Президента России по итогам Госсовета в адрес Минобрнауки напрямую была сформулирована задача «о включении в федеральные государственные образовательные стандарты требований к освоению базовых знаний в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, в том числе с учётом современных приоритетов мирового сообщества...». Во все действующие ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов (ФГОС 3++), принятые в 2018-2020 годах, вошла универсальная компетенции УК-8, включающая в том числе требования по сохранению природной среды и обеспечению устойчивого развития общества. В статье предлагаются разные способы ее формирования в рамках существующих в вузах элементов обучения (модули, дисциплины, практики). Цель работы – рассмотреть способы формирования универсальной компетенции 8 в части экологии и устойчивого развития и сформулировать индикаторы ее достижения на примере опыта МГУ имени М.В. Ломоносова. В МГУ были разработаны Рекомендации для образовательных программ уровней бакалавриата и специалитета, предусматривающие раздел, который может быть интегрирован в состав курса «Современное естествознание» или выступать выделенным учебным двухдневным модулем (объем 18 ч.). Сформулированы индикаторы достижения компетенции и планируемые результаты обучения по данному разделу, сопряженные с компетенцией. Содержание раздела «Основы экологии и устойчивого развития» структурировано по 4 темам, разработан фонд оценочных средств и учебно-методическое и информационное обеспечение раздела.

Ключевые слова: федеральные государственные образовательные стандарты, экология, устойчивое развитие, индикаторы достижения компетенций.

Введение

Экология, лежащая в основе естественнонаучной картины мира и идеологии устойчивого развития, стала сквозной сферой профессиональной деятельности, необходимой для многих секторов экономики. Это обуславливает необходимость изменения отношения к экологии в сфере образования и просвещения. Именно эта тенденция нашла воплощение в Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утверждены Президентом Российской Федерации 30.04.2012 года). Так, в сфере высшего образования указано на необходимость включения вопросов охраны окружающей среды в образовательные стандарты; государственной поддержки деятельности образовательных учреждений, осуществляющих обучение в области охраны окружающей среды; развития подготовки и повышения квалификации в области охраны окружающей среды и экологической безопасности руководителей организаций и специалистов, ответственных за принятие решений при осуществлении деятельности, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду. В «Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года) также говорится о важности развития системы экологического образования и просвещения, активизации фундаментальных и прикладных исследований в области охраны окружающей среды и природопользования.

Необходимость освоения базовых знаний в области охраны окружающей среды и устойчивого развития для всех направлений подготовки для уровней бакалавриата и специалитета была впервые закреплена в Федеральных государственных образовательных стандартах с учетом профессиональных стандартов (ФГОС 3++), с дополнениями 2020 года. Тем самым созданы условия для экологизации всей системы высшего образования нашей страны.

Цель работы – рассмотреть способы формирования универсальной компетенции 8 в части экологии и устойчивого развития и сформулировать индикаторы ее достижения.

Материалы и методы

В качестве материалов использовались нормативные документы в сфере высшего образования, в том числе Приказы Минобрнауки и федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО) с учетом профессиональных стандартов, государственные стратегии и программы в сфере образования и экологического развития Российской Федерации.

Как известно, образовательные организации в рамках вариативной части ФГОС ВО (ФГОС 3+) самостоятельно регулировали содержание основных образовательных программ, в том числе для формирования у обучающихся базовых знаний в области экологии на уровнях бакалавриата и специалитета. Во все ФГОС ВО уровней бакалавриат и специалитет было включено требование обязательного изучения дисциплины по безопасности жизнедеятельности, которая подразумевала, в том числе, требования к освоению базовых знаний в области охраны окружающей среды и устойчивого развития [1].

Однако это не гарантировало достижения значимых результатов освоения экологических компетенций. Анализ имевшихся в открытом доступе программ обязательной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» показал, что экологической составляющей отводилась незначительная часть курса, часто она носила фрагментарный, второстепенный характер, у преподавателей не всегда имелись специальные знания и квалификации в этой сфере. Все это свидетельствовало о недостаточности базовых знаний и навыков у обучающихся для достижения компетенций в области охраны окружающей среды и устойчивого развития [3].

Ситуация изменилась после проведения заседания Госсовета 27 декабря 2016 года «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений». В Поручении в адрес Минобрнауки РФ во исполнение поручений Президента России по итогам Госсовета напрямую была сформулирована задача (часть 1 подпункта «и» пункта 1 перечня поручений Президента) «о включении в федеральные государственные образовательные стандарты требований к освоению базовых знаний в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, в том числе с учётом современных приоритетов мирового сообщества, прежде всего Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, Парижского соглашения, принятого 12 декабря 2015 года, и обязательств Российской Федерации в области противодействия изменению климата и сохранения благоприятной окружающей среды» [2].

В результате во все действующие ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов (ФГОС 3++) включена универсальная компетенция УК-8: «Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов». Компетенция относится к группе универсальных компетенций: «Здоровье сбережение и безопасность жизнедеятельности».

В связи с этим вопрос формирования в полном объеме универсальной компетенции (УК) 8 встал перед всеми вузами. В условиях ограниченности часов на введение новых дисциплин очевидно, что ее реализация возможна несколькими способами в рамках существующих в вузах элементов обучения (модули, дисциплины, практик) в виде:

- 1) раздела дисциплины (модуля) «Безопасность жизнедеятельности»;
- 2) раздела дисциплины (модуля) «Современное естествознание»;
- 3) выделенного модуля, реализуемого в процессе производственной практики.

Поскольку ФГОС 3++ являются рамочными и не устанавливают объемы и планируемые результаты обучения по обязательным дисциплинам (кроме Истории России¹ и Физической культуры) и дисциплинам вариативной части, выбор способа формирования универсальной компетенции УК-8 передается на усмотрение образовательной организации.

¹ В соответствии с Приказом Минобрнауки № 662 от 19 июля 2022 года во все образовательные программы бакалавриата и программы специалитета включен обязательный модуль (дисциплина) «История России» в объеме не менее 4 з.е.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим опыт МГУ имени М.В. Ломоносова, где были подготовлены Рекомендации о способах формирования компетенции в области охраны окружающей среды и устойчивого развития.

В МГУ имени М.В. Ломоносова реализуются самостоятельно устанавливаемые образовательные стандарты (ОС), поэтому к результатам освоения программ и условиям их реализации предъявляются более высокие требования. В связи с этим в самостоятельно устанавливаемых ОС даны собственные формулировки универсальных компетенций выпускников образовательных программ МГУ, удовлетворяющие требованию «не ниже» соответствующей компетенции ФГОС ВО. Таким образом, в образовательных стандартах МГУ универсальная компетенция 8 (УК-8) из ФГОС ВО раскладывается на две компетенции:

- Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций (УК-14);

- Способен использовать базовые знания в области охраны окружающей среды и устойчивого развития, понимать экологические ограничения и последствия в сфере профессиональной деятельности (УК-15).

Компетенция МГУ УК-14 формируется у студентов в рамках освоения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и практик.

Компетенцию УК-15 рекомендуется формировать двумя разными путями:

1. Путем освоения раздела «Основы экологии и устойчивого развития» объемом 0,5 з.е. (18 часов, в том числе 14 ч. контактной работы и 4 ч. самостоятельной работы студентов) в рамках модуля (дисциплины) «Современное естествознание».

2. Путем освоения выделенного учебного двухдневного модуля «Основы экологии и устойчивого развития» объемом 0,5 з.е. (18 ч. в том числе 14 ч. контактной работы и 4 ч. самостоятельной работы студентов), в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий.

Контроль формирования компетенции в обоих случаях осуществляется посредством аттестации в виде контрольной работы (компьютерного теста).

В результате был сформирован единый набор требований к структуре и содержанию «экологического» модуля дисциплины «Современное естествознание» (по охране окружающей среды и устойчивому развитию с учётом современных приоритетов мирового сообщества), являющейся обязательной для освоения в программах бакалавриата и специалитета в МГУ (для естественных и гуманитарных факультетов). Единые индикаторы достижения компетенции представлены в таблице 1.

Содержание раздела «Основы экологии и устойчивого развития» структурировано по 4 темам (с указанием количества академических часов):

- 1) Основные понятия и концепции экологии (4 ч.);
- 2) Важнейшие глобальные экологические проблемы (5 ч.);
- 3) Экологическая политика. Основы устойчивого развития. Международная экологическая повестка и сотрудничество в области охраны окружающей среды (5 ч.);
- 4) Проблемы и достижения России в области охраны окружающей среды и устойчивого развития (4 ч.).

Таблица 1

Индикаторы достижения компетенции и планируемые результаты обучения

Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
Б-УК-15.1 Владеет базовыми знаниями в области экологии и устойчивого развития	Знает основные теоретические положения и понятия экологии и устойчивого развития. Умеет определять вклад основных факторов в формирование (глобальных и региональных) экологических проблем. Владеет навыками анализа экологических проблем в различных их аспектах (географических, социальных, экономических, политических, этических, технологических).
Б-УК-15.2 Владеет подходами для планирования и реализации профессиональной деятельности с учетом экологических ограничений	Знает основные направления экологической политики России, пути реализации Целей устойчивого развития Умеет критически анализировать последствия своей профессиональной деятельности с экологических позиций Владеет навыками принятия экологически обоснованных решений в профессионально деятельности, способствующих обеспечению устойчивого развития и охране окружающей среды

Составлено автором

Освоение этих тем проводится в рамках контактной работы (занятия лекционного и семинарского типов) и самостоятельной работы студентов (изучение учебно-методической литературы по теме лекции, выполнение задания поисково-исследовательского характера). Формами текущего контроля успеваемости могут выступать дискуссии, проверки заданий, контрольная работа или тест. Текущий контроль может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций. Был разработан фонд оценочных средств, включающий в себя примерные вопросы для контрольного тестирования, вопросы для семинарских занятий и примерный перечень тестовых заданий для самопроверки.

Учебно-методическое и информационное обеспечение раздела включает литературу, законы и нормативные акты и интернет-ресурсы. В числе основных законов и нормативных актов указаны: ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ; Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года (утв. Президентом РФ от 30 апреля 2012 года), Указ Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до

2025 года»; Указ Президента Российской Федерации №76 от 8 февраля 2021 года «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений»; Государственная программа Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов» на 2013-2024 гг.; Экологическая доктрина Российской Федерации (одобрена распоряжением Правительства РФ от 31 августа 2002 г. N 1225-р) и др.

В числе основных интернет-ресурсов рекомендованы к использованию: Государственные доклады о состоянии окружающей природной среды в России, размещенные на сайте Министерства природных ресурсов и экологии; издание Природно-ресурсные ведомости (режим доступа: <http://www.priroda.ru/paper/>); Онлайн курс "Современные экологические проблемы и устойчивое развитие (режим доступа: <https://openedu.ru/course/msu/ECOPRB/>); журнал «Экология и жизнь» (режим доступа: <http://www.ecolife.ru/>); журналы по охране окружающей среды (режим доступа: <http://ecology.gpntb.ru/usefullinks/rosorganization/ejournal/>); сайт российского отделения Всемирного фонда дикой природы; Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП); Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН и другие

В разработке программы принимали участие проф. географического факультета МГУ А.В. Бобров, профессор биологического факультета МГУ Н.Н. Марфенин, в.н.с. Музея землеведения МГУ Л.В. Попова и доцент факультета почвоведения МГУ А.А. Рахлеева.

Для направлений в рамках Наук о Земле и Биологии требования в сфере сохранения природной среды и обеспечения устойчивого развития закрываются набором дисциплин базовой и вариативной части.

Заключение

Таким образом, внедрение в образовательный процесс на уровне бакалавриата и специалитета универсальной компетенции с экологической составляющей впервые создало условие для формирования системы представлений об окружающей среде и устойчивом развитии у выпускников *всех направлений* подготовки и специальностей. Она необходима для всех профессиональных областей, так как закладывает основы современной научной картины мира и системы экологически ответственного поведения на производстве, в бизнесе, жизнедеятельности человека. Важно, чтобы формирование этой компетенции при реализации образовательных программ в вузах Российской Федерации не было формальным и не ушло на второй план, как это происходило раньше. Поскольку экологические требования лежат в основе современного инновационного развития, формирование экологических компетенций в высшей школе должно сохранять свою приоритетность.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр». 2018. 888 с.
2. Перечень поручений по итогам заседания Госсовета по вопросу «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих

поколений», состоявшегося 27 декабря 2016 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/53775>.

3. Университетское экологическое образование в современном мире. [Ред. Н.С. Касимов, Н.Н. Алексеева]. М., 2020. 340 с.

N. N. Alekseeva

Ways to form the universal competence of the Federal State Educational Standards in terms of preserving the natural environment and sustainable development of society

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow,
Russian Federation
e-mail: nalex01@mail.ru

Abstract. *The article deals with the problems of environmental issues integration in the educational standards of higher education. Following the results of the State Council meeting on December 27, 2016 "On the environmental development of the Russian Federation in the interests of future generations", in pursuance of the instructions of the President of Russia, following the results of the State Council, the Ministry of Education and Science got the direct task "to include in the federal state educational standards the requirements for mastering basic knowledge in the field of environmental protection and sustainable development, taking into account the current priorities of the world community...". All current Federal state educational standards (FSSES), which were elaborated with the account of professional standards (FSSES 3++), adopted in 2019-2020, include the universal competence 8, which includes, among other things, the requirements for preserving the natural environment and ensuring the sustainable development of society. The article proposes different ways of its formation within the educational elements in universities (modules, disciplines, practices). The purpose of the work is to consider how to form universal competence 8 in terms of ecology and sustainable development and formulate indicators of its achievement based of the experience of Lomonosov Moscow State University. Recommendations for educational programs of undergraduate and specialist levels have been developed at Moscow State University, providing with a section that can be integrated into the course "Modern Natural Science" or act as a dedicated two-day training module (18 hours long). Competence achievement indicators and planned learning outcomes of this section associated with competence are formulated. The content of the section "Fundamentals of Ecology and Sustainable Development" is structured into 4 topics, a fund of assessment tools and 2 educational, methodological and information support for the section have been developed.*

Keywords: *federal state educational standards, ecology, sustainable development, indicators of competencies achievement.*

References

1. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2017 godu». M.: Minprirody Rossii; NPP «Kadastr». 2018. – 888 s. (in Russian).
2. Perechen' poruchenij po itogam zasedaniya Gossoveta po voprosu «Ob ekologicheskom razvitii Rossijskoj Federacii v interesah budushchih pokolenij», sostoyavshegosya 27 dekabrya 2016 goda. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/53775> (in Russian).
3. Universitetskoe ekologicheskoe obrazovanie v sovremennom mire. [Ed. by N.S. Kasimov, N.N. Alekseeva]. M., 2020. 340 s. (in Russian).

Поступила в редакцию 26.10.2022 г.

504.06

С. Ф. Табаров

Методология отбора экологических показателей для оценки качества окружающей среды в регионах РФ

ФГБОУ ВО «Университет «Дубна», г. Дубна, Московская область, Российская Федерация
e-mail: safar.tabarov.63@mail.ru

Аннотация. В статье представлены экологические показатели, которые дают характеристику состояния окружающей среды в регионах России, а также определены основные требования их отбора. Предложены экологические системы, по которым необходимо производить анализ состояния экологической ниши, а также, происходит определение основных индикаторов качества окружающей среды. Результаты исследования позволят идентифицировать ведущие факторы риска для населения в конкретных регионах, тенденции изменения благосостояния окружающей среды, а также ранжировать территории по степени риска.

Ключевые слова: окружающая среда, экологические индикаторы, индекс, регионы РФ, система мониторинга.

Введение

На пороге нового тысячелетия человечество с особой остротой столкнулось с необходимостью извлекать требуемые знания из огромного числа уже известных фактов и данных, измеренных приборно-аппаратными методами, для их последующего применения на практике и использования в продвижении самой науки. Иначе говоря, извлечение новых знаний из полученных данных, их анализ и последующая интеграция — проблема номер один, стоящая, прежде всего перед учёными, работающими в самых разнообразных областях

Наука о качестве окружающей среды пока только формируется. На сегодняшний день отсутствует согласие и в понятийном аппарате, и в терминологии, а также в понимании того, как надо управлять, чтобы качество окружающей среды, по крайней мере, не ухудшалось. Из вышесказанного следует настоятельная необходимость разработки и поиска новых показателей качества окружающей среды и ее главных компонентов и соответственно — модернизации и пополнения банка данных для ГИС новыми показателями качества, более адекватно описывающими состояние окружающей среды.

Постановка проблемы

Экологические проблемы России мало чем отличаются от проблем других стран и государств. Они возникают повсеместно и, как правило, в связи с усиливающимся воздействием человека на природу. Это влияние становится все более агрессивным. А с развитием научно-технического прогресса, внедрения новых технологий последствия этого воздействия становятся менее предсказуемыми и более катастрофическими.

На современном этапе развития общества острым вопросом встал экономический и экологический вопрос. Развивается производственный сектор, вместе с этим развиваются технологии, и способы производства. Не всегда такие технологии несут благоприятное влияние на экологию. Зачастую это превращается в экологическую катастрофу [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Основываясь на многочисленных данных состояния экологической обстановки в России очевидна необходимость в разработке методологии анализа и контроля экологической ниши. Кризисное состояние окружающей среды на территории России, особенно наиболее заселённой ее части, казалось бы, должно встревожить общественность, природоохранные органы, властные структуры. Недооценка важности экологических проблем может обернуться их непреодолимостью. Возрастает риск для жизни, здоровья и продолжительности жизни людей [8].

Сложившаяся в мире сложная кризисная ситуация ставит перед научным сообществом задачу разработки теоретических и методологических положений и моделей, которые были бы адекватны для описания природных систем, и при этом были бы в достаточной степени применимы для оценки социально-экономических процессов [6].

Качество окружающей среды является одним из компонентов качества жизни населения, анализу этого вопроса посвящены многие работы [2, 3, 4, 5]. Качество жизни является одним из самых важных индикаторов устойчивого развития населения. В свою очередь в современных реалиях важнейшим индикатором качества жизни является экологический показатель.

Анализ существующих методик по оценке качества жизни в РФ позволяет установить, что при расчётах качества жизни населения, влияние окружающей среды рассматривают с учётом малого количества индикаторов, что не даёт полной картины значимости окружающей среды в жизни населения.

Требования к выбору показателей для характеристики состояния окружающей среды

Перед тем, как выполнить отбор показателей необходимо ознакомиться ближе с понятием индикатор и индекс, которые зачастую путают.

Под индикаторами понимается числовое значение выбранной величины, мера свойства или мера параметра характеристики процесса для определенной точки на фазовой траектории, соответствующей определенному значению вектора состояния. Индекс интерпретируется не как цель, которая должна быть достигнута, а как мера отклонения от уровня, принятого за базовый. Предлагаемая интерпретация индекса содержит тот факт, что индекс даже в самом простом случае не может быть построен из одного единственного значения, поскольку любое отклонение представляет собой разницу, которая может быть сформирована, по меньшей мере, из двух переменных. Итак, индекс — это значение, построенное из индикаторов. Другими словами, индикаторы — это те «элементарные» строительные блоки, из которых формируются индексы и, в частности, индексы экодинамики.

Суть предлагаемого подхода к обоснованию и отбору новых показателей качества окружающей среды заключается в том, что такие показатели должны,

прежде всего, соответствовать критериям отбора, а именно:

1. По чувствительности.
2. По научной обоснованности.
3. По способности к агрегативности.
4. По простоте интерпретации.

Исходя из вышеперечисленного, можно составить список критериев и правил, по которым необходимо производить отбор показателей и изначальных статистических данных для системы экологического мониторинга. Для такой системы необходимо:

1. Использовать индикаторы, которые в полной мере будут описывать экологическую систему.
2. Для каждой экологической системы использовать несколько индикаторов, которые в свою очередь будут объединяться в итоговый интегральный индекс качества окружающей среды.
3. Использовать данные только из проверенных источников.
4. Выбирать индикаторы, которые легко интерпретировать.
5. Выбирать ряд параметров, которые отвечают требованиям доступности, измеримости, соответствия, достаточности, сложности, надёжности и сопоставимости.
6. Избегать включения показателей, между которыми существует линейная зависимость, то есть имеющих наибольшую степень близости взаимосвязи.

Международные организации, разрабатывающие рекомендации о представлении агрегированной информации в системах принятия решений предлагают схему преобразования информации в новые качественные показатели, в частности, на основе индикаторов и индексов, известных как "информационная пирамида". В случае системы мониторинга качества окружающей среды, данная пирамида будет иметь вид, представленный на рисунке 1.



Рис. 1. Информационная пирамида расчёта качества окружающей среды
Составлено автором

Отбор экологических показателей

Удачно найденные индикаторы состояния окружающей среды позволят перейти к разработке системы моделей с целью создания унифицированного методического аппарата, позволяющего математически обработать и получить компактную и генерализованную информацию о состоянии и качестве окружающей среды, доведённую до числовых значений и удобную для графической и картографической визуализации, пригодную для передачи в систему поддержки принятия решений.

В статье предлагается одна из методик отбора экологических показателей и индикаторов. Для каждой экологической системы предлагается использовать несколько индикаторов, которые в свою очередь будут объединяться в итоговый индекс качества окружающей среды, а индикатор будет состоять из количественных показателей той или иной экологической категории (рис. 2).

Экологическая система	Индикаторы воздействия	Индикаторы состояния	Индикаторы отклика
Вода	Промышленный и муниципальный сброс загрязнений на душу населения Бытовое потребление воды на 1 чел. (м ³)	Концентрации, приводящие воду в непригодное состояние (мг/л) Концентрации кадмия и других металлов	Загрязнение воды (%)
Земля	Используемые земли (км ²) Количество продукции, выращиваемой на душу населения Затапливаемые и частично затапливаемые земли (км ²) Использование удобрений (т) Использование пестицидов (т/км ³)	Засоление почв (км ²) Земли, подверженные сертификации (км ²)	Защищаемые территории в % от полной территории Площади земель, вновь введённые в оборот (км ²)
Природные экосистемы	Площадь обезлесивания (км ²) Загрязнение водоёмов, атмосферы и почв	Изменение биомассы (%) Площадь лесов (км ²) Сокращение числа видов животных (ед.)	Восстановленные леса (км ²) Увеличение популяций (ед.) Защищаемые территории (% от общей территории)
Атмосфера	Эмиссия CO ₂ , SO ₂ , NO ₂ Слежение за озоновым слоем	Измерение концентраций CO ₂ , NO ₂ , SO ₂ , O ₃ на урбанизированных территориях (число частиц на миллион)	Уменьшение поступления загрязнений в атмосферу Понижение потребления озона (% в год) Понижение эмиссии CO ₂ , NO ₂ , SO ₂ (% в год)
Отходы	Распределение отходов Производство промышленных и муниципальных отходов Производство опасных отходов	Площадь земель, занимаемых опасными отходами	Отношение возвращаемой части отходов (т/год)

Рис. 2. Предлагаемые экологические системы

Составлено автором

Представлен отбор экологических показателей, начиная с верхнего уровня иерархии, а именно экологических систем. Экологические системы, по которым предложено производить отбор показателей и, соответственно, оценку качества окружающей среды, представлены выше на рисунке 2. Индикаторами данных систем являются:

1. Категория окружающей среды – воздух. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – состояние воздушного бассейна.
2. Категория окружающей среды – вода. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – состояние водного бассейна.
3. Категория окружающей среды – земля. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – земельный фонд.
4. Категория окружающей среды – природная экосистема. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – состояние природных экосистем.
5. Категория окружающей среды – отходы производств. Данную категорию характеризует интегральный индикатор – отходы производств и потребления.

Каждый из выбранных интегральных индикаторов разбивается на множество локальных показателей. Выбранные экологические показатели представлены на рисунке 3.

В конечном счёте иерархия системы оценки качества окружающей среды в регионах России будет иметь вид, представленный на рисунке 4.

Данная система показателей даст представление о состоянии окружающей среды в регионах России и может послужить информацией для реализации стратегии дальнейшего развития экологической ниши в стране. Базу данных необходимо будет расширять все новыми показателями, которые будут соответствовать требованиям, перечисленным выше. Разработанная база данных экологических показателей по регионам позволит перейти к расчёту интегральных индикаторов экологических категорий с применением методов нормирования и агрегирования, которые в свою очередь сформируют итоговый индекс состояния окружающей среды для региона.

Повышение значимости разработки методик мониторинга взаимосвязи окружающей среды и здоровья населения формирует концепцию повышения экологического образования населения, и как следствие более ответственному отношению к окружающей среде и личному здоровью [7].

Необходимые количественные данные выбранных показателей можно получить из ежегодных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» [1]. Именно с данных отчётов возможно получить необходимые подтверждённые данные о состоянии экологической обстановки в регионах России. К сожалению в докладах указана лишь статистическая информация, расчёта итогового интегрального индекса качества окружающей среды в них не производится. Именно поэтому необходимо создать единую систему расчёта и контроля экологических показателей в стране.

Адекватная оценка качества окружающей среды является сложной задачей, что формирует потребность в разработке надёжных концепций. Дальнейшая методика приведения показателей в количественный итоговый индекс качества окружающей среды представлена в предыдущей работе – Разработка комплексной

модели для мониторинга и анализа состояния окружающей природной среды на примере субъектов РФ [7].

Наименование экологического индикатора	Единичный показатель	Оценка влияния экологического фактора
Состояние водного бассейна	Оборотное и повторно-последовательное водоснабжение	Данный фактор необходимо учитывать при анализе, ведь нарушения здоровья могут вызвать самые разные вещества, растворенные в воде. Через воду достаточно часто в организм человека попадают возбудители различных инфекций.
	Водоотведение	
	Сброс загрязнённой сточной воды, недостаточно очищенной	
	Сброс загрязнённой сточной воды без очистки	
Состояние воздушного бассейна	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	Также один из важнейших факторов влияния на здоровье человека. Приоритетными факторами риска продолжают оставаться пыль (взвешенные вещества), фтор и его соединения, аммиак, толуол и другие соединения.
	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автомобилей)	
Отходы производства и потребления	Образование отходов	Загрязнение окружающей среды бытовыми отходами влияет на человека через воздух, воду, пищу растительного происхождения, выросшей на отравленной мусором почве. Вместе с загрязняющими веществами часто в почву попадают болезнетворные бактерии, яйца гельминтов и другие вредные организмы.
	Утилизация отходов	
	Обезвреживание отходов	
	Хранение отходов	
	Захоронение отходов	
Состояние природных экосистем	Охранный статус популяции: вероятно, исчезнувшие	Ухудшение экологической обстановки на прямую отражается на изменении популяций различных видов животных, благодаря этим данным можно проанализировать изменения окружающей среды.
	Охранный статус популяции: находящиеся под угрозой	
	Охранный статус популяции: сокращающиеся в численности	
Земельный фонд	Земли лесного фонда	Анализ тенденций изменения в земельном фонде и водном фонде способствует прогнозированию экологической обстановки в регионе.
	Земли водного фонда	

Рис. 3. Выбранные экологические показатели

Составлено автором

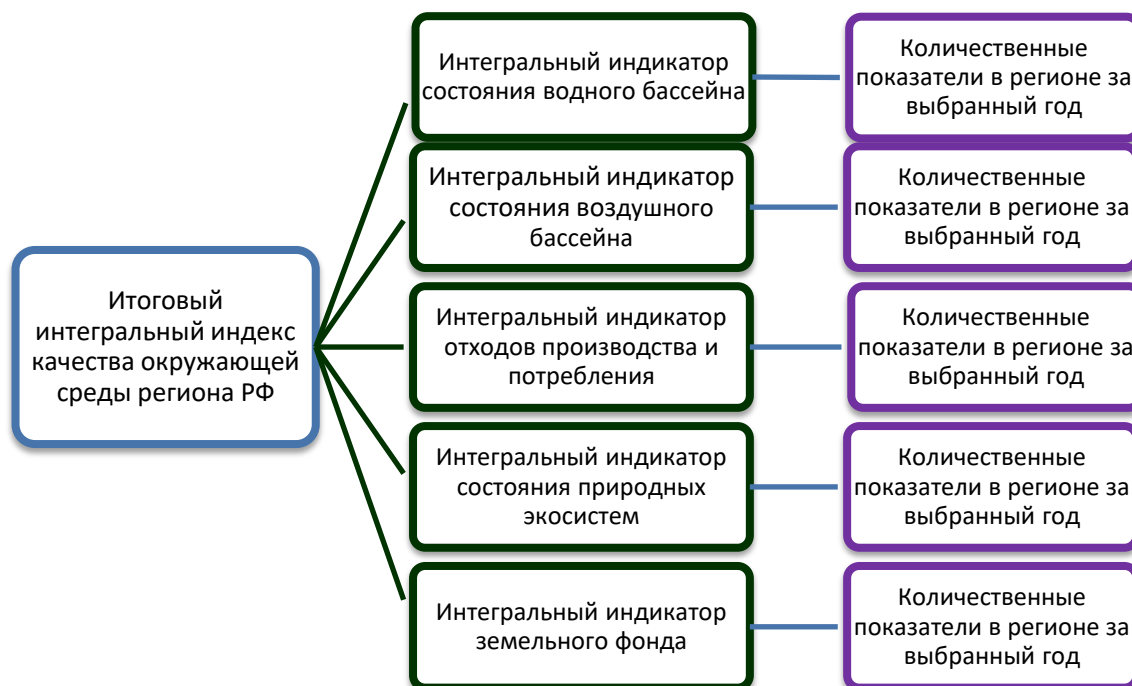


Рис. 4. Схема базы данных показателей для расчёта итогового интегрального индекса качества окружающей среды в регионе

Составлено автором

Выводы

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать вывод, что разработка корректной системы мониторинга связана с интенсивным преобразованием природной среды человеческим обществом. Создание единой системы экологического мониторинга вызвано необходимостью перехода от отложенных экологических действий к принятию упреждающих решений, т.е. к превентивным и контрольным действиям. При разработке системы экологического мониторинга сразу же встаёт вопрос на основе каких показателей производить оценку окружающей среды. Этот этап ответственный, поскольку конечные результаты процесса мониторинга зависят от надёжности и точности исходных данных. Основным принципом организации комплексного мониторинга является учёт всех компонентов природной среды и взаимосвязей между ними, признание природных систем основными объектами природопользования.

Представленная система базовых показателей оценки качества окружающей среды в регионах Российской Федерации открыта для дальнейших изменений, в том числе уточнений и дополнений, с учётом непрерывного развития системы статистической отчётности в территориальном разрезе.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.

2. Айвазян С. А. Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях Рос. акад. наук, Центр. экон.-мат. ин-т. М.: ЦЭМИ РАН, 2000. 117 с.
3. Шамаева Е. Ф., Капков Р. Ю., Сурскова Е. С. Моделирование эколого-экономической ситуации в регионе на примере Федеральных округов России // Геоинформатика. 2021. № 4. С. 57-68.
4. Шамаева Е. Ф. О методических подходах к моделированию качества жизни // Уровень жизни населения регионов России. 2021. Т. 17. № 1. С. 87-101.
5. Головин А. А. Место и роль категории «качество жизни» в характеристике общества: исторический контекст и современное состояние // Уровень жизни населения регионов России. 2022. Т. 18. № 2. С. 259-271.
6. Табаров С. Ф. Экологический стресс и методология оценки его влияния на качество жизни населения России // Актуальные вопросы образования, науки и культуры в интересах устойчивого развития. Нижний Новгород: Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ, 2022. С. 149-155.
7. Шамаева Е. Ф., Сурскова Е. С., Табаров С. Ф. Разработка комплексной модели для мониторинга и анализа состояния окружающей природной среды на примере субъектов РФ // Материалы Международной научно-практической конференции «Глобальные вызовы XXI века и окружающая среда», Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, 2021.
8. Табаров С. Ф. Информационно-статистический анализ и моделирование экологических параметров на примере субъектов РФ // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2021. Т. 17, вып. 2 (51) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3740>.
9. Быков М. А. Разработка элементов геоинформационной системы для решения задач управления отходами и вторичными ресурсами: постановка задачи и информационно-статистический анализ // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2021. Т. 17, вып. 2 (51). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3747>.

S. F. Tabarov

Methodology for selecting environmental indicators for assessing the quality of the environment in the Russian Federation regions

Dubna State University, Dubna, Moscow region, Russian Federation

e-mail: safar.tabarov.63@mail.ru

Abstract. *The article presents environmental indicators that characterize the state of the environment in the regions of Russia, as well as the main requirements for their selection. Estimated ecological systems are necessary for the production of an analysis of the state of the environment, as well as the determination of the main indicators of environmental quality. The results of the study of increasing the impact of risk factors*

for the population in specific regions, changing changes in water consumption in the environment, as well as ranking the territory according to the degree of risk.

Keywords: *environment, environmental indicators, index, Russian Federation regions, monitoring system.*

References

1. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2018 godu». M.: Minprirody Rossii; NPP «Kadastr», 2019. 844 s. (in Russian).
2. Ajvazyan S. A. Integral'nye indikatory kachestva zhizni naseleniya: ih postroenie i ispol'zovanie v social'no-ekonomicheskom upravlenii i mezhregional'nyh sopostavleniyah; Ros. akad. nauk, Centr. ekon.-mat. in-t. M.: CEMI RAN, 2000. 117 s (in Russian).
3. SHamaeva E. F., Kapkov R.YU., Surskova E. S. Modelirovanie ekologo-ekonomicheskoy situacii v regione na primere Federal'nyh okrugov // Geoinformatika. 2021. № 4. S. 57-68 (in Russian).
4. SHamaeva E. F. O metodicheskikh podhodah k modelirovaniyu kachestva zhizni // Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii. 2021. T. 17. № 1. S. 87-101 (in Russian).
5. Golovin A. A. Mesto i rol' kategorii «kachestvo zhizni» v harakteristike obshchestva: istoricheskij kontekst i sovremennoe sostoyanie // Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii. 2022. T. 18. № 2. S. 259-271 (in Russian).
6. Tabarov S. F. Ekologicheskij stress i metodologiya ocenki ego vliyaniya na kachestvo zhizni naseleniya Rossii // Aktual'nye voprosy obrazovaniya, nauki i kul'tury v interesah ustojchivogo razvitiya. Nizhnij Novgorod: Arzamas: Arzamasskij filial NNGU, 2022. S. 149-155 (in Russian).
7. SHamaeva E. F., Surskova E. S., Tabarov S. F. Razrabotka kompleksnoj modeli dlya monitoringa i analiza sostoyaniya okruzhayushchej prirodnoj sredy na primere sub"ektov RF // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Global'nye vyzovy HKHI veka i okruzhayushchaya sreda», Kazahskij nacional'nyj universitet im. Al'-Farabi, 2021. (in Russian).
8. Tabarov S. F. Informacionno-statisticheskij analiz i modelirovanie ekologicheskikh parametrov na primere sub"ektov RF // Setevoe nauchnoe izdanie «Ustojchivoe innovacionnoe razvitie: proektirovanie i upravlenie». 2021. T. 17, vyp. 2 (51). URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3740> (in Russian).
9. Bykov M. A. Razrabotka elementov geoinformacionnoj sistemy dlya resheniya zadach upravleniya othodami i vtorichnymi resursami: postanovka zadachi i informacionno-statisticheskij analiz // Setevoe nauchnoe izdanie «Ustojchivoe innovacionnoe razvitie: proektirovanie i upravlenie». 2021. T. 17, vyp. 2 (51). URL: <http://www.rypravlenie.ru/?p=3747> (in Russian).

Поступила в редакцию 10.11.2022 г.

УДК 330.342; 504.06

Е. Ф. Шамаева

Моделирование устойчивости и неустойчивости регионального развития с учетом экологических и системно энергетических факторов (на примере субъектов РФ)

Центр проектирования устойчивого развития институтов гражданского общества Государственного университета управления, г. Дубна, Российская Федерация
e-mail: ef_shamaeva@guu.ru

Аннотация. В статье представлена постановка проблемы моделирования устойчивого развития на основе физического закона сохранения мощности и системно энергетической парадигмы. Методологической особенностью исследования является обращение к физическим законам и аналогиям, что при планировании перехода к устойчивому развитию позволяет преодолеть недостатки неустойчивых денежных измерителей. Если сопоставить потоку энергии денежный поток, то видно, что денежная единица в каждый конкретный момент обеспечена определённым количеством полезной энергии, воплощаемой в товары и услуги. Приведены результаты формализации экологических и системно энергетических факторов, на примере субъектов России проиллюстрированы некоторые расчёты по введенным. Расчёты выполнены на основе аналитики Научной школы им. П.Г.Кузнецова, представленной в ситуационном центре моделирования устойчивого социально-экономического развития Государственного университета управления.

Ключевые слова: устойчивое развитие, окружающая природная среда, физические законы, экологические и системно энергетические факторы, региональное развитие, устойчивость, неустойчивость.

Введение и постановка проблемы

Долгое время в сознании людей доминировали идеи о том, что благосостояние человечества может расти практически непрерывно, надо лишь продолжать совершенствовать технологии и увеличивать капитальные вложения. Окружающая среда представлялась как почти безграничная среда, которая предоставит столько ресурсов, сколько будет нужно, и выдержит любую антропогенную нагрузку. Это можно назвать концепцией бесконечного роста.

В 1987 году в докладе комиссии ООН под руководством Г.Брундтланд «Наше общее будущее» дано определение: устойчивое развитие – это удовлетворение потребностей настоящего времени, которое не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [5]. Были проведены международные саммиты ООН с участием десятков глав государств и приняты основополагающие документы в сфере устойчивого развития, например, «Декларация Конференции ООН по проблемам окружающей человека среды» [2], «Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию» [9] и др. А 1 января 2016 года официально вступили в силу 17 целей в

области устойчивого развития (ЦУР), изложенные в «Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [10].

Для управления переходом к устойчивому развитию необходимо иметь адекватные измерители, позволяющие эффективно контролировать достижение поставленных целей. Законы общественных наук не способны дать интегральное описание взаимодействия общества и природы. В управлении переходом к устойчивому развитию неизбежно обращение к физическим законам и аналогиям, демонстрирующим взаимосвязь общества и природы и адекватно описывающим это взаимодействие. Использование физических законов и аналогий имеет более чем 100-летнюю традицию, включая отечественного учёного XIX века С.А. Подолинского [8], Нобелевского лауреата Ф.Содди [14], П.Г. Кузнецова [4], Л.Ларуша [13], Б.Е. Большакова, О.Л. Кузнецова [3] и др.

Сегодня для эффективного управления переходом к устойчивому развитию особую актуальность приобретает поиск интегрального измерителя, который установит связь средств платежа с физическими ограничениями реальной экономики. Для установления этой связи используется закон сохранения мощности, в соответствии с которым социально-экономическая система описывается как обобщённая машина, которая получает из окружающей среды определённый поток энергии (N), с определённой эффективностью (φ) преобразует её в полезный продукт (P) и потери (G) (рис. 1).

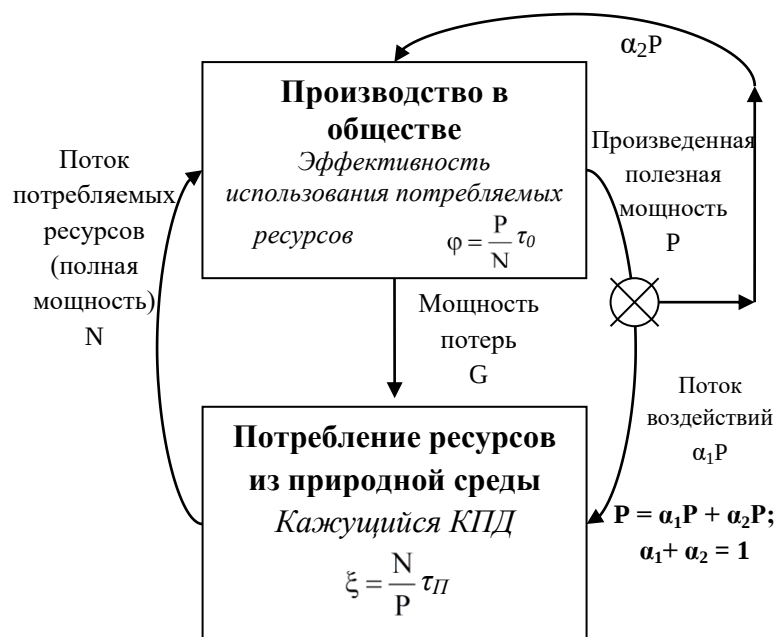


Рис. 1. Показатели закона сохранения мощности в проекции социально-экономических систем

Составлено автором

Формализация экологических и системно энергетических факторов

Величина находящейся в распоряжении общества мощности является мерой возможностей системы оказывать воздействие на окружающую среду. Потребность – это требуемые возможности (мощности) системы, которые в данное время отсутствуют, но которые необходимо иметь для сохранения

развития в будущем. Проблема – это разность между необходимыми и имеющимися мощностями системы.

Выделяют три группы возможностей системы (таблица 1):

1. Потенциальная возможность – определяется мерой полной мощности на входе в систему N . Полная мощность – суммарное потребление ресурсов за определённое время (год, месяц, сутки), выраженное в единицах мощности (единица измерения мощности в системе СИ – ватт (Вт) = Дж/сек).

2. Реальная возможность – имеет меру полезной (активной) мощности на выходе из системы P . Полезная мощность – это совокупный произведенный продукт за определённое время (год, месяц, сутки), выраженный в единицах мощности (Вт – ватт).

3. Упущенная возможность – имеет меру потерь (пассивной) мощности на выходе из системы G . Мощность потерь – разность между полной мощностью и полезной мощностью системы, выраженная в единицах мощности (Вт – ватт).

Таблица 1

Базовые параметры состояния социально-экономической системы

Базовые понятия		Показатель	Обозначение	Формула
Возможность	Потенциальная	Суммарное потребление природных ресурсов	$N(t)$	$N(t) = \sum_j^k \sum_{i=1}^3 N_{ij}(t),$ $N_{j1}(t), N_{j2}(t) \dots N_{j3}(t)$ - суммарное потребление j -го объекта i -го ресурса
	Реальная (технологическая)	Совокупный произведенный продукт	$P(t)$	$P(t) = \sum_{i=1}^{n=3} N_i(t) \cdot \eta_i(t),$ η_i – обобщенный коэффициент совершенства технологий (КСТ) в i -м выделенном процессе.
	Упущенная	Мощность потерь или потери мощности	$G(t)$	$G(t) = N(t) - P(t)$
Потребность	Потенциальная	Суммарное потребление природных ресурсов	$N(t+\tau_0+\tau_{II})$	$N(t+\tau_0+\tau_{II}) = P(t+\tau_0) \cdot (\varepsilon(t) \cdot \eta(t))^{-1}$
	Реальная	Совокупный произведенный продукт	$P(t+\tau_0)$	$P(t+\tau_0) = N(t) \cdot \varepsilon(t) \cdot \eta(t)$

Составлено автором

Моделирование устойчивости регионального развития на примерах

Представим некоторые расчёты по введенным параметрам (рис. 2).

Расчёты выполнены на основе статистических данных Мирового банка, также использовались данные Научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова, представленные в ситуационном центре моделирования

устойчивого социально-экономического развития Государственного университета управления [15]:

- Суммарное потребление природных ресурсов по субъекта РФ (2010 – 2020 гг.);
- Совокупный уровень жизни населения по субъекта РФ (2010 – 2020 гг.);
- Качество природной среды по субъекта РФ (2010 – 2020 гг.).

Таблица 2

Суммарное потребление природных ресурсов по субъекта РФ (2010 – 2020 гг., единицы измерения – ГВт), выборка

№	Субъект РФ	2010 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее значение (2010 - 2020 гг.)
1	Брянская область	4,23	4,77	4,75	4,88	4,91	4,63
2	Владимирская область	6,58	6,51	6,45	6,81	6,81	6,58
3	Ивановская область	3,26	3,09	3,13	3,23	3,25	3,19
4	Калужская область	5,38	6,72	6,95	7,04	7,06	6,37
5	Костромская область	2,93	2,69	2,67	2,69	2,69	2,84
6	Московская область	52,50	59,75	59,91	63,44	63,97	56,73
7	Орловская область	3,04	3,24	3,22	3,28	3,31	3,29
8	Рязанская область	5,31	5,75	5,65	5,62	5,66	5,67
9	Смоленская область	4,66	4,70	4,66	4,61	4,66	4,68
10	Тверская область	6,45	6,35	6,58	6,35	6,36	6,36
11	Тульская область	7,20	8,66	8,97	8,71	8,78	8,16
12	Ярославская область	7,01	7,79	7,87	7,75	7,79	7,60
13	г. Москва	221,31	216,04	226,86	226,83	228,58	221,92
14	г. Санкт-Петербург	4,23	57,49	59,41	60,80	61,18	53,96

Составлено автором

Таблица 3

Совокупный уровень жизни населения по субъекта РФ (2010 – 2020 гг., единицы измерения – кВт/чел.), выборка

№	Субъект РФ	2010 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее значение (2010 - 2020 гг.)
1	Брянская область	4,83	5,58	5,62	5,64	5,10	5,45
2	Владимирская область	8,47	8,79	8,63	9,20	8,40	8,78

3	Ивановская область	4,18	4,12	4,05	4,13	3,82	4,10
4	Калужская область	6,89	9,24	9,89	9,59	9,18	8,49
5	Костромская область	3,80	3,54	3,47	3,44	3,25	3,69
6	Московская область	73,51	78,34	79,24	83,34	77,02	74,50
7	Орловская область	3,27	3,73	3,72	3,51	3,45	3,72
8	Рязанская область	6,52	7,17	6,95	7,07	6,44	6,93
9	Смоленская область	6,65	6,52	6,34	5,99	5,74	6,44
10	Тверская область	8,34	8,64	9,00	8,53	7,92	8,51
11	Тульская область	9,83	11,52	11,90	11,74	11,20	10,99
12	Ярославская область	8,39	9,78	10,06	9,56	8,97	9,65
13	г. Москва	281,30	265,62	279,16	279,45	257,93	272,91
14	г. Санкт-Петербург	63,58	73,35	74,98	77,04	70,28	68,98

Составлено автором

По данным 2020 года по совокупному уровню жизни (отражает распределение экономических благ), лидирует г. Москва (257,93 кВт/чел), среднее значение (за 2010 – 2020 гг.) варьируется от 0,65 кВт/чел (Республика Ингушетия) до 272, 91 кВт/чел (г. Москва).

Таблица 4

Качество природной среды по субъектам РФ (2010 – 2020 гг., безр. ед.), выборка

№	Субъект РФ	2011 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее значение (2010 – 2020 гг.)
1	Брянская область	0,99	0,98	1,01	0,97	0,97	0,98
2	Владимирская область	1,00	1,02	1,01	0,95	0,98	1,00
3	Ивановская область	1,00	1,03	0,98	0,96	0,98	1,00
4	Калужская область	0,93	0,94	0,98	0,98	0,99	0,98
5	Костромская область	0,98	1,01	1,00	0,99	0,99	1,01
6	Московская область	0,98	1,03	1,00	0,94	0,97	0,98
7	Орловская область	0,95	1,04	1,01	0,97	0,99	0,99
8	Рязанская	0,97	0,98	1,01	1,01	0,97	0,99

	область						
9	Смоленская область	0,99	0,96	1,00	1,00	0,98	1,00
10	Тверская область	1,00	1,00	0,97	1,03	0,98	1,00
11	Тульская область	0,98	0,98	0,96	1,03	0,98	0,98
12	Ярославская область	0,98	0,98	0,99	1,01	0,98	0,99
13	г. Москва	0,97	0,96	0,95	1,00	0,97	1,00
14	г. Санкт-Петербург	0,94	1,01	0,97	0,98	0,97	0,97

Составлено автором

Показатель качества природной среды (отражает динамику антропогенной нагрузки), показывает нестабильность динамики из года в год, в том числе по разным субъектам (рисунок 2) и требует дополнительных исследований.

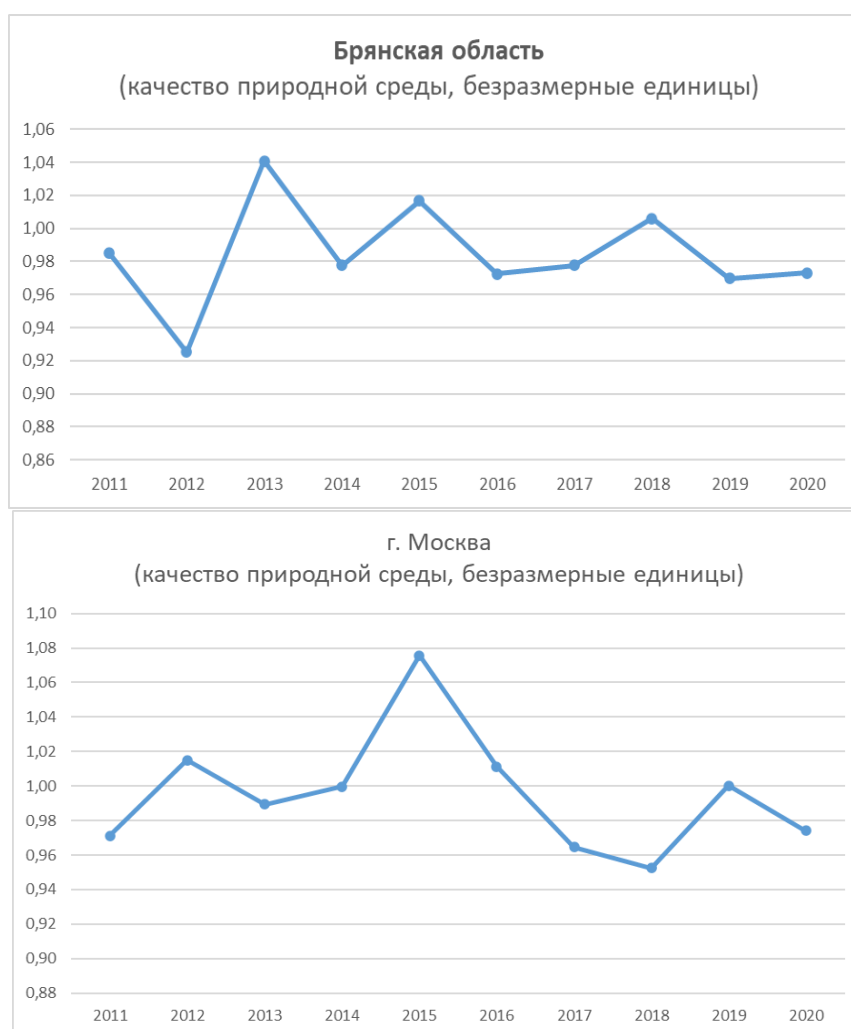


Рис. 2. Динамика показателя «качество природной среды» (динамика на примере выборки субъектов РФ)

Составлено автором

Системную оценку экологической устойчивости можно получить с помощью следующей последовательности данных (табл. 5) [16].

Таблица 5

Формулы для расчета антропогенной нагрузки в регионе

№ п/п	Наименование параметра	Формула	Единицы измерения
1.	Плотность полной мощности	$\rho_N(t) = \frac{N(t)}{S}$	кВт/ км ²
2.	Плотность полезной мощности	$\rho_P(t) = \frac{P(t)}{S}$	кВт/ км ²
3.	Плотность потери мощности	$\rho_G(t) = \frac{G(t)}{S}$	кВт/ км ²
4.	Неустойчивость биосферы	$BN(t) = \frac{\rho_N(t)}{D_{SD}}$	Безразмерные единицы

Составлено по [16]

Антропогенный предел, выраженный через допустимую плотность мощности антропогенной нагрузки, принимается как среднее значение, даваемое биосферной и ресурсной моделями, и составляет [16]: $D_{SD} = 70$ кВт/ км² (константа А.П. Федотова).

Плотность полной мощности или антропогенной нагрузки - определяется отношением годового суммарного энергопотребления к площади территории с единицей измерения киловатт на квадратный километр. Тогда неустойчивость биосферы – есть отношение плотности полной мощности (антропогенной нагрузки) к константе А.П. Федотова, равной 70 кВт/км² [16].

Выводы

Обеспечение устойчивости развития России предполагает разработку соответствующей стратегии, мероприятия которой будут учитывать национальные особенности, а в научном и методологическом плане будут опираться на грамотное использование не столько денежных, сколько физических, системно энергетических факторов устойчивости регионального развития.

Если сопоставить потоку энергии денежный поток, то видно, что денежная единица в каждый конкретный момент обеспечена определённым количеством полезной энергии, воплощаемой в товары и услуги [3, 4, 8, 11, 12]. Так становится возможным управлять социальными и экономическими системами на основе устойчивой физической меры, не зависящей предпочтений отдельных лиц или коллективных субъектов.

Обращение к физическим законам и аналогиям при планировании перехода к устойчивому развитию позволяет преодолеть недостатки неустойчивых денежных измерителей. Такой опыт был воплощён Научной школой устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова при научно-методической поддержке разработки Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 года [6].

Литература

1. Бушуев В., Исаин Н. Насколько закономерны цены на нефть? // Нефть России. Декабрь, 2012.
2. Декларация Конференции ООН по проблемам окружающей человека среды. Стокгольм, 1972. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/ declarathenv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml).
3. Кузнецов О. Л., Большаков Б. Е. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа-общество-человек: Учебник. Санкт-Петербург – Москва – Дубна: Гуманистика, 2001. 616 с.
4. Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов в 3-х томах. М.: РАЕН, 2015. 560 с.: ил.
5. Наше общее будущее. Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды и развития (МКОСР). 1987. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>.
6. О Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 годы. Указ Президента Республики Казахстан от 14 ноября 2006 года № 216. Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://adilet.zan.kz/rus/docs/U060000216_#z22.
7. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. ООН 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1>.
8. Подолинский С.А. Труд человека и его отношение к распределению энергии. Издание 2-е / Серия «Мыслители Отечества». М.: Белые Альвы, 2005. 160 с.
9. Рио-де-Жанейрская декларация ООН по окружающей среде и развитию. ООН, Рио-де-Жанейро, 1992. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.un.org/ru/documents/ decl_conv/declarations/riodecl.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml).
10. Цели в области устойчивого развития. ООН, 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>.
11. Шамаева Е. Ф. Капков Р. Ю., Сурскова Е. С. Моделирование эколого-экономической ситуации в регионе на примере Федеральных округов России // Геоинформатика. 2021. № 4. С. 57-68.
12. Шамаева Е. Ф. О методических подходах к моделированию качества жизни // Уровень жизни населения регионов России. 2021. Т. 17. № 1. С. 87-101.
13. LaRouche, L.H., Jr. So, you wish to learn all about economics? A Text on Elementary Mathematical Economics. New Benjamin Franklin House New York, 1984.
14. Soddy, F. Wealth, Virtual Wealth and Debt the Solution of the Economic Paradox; Omni: Seattle, WA, USA, 1930.
15. Ситуационный центр модерирования устойчивого социально-экономического развития. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://guu.nbics.net/ru/Situacionnyj-centr11>.
16. Федотов А.П. Глобалистика: начала науки о современном мире. М.: Аспект Пресс, 2002, 224 с.

Ye. F. Shamaeva

Modeling the sustainability and instability of regional development, taking into account environmental and systemic energy factors (on the example of the Russian Federation subjects)

Institute for African Studies of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
e-mail: vanszax@yandex.ru

Abstract. The article presents the formulation of the problem of modeling sustainable development on the basis of the physical law of power conservation and the systemically energy paradigm. The methodological feature of the study is the appeal to physical laws and analogies that when planning the transition to sustainable development, it allows you to overcome the shortcomings of unstable money meters. If you compare the flow of energy with the cash flow, you can see that the monetary unit at each particular moment is provided with a certain amount of useful energy, embodied in goods and services. So it becomes possible to manage social and economic systems on the basis of a sustainable physical measure that does not depend on the preferences of individuals or collective entities, that is, to model sustainability. The results of formalization of environmental and systemic energy factors are given, on the example of the subjects of Russia, some calculations on the introduced parameters (total natural consumption, loss capacity, cumulative standard of living of the population, quality of the natural environment) are illustrated. The calculations were made on the basis of statistical data of the World Bank, as well as analysts of the Scientific School named after P.G. Kuznetsov, presented in the situation center for modeling sustainable socio-economic development of the State University of Management.

Keywords: sustainable development, natural environment, physical laws, environmental and systemically energy factors, regional development, sustainability, instability.

References

1. Bushuev V., Isain N. Naskol'ko zakonomerny` ceny` na neft'? // Neft` Rossii. Dekabr`, 2012 (in Russian).
2. Deklaraciya Konferencii OON po problemam okruzhayushhej cheloveka sredy`. Stokgol'm, 1972g. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml (in Russian)
3. Kuznecov O. L., Bol'shakov B. E. Ustojchivoe razvitie: Nauchny`e osnovy` proektirovaniya v sisteme priroda-obshchestvo-chelovek: Uchebnik. Sankt-Peterburg – Moskva – Dubna: Gumanistika, 2001. 616 s. (in Russian)
4. Kuznecov P.G. Nauka razvitiya Zhizni: sbornik trudov v 3-x tomax. M.: RAEN, 2015. 560 s. (in Russian)
5. Nashe obshhee budushhee. Doklad Vsemirnoj komissii po voprosam okruzhayushhej sredy` i razvitiya (MKOSR). 1987. URL: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (in Russian)

6. Konceptii perexoda Respubliki Kazaxstan k ustojchivomu razvitiyu na 2007-2024 gody`. Ukaz Prezidenta Respubliki Kazaxstan ot 14 noyabrya 2006 goda № 216. Informacionno-pravovaya sistema normativny`x pravovy`x aktov Respubliki Kazaxstan. URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/U060000216_#z22 (in Russian)
7. Povestka dnya v oblasti ustojchivogo razvitiya na period do 2030 goda. OON 2015. URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/70/1> (in Russian)
8. Podolinskij S. A. Trud cheloveka i ego otnoshenie k raspredeleniyu e`nergii. Izdanie 2-e / Seriya «My`sliteli Otechestva». M.: Bely`e Al`vy`, 2005. 160 s. (in Russian)
9. Rio-de-Zhanejrskaya deklaraciya OON po okruzhayushhej srede i razvitiyu. OON, Rio-de-Zhanejro, 1992. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml (in Russian)
10. Celi v oblasti ustojchivogo razvitiya. OON, 2015. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (in Russian)
11. Shamaeva E. F. Kapkov R. Yu., Surskova E. S. Modelirovanie e`kologo-e`konomicheskoy situacii v regione na primere Federal`ny`x okrugov Rossii // Geoinformatika. 2021. № 4. S. 57-68 (in Russian)
12. Shamaeva E. F. O metodicheskix podxodax k modelirovaniyu kachestva zhizni//Uroven` zhizni naseleniya regionov Rossii. 2021. T. 17. № 1. S. 87-101 (in Russian)
13. LaRouche, L. H., Jr. So, you wish to learn all about economics? A Text on Elementary Mathematical Economics. New Benjamin Franklin House New York, 1984 (in English)
14. Soddy, F. Wealth, Virtual Wealth and Debt the Solution of the Economic Paradox; Omni: Seattle, WA, USA, 1930 (in English)
15. Situacionny`j centr moderirovaniya ustojchivogo social`no-e`konomicheskogo razvitiya. URL: <https://guu.nbics.net/ru/Situacionnyj-centr11>. (in Russian)
16. Fedotov A.P. Globalistika: nachala nauki o sovremennom mire. M.: Aspekt Press, 2002, 224 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 27.11.2022 г.

УДК 911. 911.3:338.48

И. М. Яковенко

***Пути повышения эффективности
использования потенциала приморских
туристско-рекреационных систем Крыма***

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
имени В. И. Вернадского», Российская Федерация,
г. Симферополь
e-mail: yakovenko-tnu@ya.ru

Аннотация. В статье рассмотрены направления совершенствования ресурсного, инфраструктурного и информационного обеспечения эффективного развития приморских туристско-рекреационных систем Крыма. Определены перспективные направления диверсификации функциональной структуры ТРС и пути решения проблемы диспропорций в пространственной организации рекреации и туризма. Обозначены актуальные задачи развития туристской инфраструктуры, особое внимание уделено оценке состояния инвестиционного процесса в туристско-рекреационной сфере приморских регионов Крыма. Сформулированы принципы устойчивого развития региональной системы рекреационного природопользования и достижения высокого качества рекреационной среды.

Ключевые слова: приморская туристско-рекреационная система, туристско-рекреационный ресурсный потенциал, функциональная структура, территориальная структура, туристская дестинация.

Введение

Поиск направлений оптимизации рекреации и туризма в приморских районах Крыма ведется с конца 70-х годов прошлого века. В тот период особое внимание уделялось оценке ресурсного потенциала приморских территорий, осмыслению тенденций и проблем развития [1, 2] и обоснованию рациональных форм организации рекреационного пространства. Так, научная проблематика коллектива КрымНИИпроекта была связана с разработкой пионерной концепции глубинного освоения Крыма, предусматривающей эшелонирование инфраструктурного и кадрового обеспечения курортов от побережья в глубинные районы полуострова [3]. В 1980–2000 гг. проблема эффективного использования ресурсного потенциала приморских территорий в целях рекреации и туризма неоднократно становилась предметом научных проектов и диссертационных исследований [4, 5, 6].

В первом десятилетии XXI века актуальными направлениями исследований становятся аспекты структурно-функциональной адаптации рекреационных систем Крыма к условиям рыночной конкуренции [7] и реализация принципов устойчивого рекреационного природопользования [8]. В проекте Стратегии развития туристско-рекреационного комплекса Крыма до 2020 г. были предложены меры по оптимизации туристско-рекреационного комплекса рекреационных районов Крыма, в т.ч. для 11 приморских подрайонов, с учетом целевых аудиторий и маркетинговых позиций [9]. В статье

И.С. Дмитриева и К.В. Веретенниковой раскрыты позиции стратегии развития туристско-рекреационного комплекса Западного Крыма и сделан акцент на архитектурно-планировочных решениях, позволяющих обеспечить сбалансированное развитие приморских территорий [10]. Авторы предлагают интегрирование туристской функции в существующую застройку, создание локальных центров на базе сельских поселений на отдалении от береговой линии и развитие в них тематических кластеров. Для разделения курортной, селитебной и сельскохозяйственной зон предлагается обустройство непрерывной вело-пешеходной связи вдоль набережной с территориями общего пользования и зеленых поясов близ воды, что создаст буферную зону между морем и жилой застройкой и сформирует природный ландшафт.

Государственная программа развития курортов и туризма в Республике Крым (2017-2025 гг.) нацелена на обеспечение комплексного развития туристских территорий с осуществлением охраны и рационального использования имеющихся природных лечебных ресурсов и обустройства мест массового отдыха населения [11].

Целью данной статьи явилось обоснование комплекса рекомендаций по повышению эффективности использования приморских туристско-рекреационных зон Крыма с учетом современных социально-экономических, геополитических и геоэкологических факторов.

Материалы и методы

Исследование проводилось с использованием литературно-аналитического метода. К изучению привлекались научно-методические, нормативно-правовые и проектно-планировочные материалы, имеющие отношение к проблеме развития приморских туристско-рекреационных систем (ТРС) Крыма. Доказательная база исследования строилась на основе материалов государственной статистики и электронных ресурсов государственных учреждений Республики Крым и города федерального значения Севастополь.

Результаты и обсуждение

В определении перспектив развития приморских ТРС Крыма необходимо исходить из *утверждения статуса Крыма как общероссийской здравницы и приоритетного положения рекреации и туризма в социально-экономическом развитии региона*. В силу особенностей рекреационно-географического положения крымские территориальные туристско-рекреационные системы ориентированы на удовлетворение рекреационных потребностей, прежде всего, населения Европейской макрзоны России. Согласно последнему крупному социологическому опросу, проведенному в 2018 г., на этот район формирования потребительского спроса приходится 84% всего туристского потока в Крым, в т.ч. 38% составляют жители Центрального федерального округа. 2/3 туристов выбирают приморские территории полуострова с целью санаторно-курортного лечения и пляжного отдыха [12]. Данная тенденция сохранится и в ближайшей обозримой перспективе.

На протяжении последних двух десятилетий функциональная структура туристско-рекреационного комплекса Крыма, включая его приморский сегмент,

развивалась в направлении *сокращения лечебно-оздоровительной функции и усиления оздоровительно-развлекательной*: в 2019 году число санаторно-курортных объектов в Республике Крым (109) по сравнению с 2000 г. уменьшилось в 2,5 раза [13]. Возрождение крымских здравниц представляется первоочередным как с социальной, так и с экономической точки зрения, поскольку, в отличие от купально-пляжного туризма, санаторно-курортное обслуживание имеет круглогодичный характер и может обеспечивать стабильные поступления в региональный бюджет. С целью *оптимизации санаторно-курортного функционального сектора приморских ТРС* необходимо решить следующие задачи:

- актуализировать неосвоенные бальнеологические и грязевые ресурсы, в т.ч. минеральные воды (углекислые, сульфидные, йодо-бромные) Тарханкутского и Керченского полуостровов и иловые грязи Чокракского, Тобечикского, Аджигольского и других озер [14], создать на их основе новые водо- и грязелечебницы и наладить производство лечебной и парфюмерно-косметической продукции;

- усилить специализацию здравниц на лечении сердечно-сосудистых и нервно-соматических заболеваний как наиболее отвечающих особенностям медико-географической ситуации и структуре патологии в России; решить проблему противотуберкулезных санаториев на ЮБК; расширить предложение лечебно-профилактических программ;

- осуществить системную модернизацию лечебно-диагностической базы и инфраструктуры санаторно-курортных объектов (оборудованные пляжи, крытые бассейны, SPA-центры, фитнес-центры, конференц-залы и анимационные площадки и др.). Поскольку преобладающей формой санаторно-курортных учреждений Крыма является государственная, источником финансовых ресурсов может стать целевая федеральная программа в сочетании с государственно-частным партнерством.

Задача *диверсификации функциональной структуры приморских ТРС Крыма* должна решаться с учетом структуры и качества имеющегося ресурсного потенциала, общемировых и национальных тенденций в структуре туристско-рекреационного спроса, влияния фактора сезонности и конкурентной ситуации на межрегиональном туристском рынке. Приоритетное развитие должны получить специализированные виды туризма, в том числе способствующие сглаживанию сезонной неравномерности туристского обслуживания (MICE-туризм, SPA-туризм, гастрономический и винный туризм и др.). При этом в развитии приморской рекреации и туризма необходимо достижение сбалансированности и сопряженности лечебно-оздоровительного, спортивного, познавательного и развлекательного направлений. Перспективная функциональная структура приморских ТРС Крыма отражена в таблице 1.

Таблица 1

Перспективная функциональная структура приморских ТРС Крыма

Приморская ТРС	Перспективные виды рекреации и туризма
Ялтинская	Климатолечение, купально-пляжная рекреация, SPA-туризм, яхтинг, дайвинг, познавательно-культурный туризм, познавательно-природный туризм, конгрессный туризм, круизный туризм, кинематографический туризм, литературный туризм, событийный и фестивальный туризм, винный туризм, гастрономический туризм, игорный туризм, детский отдых
Алуштинская	Климатолечение, купально-пляжная рекреация, SPA-туризм, яхтинг, дайвинг, познавательно-культурный туризм, познавательно-природный туризм, экологический туризм, литературный туризм, событийный и фестивальный туризм, винный туризм, гастрономический туризм
Судакская	Купально-пляжная рекреация, SPA-туризм, познавательно-культурный туризм, познавательно-природный туризм, экологический туризм, событийный и фестивальный туризм, винный туризм, гастрономический туризм, сельский туризм
Феодосийская	Бальнеолечение, купально-пляжная рекреация, SPA-туризм, познавательно-культурный туризм, познавательно-природный туризм, экологический туризм, орнитологический туризм, конгрессный туризм, кинематографический туризм, литературный туризм, событийный и фестивальный туризм, круизный туризм, яхтинг, дайвинг, рыболовный туризм, винный туризм, гастрономический туризм
Качинско-Любимовская	Купально-пляжная рекреация, экологический туризм, рыболовный туризм, винный туризм
Севастопольская	Военно-патриотический туризм, культурно-познавательный туризм, круизный туризм, религиозный туризм, событийный и фестивальный туризм, кинематографический туризм, литературный туризм, дайвинг, яхтинг, конгрессный туризм
Балаклавская	Дайвинг, яхтинг, каякинг, культурно-познавательный туризм, кинематографический туризм, литературный туризм, природно-познавательный туризм, экологический туризм, событийный и фестивальный туризм, гастрономический туризм
Сакская	Бальнео- и грязелечение, купально-пляжная рекреация, SPA-туризм, познавательно-культурный туризм, археологический туризм, событийный и фестивальный туризм
Евпаторийская	Климатолечение, бальнео- и грязелечение, купально-пляжная рекреация, SPA-туризм, познавательно-культурный туризм, религиозный туризм, этнографический туризм, конгрессный туризм, кинематографический туризм, событийный и фестивальный туризм, гастрономический туризм, детский отдых

Тарханкутская	Купально-пляжная рекреация, дайвинг, виндсерфинг, кайтинг, археологический туризм, событийный и фестивальныи туризм, познавательнo-природный туризм, экологический туризм, рыболовный туризм, бальнео- и грязелечение, велотуризм
Бакальская	Купально-пляжная рекреация, экологический туризм, рыболовный туризм, велотуризм, орнитологический туризм
Песчано-Николаевская	Купально-пляжная рекреация, рыболовный туризм, яхтинг, событийный и фестивальныи туризм, детский отдых
Керченско-Азовская	Бальнео- и грязелечение, купально-пляжная рекреация, виндсерфиенг, кайтинг, велотуризм, рыболовный туризм, познавательнo-природный туризм, экологический туризм, орнитологический туризм
Керченско-Черноморская	Бальнео- и грязелечение, купально-пляжная рекреация, познавательнo-культурный туризм, археологический туризм, военно-патриотический туризм, рыболовный туризм, яхтинг, виндсерфинг, кайтинг, дайвинг, велотуризм, конгрессный туризм, деловой туризм, круизный туризм, событийный и фестивальныи туризм, гастрономический туризм

Составлено автором

На протяжении всего периода туристско-рекреационного освоения Крыма не теряет своей актуальности *проблема оптимизации территориальной структуры приморских туристско-рекреационных систем*. Ее решение видится в трех направлениях:

- преодоление резких диспропорций в уровне туристско-рекреационной освоенности приморской полосы Крыма;
- реализация принципа комплексного глубинного освоения полуострова;
- достижение гармоничного функционального зонирования территории.

Приморские ТРС Крыма имеют неоднородный уровень развития приемной базы, что подтверждается показателями динамики числа размещенных лиц в коллективных средствах размещения (КСР) в различных приморских регионах полуострова (табл. 2). С 2012 г. благодаря интенсивному строительству пансионатов, мини-гостиниц и гостевых домов в районах нового освоения наблюдалось некоторое сглаживание диспропорций в распределении туристского потока, однако, по-прежнему, на традиционные курорты Ялты, Алушты, Евпатории и Феодосии приходится почти 80% организованных туристов.

Совершенствование территориальной структуры рекреации и туризма в приморских регионах Крыма предполагает *дальнейшую разгрузку южнобережного направления в пользу северо-западных и восточных приморских районов, что возможно лишь при условии роста инвестиционной привлекательности новоосвоенных районов*. В настоящее время структура реализуемых туристско-рекреационных проектов с учетом объемов капитальных вложений в СЭЗ Республики Крым не в полной мере отвечает решению этой задачи.

Таблица 2

Число размещенных лиц в коллективных средствах размещения приморских регионов Республики Крым в 2012 г. и 2021 г.

Регион	Число размещенных лиц в КСР в 2012 г., чел.	Удельный вес, %	Число размещенных лиц в КСР в 2021 г., чел.	Удельный вес, %
Алушта	222685	18,4	440720	19,8
Евпатория	228432	18,8	296478	13,3
Керчь	22501	1,9	49285	2,2
Саки	49276	4,1	82896	3,7
Судак	56891	4,7	123311	5,5
Феодосия	80457	6,6	233112	10,5
Ялта	449903	37,1	791346	35,5
Бахчисарайский район	43921	3,6	62494	2,8
Ленинский район	10178	0,8	31552	1,4
Сакский район	10648	0,9	51551	2,3
Раздольненский район	12405	1,0	2551	0,1
Черноморский район	26132	2,1	62228	2,9

Источник [15, 16]

Рисунок 1 отражает очевидный перекос инвестиционных потоков в сторону традиционных приморских курортных районов: на Евпаторию, Алушту и Ялту приходится 78,6% капиталовложений всех инвестиционных проектов туристско-рекреационной сферы.

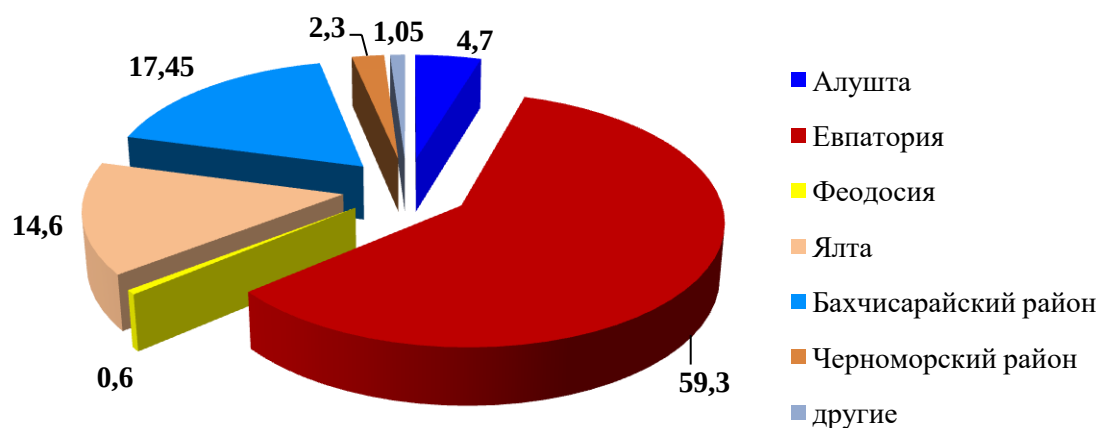


Рис. 1. Территориальная структура инвестиционных туристско-рекреационных проектов, реализуемых в приморских регионах Республики Крым в 2022 г., %

Источник: [17]

Из районов нового освоения выделяются лишь Бахчисарайский муниципальный район (17,45%) и Черноморский район (2,3%). Восточные районы полуострова, ставшие с 2014 г. «въездными воротами в Крым» (Керчь, Ленинский район), в совокупности получают менее 0,5% инвестиционных вложений. Районы, находящиеся в «инвестиционной тени», нуждаются в разработке, прежде всего, государственных проектов инновационного типа с долевым участием частного капитала отечественных и зарубежных инвесторов, которые могут стать своеобразным каркасом для дальнейшего туристско-рекреационного освоения побережья. Государство должно взять на себя инженерную, инфраструктурную и, по необходимости, ревитализационную подготовку территории, а в отдельных районах, где сложилась дробная система землепользования, решить проблему концентрации земельных участков для инициирования крупных, общественно значимых проектов. Нуждается в совершенствовании финансово-экономический механизм привлечения инвестиций. Среди новых методов повышения инвестиционной привлекательности проектов в сфере рекреации и туризма предлагаются концессии [18].

Кластерный подход к организации рекреации и туризма в приморских районах Крыма, несмотря на прогрессивность самой идеи, пока широкого распространения не получил, однако комплексность в освоении туристско-рекреационного пространства успешно демонстрирует известный крымский отель Mrija Resort & SPA (Форос, Ялта), где, помимо функции гостеприимства, реализован инновационный проект Vine Park и строится яхтенная марина.

Главной проблемой оптимизации территориальной организации приморских курортов Крыма остается *проблема пространственного и функционального размежевания города и курорта и создания четкой системы функциональных зон и буферных территорий между ними*. Для снижения рекреационной нагрузки на береговую линию в горно-приморских районах полуострова надо возродить и популяризировать советскую модель «горы – море», комбинирующую маршрутный туризм в горах с отдыхом на побережье. Бедой многих курортных городов и поселков Крыма является хаотичность курортной застройки, отсутствие стилевого единства и злоупотребление многоэтажной железобетонной застройкой в непосредственной близости к купально-пляжным уголкам и объектам садово-паркового искусства. Так, в Ялте удельный вес территорий многоэтажной застройки уже составляет более 8% от общей площади курорта и имеет тенденцию к росту.

Ранее нами отмечалась перспективность создания в Крыму *сети тематических туристских коридоров* с актуализацией целевых ресурсов и аттракций и развитием соответствующей туристской инфраструктуры [9]. Для приморских территорий интегрирующее значение будут иметь проекты Винного коридора, Генуэзского коридора, первого на Юге России межрегионального туристского коридора «Золотое кольцо Боспорского царства» [19].

Перед приморскими ТРС Крыма стоит *комплекс проблем, связанных с неудовлетворительным состоянием общехозяйственной и специальной туристской инфраструктуры*. За последние годы реализованы проекты, способствующие системному улучшению транспортной доступности региона (Крымский мост, трасса «Таврида» и др.). На повестке дня – создание удобных подъездных путей к аттрактивным природным и культурным объектам. Например, пользующиеся популярностью у молодежи Генеральские пляжи на

Азовском побережье остаются труднодоступными для многих автотуристов. Необходимо создание современных парковок и сервисных центров на трассах, проходящих вдоль побережья и на въездах в курортные города и поселки. Ведущие курортные и туристские дестинации нуждаются в оснащении сериями электромобилей для организации экскурсионных программ.

По-прежнему острой является проблема обеспечения курортных поселений побережья Крыма качественной питьевой водой, что предусматривает замену изношенных водопроводных и канализационных сетей, реконструкцию водохранилищ, водозаборных и водоочистных сооружений и т.д. Первоочередное значение проблема водоснабжения имеет для городов Евпатория и Саки и Черноморского района.

К числу *актуальных задач развития специальной туристской инфраструктуры* можно отнести следующие:

- *в сфере санаторно-курортного лечения*: провести комплексную реконструкцию зданий и сооружений и модернизацию лечебно-диагностической базы здравниц;

- *в сфере купально-пляжной рекреации*: обеспечить качественный рост пляжной инфраструктуры, в т.ч. увеличить долю пляжей, отвечающих стандартам бренда «Голубой флаг». В 2022 г. лишь Массандровский пляж в Ялте соответствовал его условиям (для сравнения: в целом по России – 25 пляжей, в Турции – 531). Сеть аквапарков должна быть расширена: эти объекты пока не представлены в северо-западных и восточных приморских районах Крыма. Увеличению продолжительности курортного сезона будет способствовать рост числа крытых бассейнов;

- *в сфере горных видов туризма*: воссоздать на новом уровне систему маркированных туристских маршрутов, часть из которых проходит по территории приморских особо охраняемых природных территорий. Примером эффективной реализации концепции большой региональной тропы является Большая Севастопольская тропа (БСТ), включающая 8 маршрутов, позволяющих проводить занятия лечебно-оздоровительным, спортивным, экологическим и экстремальным туризмом. БСТ имеет высокий уровень информационного обеспечения (143 навигационных столба, 67 информационных таблиц, специальное приложение BST GUIDE в Google play) [20]. Аналогичный проект должен быть разработан и для горно-приморских территорий Республики Крым (территория Южного и Юго-Восточного рекреационных районов). Оставшаяся с советских времен сеть туристских баз и приютов явно недостаточна для удовлетворения спроса со стороны организованных и самостоятельных спортивных туристов, в т.ч. вело- и автотуристов. Среди актуальных направлений следует отметить создание бесплатных и доступных в любой сезон скалодромов типа виа-феррата. Сегодня успешно функционирует виа-феррата Ласпи (г. Ильяс-Кая) общей протяженностью 3300 м;

- *в сфере водных видов туризма*: реализовать проекты создания инфраструктуры для яхтинга, дайвинга, виндсерфинга, каякинга и других водноспортивных видов занятий. Наиболее масштабным является проект комплексного развития Балаклавы до 2025 г. (4,5 млрд. руб.), в состав которого входит создание яхтенной марины международного класса на базе Балаклавской бухты. Прочие локальные инициативы (Алушта, Феодосия, Керчь и др.) целесообразно было бы увязать в единую программу создания технической

инфраструктуры в акваториях полуострова. Под влиянием западных санкций с 2014 г. международный круизный туризм в Крыму практически не развивается, однако в контексте возрождения внутреннего круизного судоходства необходимо решить проблему, связанную с комплексной модернизацией общехозяйственной, портовой и туристской инфраструктуры в Севастополе, Ялте, Феодосии и Керчи (реконструкция и удлинение причального фронта, углубление акваторий, создание современных морских вокзалов и др.) [21];

– *в сфере социокультурных видов туризма*: осуществить комплексную цифровизацию музейных экспозиций; упорядочить туристскую навигацию в экскурсионных центрах; расширить сеть ТИЦ. Технический сегмент оптимизации системы морских экскурсий включает модернизацию пирсов и обновление флота прогулочных катеров. Для обслуживания масштабных конгрессных и деловых мероприятий необходимо существенно увеличить число конференц-залов и выставочных центров большой вместимости. Новыми фокусами туристского интереса могут стать тематические парки с круглогодичным ролевым моделированием; в их тематике может найти отражение древняя история таких приморских городов, как Керчь, Феодосия, Алушта, Евпатория.

Эффективное использование потенциала приморских туристско-рекреационных систем Крыма невозможно без *реализации в практике рекреационного природопользования принципов устойчивого (сбалансированного) развития*, среди которых важнейшими являются: минимизация ущерба от туризма окружающей среде и базовым экологическим процессам; сохранение качества природных рекреационных ресурсов и рекреационной среды в целом; превентивность в возникновении конфликтов между субъектами регионального природопользования; экологическое просвещение туристов.

Необходимо преодолеть диспропорции в рекреационной нагрузке на территорию приморских ТРС. Явление овертуризма, фиксируемое на территории Ялтинской, Евпаторийской и ряда других ТРС, негативно сказывается на состоянии природных комплексов регионов. В районах нового освоения (Тарханкутская, Бакальская, Керченско-Азовская и Керченско-Черноморская ТРС) современная рекреационная нагрузка не соответствует потенциальной емкости приморских территорий (рис. 2).

Улучшению качества рекреационной среды в приморских ТРС Крыма будут способствовать:

- снижение сырьевых, водо- и энергоемкости туристско-рекреационного продукта;
- экологизация транспорта (строительство объездных автодорог, развитие электротранспорта, популяризация велосипедного сообщения и др.);
- проведение противооползневых, противоабразионных, берегоукрепительных и пляженакопительных работ в прибрежной полосе;
- проведение лесовосстановительных работ в горно-лесной зоне и закладка новых парков в курортных поселениях;
- создание эффективной очистки сточных вод промышленных, рекреационных и жилищно-коммунальных предприятий;
- расширение площади и увеличение удельного веса особо охраняемых природных территорий;
- завершение программы реконструкции набережных приморских курортов.

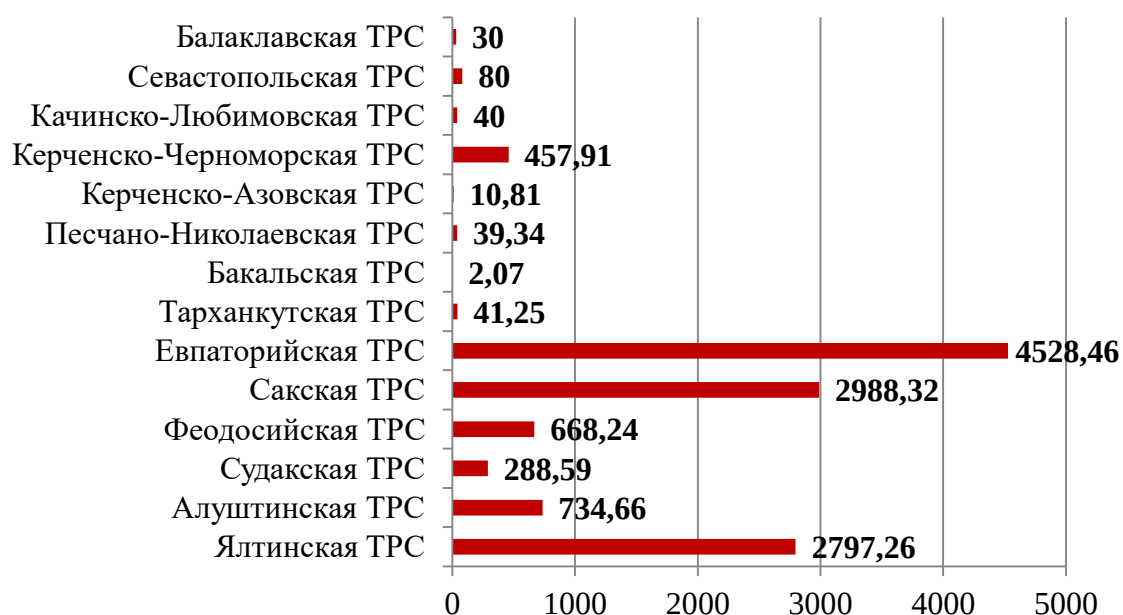


Рис. 2. Рекреационная нагрузка на приморские ТРС Крыма (число туристов на 1 кв. км), 2022 г.

Составлено автором

Комплекс мер по оптимизации структуры и функционирования ТРС Крыма включает решение задачи рекламно-информационного обеспечения, стратегической целью которого является *создание привлекательного имиджа региона и его отдельных ТРС*. В рамках данного направления можно особо выделить необходимость разработки и активного внедрения в информационное пространство серии узнаваемых брендов, подчеркивающих уникальность каждой ТРС. Более эффективно средством позиционирования Крыма на национальных и международных туристских форумах представляется не единый стенд, а целевые (тематические) региональные презентации. Продвижению отдельных приморских ТРС будет способствовать организация и проведение знаковых событийных мероприятий (например, Фестиваль Таврида Арт содействует популяризации мыса Меганом в составе Судакской ТРС; фестиваль Extreme Крым – росту туристского интереса к Тарханкутской ТРС).

Выводы

Приморские ТРС Крыма выступают важнейшей составляющей туристско-рекреационного комплекса региона, обеспечивая рекреационные потребности в лечебной рекреации, отдыхе, массовых и специализированных видах туризма.

Ресурсный потенциал приморских ТРС использован не в полной мере. Существуют возможности актуализации пляжных, бальнеологических, грязелечебных ресурсов, ресурсов для активного туризма в горно-лесной зоне полуострова, объектов культурного наследия.

Функциональная структура приморских ТРС нуждается в системной диверсификации с учетом структуры ресурсного потенциала рекреации и туризма,

изменения потребительских запросов и инновационных тенденций в мировом туризме. Необходимо возродить статус Крыма как одного из ведущих районов лечебной рекреации России, усилив специализацию на лечении сердечно-сосудистых, нервных заболеваний, заболеваний дыхательной системы и органов движения. Инновационное развитие функциональной структуры ТРС может быть достигнуто за счет специализированных видов туризма.

Совершенствование территориальной структуры приморских ТРС предполагает устранение диспропорций в уровне рекреационной освоенности побережья, переходу к модели комплексного глубинного освоения и внедрению продуманной системы функционального зонирования курортов. Данная задача может быть выполнена при условии повышения инвестиционной привлекательности приморских ТРС нового освоения.

Актуальной проблемой является неудовлетворительное состояние хозяйственной и специальной туристской инфраструктуры. Для ее решения необходимо использовать механизм государственно-частного партнерства при финансировании крупных инвестиционных проектов.

Приоритетным направлением стратегического развития приморских ТРС Крыма является реализация принципов устойчивого развития и достижения высокого качества рекреационной среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-55-18010 Болг_а.

Литература

1. Багров Н. В. Тенденции развития индустрии отдыха (на примере рекреационной системы Крыма) // Вопросы географии. Сб. 112. Размещение хозяйства и научно-техническая революция. Москва: Мысль, 1979. С.87-96.
2. Современное состояние и пути оптимального использования курортных и рекреационных ресурсов Крыма. Киев: Наукова думка, 1984. 124 с.
3. Потенциальные возможности развития Крымской объединенной рекреационной системы (КОРС). Промежуточный отчет КрымНИИпроекта. Симферополь, 1976. 176 с.
4. Блага М. М. Географічні відмінності та шляхи використання рекреаційно-ресурсного потенціалу гірсько-приморських територій Криму. Автореф. дис... канд-та геогр. наук. Одеса, 2000. 19 с.
5. Оценка условий для включения крымских курортов в Европейское движение качества туристских городов «Голубой флаг Европы». Этап 2. Симферополь: КИПИКС, 1999. 32 с.
6. Сахнова Н. С. Рекреационное микрорайонирование приморско-горных территорий всесоюзного значения (на примере Юго-Восточного берега Крыма). Автореф. дис... канд-та геогр. наук. Ленинград, 1990. 15 с.
7. Страчкова Н. В. Рынок рекреационных услуг Крыма (социально-географическая оценка уровня развития). Симферополь: Таврия, 2001. 48 с.
8. Яковенко И. М. Рекреационное природопользование: методология и методика исследований. Симферополь: Таврия, 2003. 335 с.
9. Стратегия развития туристско-рекреационного комплекса Крыма – 2020 (проект) / Ассоциация предпринимателей сферы гостеприимства Крыма.

- Научный руководитель проекта И. М. Яковенко. Симферополь, 2011. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studylib.ru/doc/313867/razvitiya-turistsko-rekreacionnogo-kompleksa-kryma>. Дата обращения 10.10.2022.
10. Дмитриев И. С., Веретенникова К. В. Стратегия развития туристско-рекреационного комплекса Западного Крыма // Архитектура, градостроительство, дизайн и изобразительное искусство – 2921: теория и история, художественное творчество и проекты. Сборник трудов Междунар. научно-практ. конференции, посвященной 20-летию первого выпуска высшей архитектурно-дизайнерской школы на Алтае. Барнаул: Изд-во Алтайского техн. ун-та, 2021. С. 79-84.
 11. Постановление Совета министров Республики Крым от 29.12.2016 N 650 (ред. от 25.07.2022) «Об утверждении Государственной программы развития курортов и туризма в Республике Крым». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minek.rk.gov.ru/ru/structure/637>. Дата обращения 10.10.2022.
 12. «Портрет» крымского туриста сезона 2018 года. Отчет Министерства курортов и туризма Республики Крым. Симферополь, 2019. 18 с.
 13. Основные показатели деятельности санаторно-курортных организаций. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю / Официальная статистика. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://crimea.gks.ru/storage/mediabank/Основные%20показатели%20деятельности%20санаторно-курортных%20организаций%20за%20январь-декабрь%202019%20года.pdf>. Дата обращения 10.10.2022.
 14. Туристско-рекреационный ресурсный потенциал Республики Крым и г. Севастополь / Под редакцией И.М. Яковенко. Симферополь: «Ариал», 2015. 408 с.
 15. Колективні засоби розміщування Автономної Республіки Крим у 2012 році. Статистичний бюлетень. Сімферополь, 2013. 144 с.
 16. Управление Федеральной службы государственной статистики по республике Крым и г. Севастополю. [Электронный ресурс]. Режим доступа: Официальный сайт <https://crimea.gks.ru/>.
 17. Инвестиционный портал Республики Крым [сайт]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://invest-in-crimea.ru/news/51-investproekt-v-sfere-kurortov-i-turizma-na-summu-investiciy-svyshe-55-mlrd-rubley>.
 18. Березина Н. А. Формирование механизма повышения инвестиционной привлекательности в сфере рекреации и туризма на основе концессий. Автореф. дис... канд-та экон. наук. Симферополь, 2022. 24 с.
 19. Министерства по туризму южных регионов России начали развивать проект «Золотое кольцо Боспорского царства» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.russian-bospor.ru/ministerstvo-po-turizmu-yuzhnih-regionov-rossii-irgo-nachali-razvivat-proekt>.
 20. Большая Севастопольская тропа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bst-sev.ru>.
 21. Специализированные виды туризма в Крыму: состояние, проблемы, перспективы / Под редакцией д.г.н., проф. И.М. Яковенко. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2021. 288 с.

I. M. Yakovenko

Ways to increase the efficiency of using the potential of the seaside tourist and recreational systems of Crimea

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy,
Russian Federation, Republic of Crimea, Simferopol
e-mail: yakovenko-tnu@ya.ru

Abstract. *The article considers the directions of improving the resource, infrastructure and information support for the effective development of the seaside tourist and recreational systems of Crimea.*

The seaside tourist and recreational systems (TRS) of Crimea are the most important component of the tourist and recreational complex of the region, providing recreational needs for therapeutic recreation, leisure, mass and specialized types of tourism.

The resource potential of the seaside TRS is not fully used. There are opportunities to update beach, balneological, mud-healing resources, resources for active tourism in the mountain-forest zone of the peninsula, cultural heritage sites.

The functional structure of the seaside TRS needs systemic diversification, taking into account the structure of the resource potential of recreation and tourism, changes in consumer demands and innovative trends in world tourism. It is necessary to revive the status of Crimea as one of the leading areas of medical recreation in Russia, strengthening specialization in the treatment of cardiovascular, nervous diseases, diseases of the respiratory system and organs of movement. Innovative development of the functional structure of the TRS can be achieved through specialized types of tourism.

The improvement of the territorial structure of the seaside TRS involves the elimination of imbalances in the level of recreational development of the coast, the transition to a model of integrated deep development and the introduction of a well-thought-out system of functional zoning of resorts. This task can be accomplished on condition of increasing the investment attractiveness of the seaside TRS of new development.

An urgent problem is the unsatisfactory state of the economic and special tourist infrastructure. To solve it, it is necessary to use the mechanism of public-private partnership in financing large investment projects.

The principles of sustainable development of the regional system of recreational nature management and achievement of high quality of the recreational environment are formulated.

A set of measures to optimize the structure and functioning of the Crimean TRS includes solving the problem of advertising and information support, the strategic goal of which is to create an attractive image of the region and its individual TRS.

The organization and holding of significant event events will contribute to the promotion of individual seaside TRS.

Keywords: *seaside tourist and recreational system, tourist and recreational resource potential, functional structure, territorial structure, tourist destination.*

References

1. Bagrov N. V. Tendencii razvitiya industrii otdyha (na primere rekreacionnoj sistemy Kryma) // Voprosy geografii. Sb. 112. Razmeshchenie hozyajstva i nauchno-tehnicheskaya revolyuciya. Moskva: Mysl', 1979. S.87-96. (In Russian).
2. Sovremennoe sostoyanie i puti optimal'nogo ispol'zovaniya kurortnyh i rekreacionnyh resursov Kryma. Kiev: Naukova dumka, 1984. 124 s. (In Russian).
3. Potencial'nye vozmozhnosti razvitiya Krymskoj ob"edinennoj rekreacionnoj sistemy (KORS). Promezhutochnyj otchet KrymNIIproekta. Simferopol', 1976. 176 s. (In Russian).
4. Blaga M. M. Geografichni vidminnosti ta shlyahi vikoristannya rekreacijno-resursnogo potencialu girs'ko-primors'kih teritorij Krimu. Avtoref. dis... kand-ta geogr. nauk. Odesa, 2000. 19 s. (In Russian).
5. Ocenka uslovij dlya vklucheniya krymskih kurortov v Evropejskoe dvizhenie kachestva turistskih gorodov «Goluboj flag Evropy». Etap 2. Simferopol': KIIPIKS, 1999. 32 s. (In Russian).
6. Sahnova N. S. Rekreacionnoe mikrorajonirovanie primorsko-gornyh territorij vsesoyuznogo znacheniya (na primere YUgo-Vostochnogo berega Kryma). Avtoref. dis... kand-ta geogr. nauk. Leningrad, 1990. 15 s. (In Russian).
7. Strachkova N. V. Rynok rekreacionnyh uslug Kryma (social'no-geograficheskaya ocenka urovnya razvitiya). Simferopol': Tavriya, 2001. 48 s. In Russian.
8. YAkovenko I. M. Rekreacionnoe prirodoopol'zovanie: metodologiya i metodika issledovanij. Simferopol': Tavriya, 2003. 335 s. (In Russian).
9. Strategiya razvitiya turistsko-rekreacionnogo kompleksa Kryma – 2020 (proekt) /Associaciya predprinimatelej sfery gostepriimstva Kryma. Nauchnyj rukovoditel' proekta I. M. YAkovenko. Simferopol', 2011. URL: <https://studylib.ru/doc/313867/razvitiya-turistsko-rekreacionnogo-kompleksa-kryma> (In Russian).
10. Dmitriev I. S., Veretennikova K.V. Strategiya razvitiya turistsko-rekreacionnogo kompleksa Zapadnogo Kryma /Arhitektura, gradostroitel'stvo, dizajn i izobrazitel'noe iskusstvo – 2021: teoriya i istoriya, hudozhestvennoe tvorchestvo i proekty. Sbornik trudov Mezhdunar. nauchno-prakt. konferencii, posvyashchennoj 20-letiyu pervogo vypuska vysshej arhitekturno-dizajnerskoj shkoly na Altae. Barnaul: Izd-vo Altajskogo tekhn. un-ta, 2021. S. 79-84. (In Russian).
11. Postanovlenie Soveta ministrov Respubliki Krym ot 29.12.2016 N 650 (red. ot 25.07.2022) «Ob utverzhdenii Gosudarstvennoj programmy razvitiya kurortov i turizma v Respublike Krym». URL: <https://minek.rk.gov.ru/ru/structure/637>. (In Russian).
12. «Portret» krymskogo turista sezona 2018 goda. Otchet Ministerstva kurortov i turizma Respubliki Krym. Simferopol', 2019. 18 s. (In Russian).
13. Osnovnye pokazateli deyatel'nosti sanatorno-kurortnyh organizacij. Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Krym i g. Sevastopolyu / Oficial'naya statistika. URL: <https://crimea.gks.ru/storage/mediabank/Osnovnye%20pokazateli%20deyatelnosti%20sanatorno-kurortnyh%20organizacij%20za%20yanvar'-dekabr'%202019%20goda.pdf>. (In Russian).
14. Turistsko-rekreacionnyj resursnyj potencial Respubliki Krym i g. Sevastopol'. /Pod redakciej I.M. YAkovenko. Simferopol': «Arial», 2015. 408 s. (In Russian).

15. Kolektivni zasobi rozmishchuvannya Avtonomnoï Respubliki Krim u 2012 roci. Statistichnij byuleten'. Simferopol', 2013. 144 s. (In Russian).
16. Upravlenie Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po respublike Krym i g. Sevastopolyu. URL: Oficial'nyj sayt <https://crimea.gks.ru/>. Data obrashcheniya 10.10.2022. (In Russian).
17. Investicionnyj portal Respubliki Krym [sajt]. URL: <https://invest-in-crimea.ru/news/51-investproekt-v-sfere-kurortov-i-turizma-na-summu-investiciy-svyshe-55-mlrd-rubley>. (In Russian).
18. Berezina N. A. Formirovanie mekhanizma povysheniya investicionnoj privlekatel'nosti v sfere rekreacii i turizma na osnove koncessij. Avtoref. dis... kandidate ekon. nauk. Simferopol', 2022. 24 s. (In Russian)
19. Ministerstva po turizmu yuzhnyh regionov Rossii nachali razvivat' proekt «Zolotoe kol'co Bosporskogo carstva» URL: <https://www.russian-bospor.ru/ministerstvo-po-turizmu-yuzhnyh-regionov-rossii-i-rgo-nachali-razvivat-proekt>. (In Russian).
20. Bol'shaya Sevastopol'skaya tropa URL: <https://bst-sev.ru>. (In Russian).
21. Specializirovannye vidy turizma v Krymu: sostoyanie, problemy, perspektivy / Pod redakciej d.g.n., prof. I. M. YAkovenko. Simferopol': IT «ARIAL», 2021. 288 s. (In Russian).

Поступила в редакцию 26.10.2022 г.

УДК 502.17

С. В. Кондрашов

Экологический менеджмент в системе экологического управления

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, Российская Федерация
e-mail: weras1945@mail.ru

Аннотация. В статье определена сущность соотношений таких понятий как экологический менеджмент и экологическое управление. Рассмотрена классификация экологического менеджмента с учетом различных признаков. Определен механизм осуществления экологического менеджмента экономических субъектов. Приведены характеристики элементов системы экологического менеджмента. Рассмотрена взаимосвязь элементов экоменеджмента экономического субъекта и экологического управления со стороны региональных и государственных органов власти.

Ключевые слова: экологический менеджмент, биотический фактор, экосистема, экологическое безопасное развитие, природоохранная деятельность, рекреация.

Введение

Ухудшение экологической ситуации и состояния окружающей среды требуют сегодня приоритетности в решении экологических вопросов относительно экономических. Решение экологических проблем будет способствовать и экономическому развитию государства и его региональных территорий. Однако неудовлетворительная экономическая ситуация не позволяет быстро решать экологические вопросы, поэтому усматривается взаимосвязь между экономическими и экологическими факторами развития общества и устойчивой экологической безопасности. Соответственно, для того, чтобы достичь экологически сбалансированного развития рекреационных территорий, необходимо перестроить структуру курортно-рекреационных комплексов, обеспечить социальную, экономическую и экологическую безопасность, рационализировать процессы природопользования в соответствии с природно-ресурсным потенциалом территории. Переход к новой политике природопользования требует решения проблем, связанных с восстановлением природных ресурсов и расширением заповедных территорий до оптимального уровня [1, 3]. Динамика туристических потоков свидетельствует о росте количества как внутренних, так и зарубежных туристов и рекреантов. Это положительно отражается на экономических показателях развития региона и повышает его имидж, но одновременно имеет и негативные последствия, связанные с чрезмерным использованием и потреблением природных ресурсов, их истощением, что в результате может привести к деградации не только рекреационной территории и к упадку курортно-рекреационного хозяйства, но и к общей отсталости рекреационного региона.

Целью статьи является освещение предложений по формированию системы экологического менеджмента как основы эффективного развития курортно-

рекреационных комплексов и решения проблем эффективного природопользования.

Материалы и методы

Методологические основы комплексного подхода по проблемам экологического менеджмента в природопользовании и охране окружающей среды по вопросу перехода к устойчивому развитию в системе экологического управления разработано в рамках конструктивной и социально-экономической географии (В. Д. Байтала, 2000; А. М. Маринич, 1990; А. Г. Исаченко, 1991; В. Н. Солнцев, 1981; и др.).

Наиболее полный анализ практики экологического менеджмента в русскоязычной литературе дан в книге К. Норта «Основы экологического менеджмента», в которой на основе опыта работы фирм Европы и Америки предложены рекомендации по организации и развитию экологического менеджмента [4, с. 56]. В научной литературе можно найти формулировки основных принципов экологического менеджмента. К. Норт выделяет следующие принципы экологического менеджмента в системе экологического управления: 1) принцип опоры на экологическое сознание; 2) принцип экологического мотивирования деятельности; 3) принцип опережения или предупредительности в решении проблем. В экологии многие процессы слишком быстро становятся необратимыми. Весь механизм экологического менеджмента должен быть ориентирован на предупредительные меры возникновения кризисных ситуаций; 4) в процессуальном отношении главную роль играет принцип целеустремленности и стратегичности; 5) отсюда принцип последовательности; 6) принцип своевременности; 7) принцип функциональной интеграции; 8) принцип профессионализма; 9) принцип развитой и сбалансированной ответственности.

Эти принципы экологического менеджмента могут и должны действовать только в системе, во взаимозависимости. Ведь каждый из них является дополнением и конкретизацией другого. Во всей совокупности концептуальных положений экологического менеджмента одно из центральных мест принадлежит функциям управления. Функции экологического менеджмента включают: 1) управление процессами использования отходов производства. 2) управление социодинамикой культуры. 3) управление процессами урбанизации. 4) управление состоянием и использованием природных ресурсов. 5) управление запасами природных ресурсов и процессами, связанными с их восстановлением. 6) управлением транспортированием запасов, а также размещением производства.

Результаты и обсуждение

В данной статье автор рассматривает систему экологического менеджмента как систему, что предусматривает планирование действий рекреационного учреждения на соответствующем рынке. Эффективное руководство ею, позволяет предвидеть различные изменения, связанные с сезонностью и другими внешними факторами и осуществлять контроль над деятельностью рекреационного учреждения на началах и принципах рационального природопользования и защиты окружающей среды.

Система экологического менеджмента не является устойчивой для всех субъектов. При наличии и интеграции систем экоменеджмента экономических субъектов и экологического управления рекреационной территорией региональными и государственными органами власти говорят о: 1) наличие отдельных элементов в каждой системе; 2) наличие элементов, которые одновременно могут принадлежать другой системе; 3) взаимодействие между элементами, которые могут влиять на изменение состояния других элементов системы; 4) наличие входов и выходов, где выходы могут быть положительным полезным результатом в виде товаров и услуг, или отрицательным в виде отходов производства или потребления;

Существует разнообразная классификация экологического менеджмента, однако механизм его осуществления остается практически неизменным для любых субъектов его реализации. Механизм экологического менеджмента действует так: субъект экологического менеджмента, которым может быть элемент рекреационного комплекса, управляет объектом экологического менеджмента, то есть предусматривается реализация управленческих мер субъекта на объекте, таких как планирование, аудит, финансирование, информирование [1]. Результатом таких действий является фактическое состояние объекта воздействия. Завершающим этапом является сравнительная оценка отклонений фактического состояния объекта экологического менеджмента от его идеального состояния, через сравнение их экологических аспектов, под которыми понимают характеристики функционирования объекта относительно требований экологического законодательства и решения экологических задач. Необходимо отметить, что идеальное состояние, к которому стремится субъект экологического менеджмента, имеет собственные факторы, которые его определяют: экологическое законодательство, экологический кризис, экологическое сознание и экологическая культура.

Экологический менеджмент в системе курортно-рекреационного хозяйства предусматривает планирование, реализацию управленческих решений, контроль над выполнением оперативных и стратегических мер по предупреждению, уменьшению и устранению вреда окружающей среде, а также использование рыночных возможностей, которые при этом открываются [3, 4].

Результатом внедрения системы экоменеджмента будет улучшение экологических характеристик, как субъекта, так и объекта экоменеджмента. Система экоменеджмента обеспечит такое улучшение путем совершенствования программ и проектов, экологические аспекты которых определяются, с учетом внутренних предпосылок экономического субъекта и внешних обстоятельств. Экономический субъект самостоятельно определяет сферы применения стандартов управления на уровне организации, функционального подразделения или конкретного направления деятельности.

Предпосылкой нерационального природопользования на рекреационных территориях Российской Федерации можно считать превышение допустимых норм нагрузок на рекреационные комплексы. В этом случае необходимо гармоничное сочетание экономических, экологических и социальных целей курортно-рекреационных комплексов. Достижение таких целей невозможно без комплексной системы, которая предусматривает планирование, реализацию, выполнение соответствующих проектов и программ и контроль над ними [2]. Именно такой комплексной системой является система экологического

менеджмента курортно-рекреационных комплексов как сложных территориальных образований. Рекреационные территории вместе с их образованиями – курортно-рекреационными комплексами имеют проблемы с охраной окружающей среды. Курортно-рекреационным комплексам, которые сочетают в себе такие составляющие, как природные системы, технические системы и обслуживающий персонал, прежде всего, нужно решать вопросы, связанные с защитой окружающей среды и рационального природопользования.

В России государственное управление в области охраны окружающей природной среды имеет четыре целевые функции. Это, прежде всего, соблюдение природоохранного законодательства, контроль над экологической безопасностью, проведение природоохранных мероприятий и достижение согласованности действий государственных и общественных органов [1]. Из них самыми развитыми являются первые две целевые функции: реализация и контроль. Главной задачей экологического менеджмента на территориальном уровне должно стать управление защитой окружающей среды и природопользования для обеспечения устойчивого (сбалансированного) развития курортно-рекреационных территорий, что будет заключаться в экономически эффективном и экологически безопасном природопользовании.

Несмотря на многозначность понятия «менеджмент», сегодня оно преимущественно означает управление на локальном уровне. Соответственно термин «экологический менеджмент» рассматривается преимущественно в таких значениях: а) как деятельность общественных экологических организаций; б) как совокупность основ, методов и средств управления природоохранной деятельностью предприятия; в) как система управления отдельным природным комплексом, подлежащим особой охране.

По данным международных стандартов, система экоманеджмента – это часть общей системы менеджмента, содержащей организационную структуру, планирование деятельности, распределение ответственности, практическую работу, а также процедуры, процессы и ресурсы для разработки, реализации, оценки достигнутых результатов реализации и совершенствования экологической политики, целей и задач [2, 4]. Все эти обоснования системы экоманеджмента касаются, прежде всего, экономических субъектов, которые функционируют на рекреационных территориях. В таком случае, если менеджмент рассматривается на локальном уровне, то на региональном и общегосударственном уровне должна быть система экологического управления. Экологическое управление предусматривает направление деятельности государственных органов и экономических субъектов на соблюдение требований природоохранного законодательства, а также разработку соответствующих проектов, программ для достижения природоохранных целей. В свою очередь, автором экологический менеджмент рассматривается как деятельность лишь экономических субъектов, направленная на достижение их собственных экологических целей, реализацию и выполнение проектов и программ, разработанных на основе принципов экосправедливости и экоэффективности.

Выводы

Система экологического менеджмента открывает новые возможности и способствует своевременному обеспечению природными ресурсами, инновационными элементами рекреационного процесса и получение прибыли от повышения эффективности управленческой деятельности. Начальным этапом формирования системы экологического менеджмента должно стать предупреждение негативного воздействия на окружающую среду. Вся дальнейшая деятельность способна обеспечить экономический и экологический эффект за счет рационального использования сырья, природных ресурсов, снижение потерь.

Международные стандарты в области экоманеджмента выдвигают единое требование-подражание принципу постепенного улучшения. Последовательное улучшение-это процесс развития системы экологического менеджмента, направленный на достижение лучших показателей во всех экологических аспектах деятельности-там, где это возможно в соответствии с экологической политикой. Следовательно, формирование системы экоманеджмента позволит решить проблему, связанную с рациональным природопользованием для удовлетворения потребностей настоящего и возможности удовлетворение потребностей будущих поколений, что является актуальным в контексте реализации Концепции устойчивого развития Российской Федерации до 2030 года.

Хотя необходимым условием перехода к экологически ориентированной модели развития курортно-рекреационных территорий является экономическое благосостояние общества, уже сегодня можно утверждать о создание предпосылок экологизации через образование и решение вопросов об охране окружающей среды с помощью государственной политики. Формирование системы экологического менеджмента приведет к формированию экологически ориентированного бизнеса, и послужит эффективному устойчивому и экологически безопасному развитию нашего государства.

Литература

1. Белов Г. В. Экологический менеджмент: Учеб. Пособие. М.: Логос, 2006. 240 с.
2. Литвак С. М. и др. Экологический менеджмент и аудит: Учеб. пособие. К.: Профессионал, 2005. 112 с.
3. Маркетинг и менеджмент инновационного развития: Монография / Под общ. ред. д. э. н., проф. С. М. Ильяшенко. Сумы: ВТД «Университетская книга», 2006. 728 с.
4. Норт К. Основы экологического менеджмента (Введение в экологию промышленного производства). М.: Планета, 1994. 220 с.
5. Пашков Е. В., Фомин Г. С., Красный Д. В. Международные стандарты ИСО 14000. Основы экологического управления. М.: ИПК Изд-ва стандартов, 1997. 462 с.

S. V. Kondrashov

Environmental management in the system of environmental governance

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation
e-mail: weras1945@mail.ru

Abstract. The article defines the essence of the relationship between such concepts as environmental management and environmental governance. The classification of environmental management is considered, taking into account various features. The mechanism for the implementation of environmental management of economic entities is determined. The author gives characteristics of the elements of the environmental management system. The relationship between the elements of environmental management of economic entity and environmental management by regional and state authorities is considered.

Keywords: environmental management, biotic factor, ecosystem, environmentally safe development, environmental protection, recreation.

References

1. Belov G.V. Jekologicheskij menedzhment: Ucheb. Posobie. M.: Logos, 2006. 240 s. (in Russian)
2. Litvak S. M. i dr. Jekologicheskij menedzhment i audit: Ucheb. posobie. – K.: Professional, 2005. 112 s. (in Russian).
3. Marketing i menedzhment innovacionnogo razvitija: Monografija / Za zag. red.d. je. n., prof. S. M. Il'jashenko. Sumy: VTD «Universitetskaja kniga», 2006. 728 s. (in Russian).
4. Nort K. Osnovy ekologicheskogo menedzhmenta. M.: Planeta, 1994. 220 s. (in Russian)
5. Pashkov E. V., Fomin G. S., Krasnyj D. V. Mezhdunarodnye standarty ISO 14000. Osnovy jekologicheskogo upravlenija. M.: IPK Izd-va standartov, 1997. 462 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 10.10.2022 г.

УДК 502.3
Л. Э. Рыфф

Заметки к стратегии природоохранной деятельности в Крыму

ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»,
г. Ялта, Российская Федерация
e-mail: lyubov.ryff@yandex.ru

Аннотация. *Предлагается план мероприятий по реализации природоохранной стратегии в Крыму. Он включает пять направлений: контроль видов биоты, охрану растительных сообществ, охрану биотопов и ландшафтов, оценка особо охраняемых природных территорий, мониторинг социально-экономических процессов. Дан краткий анализ современного состояния и перспектив подготовки научной базы для реализации стратегии.*

Ключевые слова: *охрана природы, созологическая оценка видов, охрана растительных сообществ, охрана биотопов, Бернская конвенция, EUNIS habitat classification, особо охраняемые природные территории, Крым.*

Введение

В Крыму природоохранная деятельность имеет более чем 100-летнюю историю. На первом этапе она носила преимущественно интуитивный характер и основывалась на экспертном мнении отдельных ученых. Благодаря тому, что эти ученые – ботаники, зоологи, географы – имели универсальную подготовку в естественнонаучной сфере и были специалистами высочайшего класса, они абсолютно правильно определили приоритеты в охране крымской природы и выделили наиболее значимые территории, нуждающиеся в заповедании. Однако в последние десятилетия в связи с существенной глобальной потерей биологического и ландшафтного разнообразия подходы к охране природы в мире изменились. Появились отдельные направления науки (созология, энвайронментология), которые занимаются разработкой и использованием объективных формализованных критериев при планировании и внедрении природоохранных стратегий. Многие из этих критериев являются международно признанными. В Крыму поворот к современным методам охраны природы наметился во второй половине 1990-х годов, но этот процесс до сих пор полностью не завершен. Поэтому существует очевидная необходимость в адаптации существующей природоохранной стратегии к современным тенденциям.

Целью данной работы является разработка предложений по некоторым возможным направлениям природоохранной деятельности в Крыму на основе как традиционных, так и современных подходов и критериев.

Эффективная природоохранная стратегия является одним из основных инструментов, обеспечивающих устойчивое развитие регионов. Для Крыма как курортного региона, где природные комплексы играют роль одного из главных ресурсов экономики, это особенно важно и актуально.

Материалы и методы

Работа основана на подходах и методах, признанных на региональном, национальном и международном уровне, а также основных положениях природоохранных документов [1–9].

При подготовке стратегии использованы как собственные наработки автора, так и опубликованные результаты научных исследований, касающиеся данной тематики. В связи с их большим количеством в списке литературы приведены только некоторые из этих публикаций [10–18].

Результаты и обсуждение

Для оптимизации природоохранной деятельности в Крыму, придания ей системного, научно обоснованного характера нами предлагается следующая схема ее планирования.

Основные положения предлагаемой природоохранной стратегии.

I. Контроль видов биоты.

1. Полные списки видов биоты.
2. Базы данных по географическому распространению и биотопическому распределению видов.
3. Оценка видов по критериям МСОП [2] (созологическая оценка), по критериям инвазионности [10] и другим шкалам.
4. Категоризация видов согласно МСОП [2] и по другим шкалам.
5. Выявление видов с международным охранным статусом.
6. Объективный отбор видов, нуждающихся в охране (ревизия Красных книг).
7. Отбор хозяйственно ценных видов (список с указанием практической ценности).
8. Отбор инвазионных, сорных и других вредных видов (список с указанием практической значимости, в т. ч. Черный список [10] и т. п.).
9. Разработка стратегий (перечня мероприятий) по сохранению каждого редкого вида *in situ* и *ex situ*.
10. Разработка стратегий (перечня мероприятий) по рациональному использованию хозяйственно ценных видов (в т. ч. научно обоснованных лимитов на сбор, рубку, отстрел, отлов и т. п.).
11. Разработка стратегий (перечня мероприятий) по сдерживанию распространения инвазионных видов, модели поведения в отношении сорных (в первую очередь, карантинных сорняков), ядовитых, аллергенных и других опасных видов.
12. Мониторинг состояния популяций редких, инвазионных и хозяйственно значимых видов.
13. Коррекция природоохранной стратегии в отношении каждого вида.

II. Охрана растительных сообществ (аналогично по зооценозам).

1. Картосхема растительного покрова (геоботаническая карта).
2. Перечень растительных сообществ (продромус растительности).
3. Разработка критериев оценки редкости и ценности растительных сообществ.

4. Оценка и категоризация растительных сообществ по степени редкости и ценности.
5. Каталог нуждающихся в охране растительных сообществ (Зеленая книга).
6. Разработка стратегий охраны каждого редкого растительного сообщества.
7. Мониторинг состояния растительного покрова.
8. Коррекция природоохранной стратегии в отношении каждого типа растительности и конкретных фитоценозов.

III. Охрана биотопов и ландшафтов.

1. Ландшафтная структура территории (карта природных зон, ландшафтная карта).
2. Каталог биотопов региона по EUNIS habitat classification [11].
3. Оценка природоохранной ценности в соответствии с Приложением 4 Бернской конвенции [1].
4. Видовой состав биотической компоненты биотопов и его оценка в соответствии с Приложением 6 Бернской конвенции и Приложением Директивы о местообитаниях [1, 4].
5. Красная книга биотопов региона.
6. Выявление антропогенно нарушенных биотопов, нуждающихся в восстановлении (выработанные карьеры, заброшенные сельхозугодья).
7. Картирование (картографическая привязка) биотопов, нуждающихся в охране или восстановлении.
8. Зонирование территории с целью оптимизации системы природопользования.

IV. Особо охраняемые природные территории.

1. Схема размещения ООПТ в регионе по ландшафтным зонам и другим физико-географическим выделам.
2. Каталог ООПТ с категориями и площадями.
3. Характеристика каждой ООПТ: количественные (общее количество видов и объем раритетной фракции, количество синтаксонов растительности разных рангов (в т. ч. нуждающихся в охране), количество биотопов разных рангов (в т. ч. редких и охраняемых Бернской конвенцией)) и качественные (список флоры (фауны), список редких видов, продромус растительности, перечень редких фито- и зооценозов, перечень биотопов, в т. ч. нуждающихся в охране) параметры биоразнообразия.
4. Разработка критериев (видовое, ценотическое и биотопическое богатство; количество редких и уникальных для территории видов, сообществ и местообитаний; типичность и репрезентативность для ландшафтной зоны или физико-географического района) и комплексная оценка природоохранной значимости каждого ООПТ.
5. Выявление участков, отвечающих критериям Изумрудной сети (наличие видов и биотопов, охраняемых Бернской конвенцией), с целью придания им международного статуса охраны.
6. Планирование и формирование «сети» охраняемых территорий с учетом динамических процессов (миграций видов, сукцессий растительности).

V. Мониторинг социально-экономических процессов.

1. Объективная экологическая экспертиза территорий, предполагаемых под застройку и освоение (карьеры, садовые товарищества, сельскохозяйственное освоение и т. д.).

2. Мораторий на хозяйственное освоение ранее не освоенных природных участков, особенно при наличии на них подлежащих охране видов, сообществ и местообитаний.

3. Контроль за использованием технологий (ирригация, загрязнение промышленными отходами, выбросами, радиацией и т. п.) и оценка степени их негативного влияния.

4. Контроль за использованием природных ресурсов: охота, рыболовство, лесозаготовки, заготовка лекарственных трав и другого сырья и т. п.

5. Мониторинг рекреационной нагрузки на охраняемых и других природных и полуприродных территориях.

В результате проведенного анализа:

- должны быть даны оценка эффективности охраны каждого редкого вида, растительного сообщества и биотопа и конкретные рекомендации по улучшению их охраны;

- должна быть оценена роль каждой существующей и планируемой ООПТ в сохранении видового, ценотического и биотопического разнообразия и разработана (оптимизирована) перспективная природоохранная сеть, характеризующаяся полной ландшафтной репрезентативностью и обеспечивающая охрану всех нуждающихся в ней видов, сообществ и биотопов.

Оценка современного состояния вопроса

Значительная часть материалов, которые должны лечь в основу природоохранной стратегии, уже собрана и наработана несколькими поколениями крымских ученых и международным научным сообществом, но многое еще необходимо сделать, обобщить и внедрить в практику полученные результаты.

Видовой уровень. Опубликованы список природной флоры Крымского полуострова [12], региональные Красные книги [7, 8], список инвазионных видов [10]. Имеются публикации о видах с международным охранным статусом. Часть видов оценена по критериям МСОП на региональном и глобальном уровне. Имеются данные по географическому и биотопическому распределению отдельных таксонов [13], а также сведения о хозяйственной ценности и практической значимости видов крымской флоры. В то же время информация по большинству пунктов нуждается в существенном дополнении, уточнении, актуализации и обобщении.

Ценотический уровень. Имеется несколько вариантов картосхем растительности Крымского полуострова [14, 15], но они мелкого масштаба. Подготовлены продромусы растительности [16], однако они не охватывают всего многообразия растительных сообществ Крыма, нуждаются в существенном дополнении и актуализации. Разработка критериев редкости фитоценозов и подготовка Зеленой книги Крыма находятся на начальном этапе.

Ландшафтно-биотопический уровень. Составлено несколько вариантов карт природных зон, природных комплексов, ландшафтных и физико-географических карт Крыма (авторы Г.Е. Гришанков, В.Г. Ена, Е.А. Позаченюк, Т.В. Бобра, А.И. Лычак и др.). Имеются наработки по классификации и характеристике биотопов как на европейском, так и на региональном уровнях в соответствии с EUNIS habitat classification, а также на других принципах [11, 17, 18]. Необходимо уточнение границ выделов физико-географического (в

частности, ботанико-географического) районирования, разработка полной иерархической системы биотопов полуострова и оценка степени их редкости (Красная книга биотопов Крыма).

ООПТ. Имеется каталог и схема размещения заповедных территорий Крыма. Опубликованы списки флоры всех заповедников и многих других ООПТ, а также перечни охраняемых видов, но некоторые из них нуждаются в дополнении и уточнении. По ряду заповедных объектов такие сведения отсутствуют. Это относится и к зоологической информации. Сведения о растительности ООПТ, в основном, носят общий характер, за исключением отдельных территорий, для которых составлены карты растительности и/или перечни растительных сообществ. Биотопическая характеристика дана только для небольшого числа ООПТ. Имеются наработки по оценке и включению территорий в Изумрудную сеть, формированию локальных и региональной экологических сетей [9]. Необходимо провести анализ репрезентативности ООПТ, разработать критерии и осуществить комплексную оценку значимости заповедных объектов, продолжить работу по созданию не формального, а функционального экологического каркаса Крыма.

Выводы

Региональная природоохранная стратегия должна включать несколько параллельных направлений – видовое, ценотическое, биотопическое. Ее главным конечным продуктом должна стать эффективно работающая сеть ООПТ разного уровня с различным режимом охраны, которая позволила бы сохранить в достаточном для их нормального функционирования объеме все природные комплексы Крымского полуострова.

Стратегия должна быть научно обоснованной и базироваться на результатах специальных исследований, как уже проведенных, так и планируемых для заполнения имеющихся пробелов. К выполнению стратегии необходимо привлечь широкую сеть государственных, научных и общественных организаций.

Литература

1. The Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://conventions.coe.int/treaty/en/Treaties/Html/104.htm>.
2. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.iucnredlist.org>.
3. Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 130 p.
4. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm.
5. Выработка приоритетов: новый подход к сохранению биоразнообразия в Крыму. Вашингтон: BSP, 1999. 257 с.
6. Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

7. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. Симферополь: ООО «ИТ «Ариал», 2015. 480 с.
8. Красная книга города Севастополя. Калининград; Севастополь; ИД «РОСТ-ДООАФК», 2018. 432 с.
9. Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети. Киев, 2013. 272 с.
10. Багрикова Н. А., Скурлатова М. В. Материалы к "Черной книге" флоры Крымского полуострова // Российский журнал биологических инвазий. 2021. № 2. С. 16-31.
11. Davies C. E., Moss D., Hill M.O. EUNIS habitat classification revised 2004. European Environment Agency, 2004. 307 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/eunis/eunis-habitat-classification/documentation/eunis-2004-report.pdf>.
12. Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова. Симферополь: Н.Оріанда, 2012. 232 с.
13. Рыфф Л. Э. Биотопическая характеристика некоторых редких видов флоры в юго-западном Крыму // Экосистемы. 2017. Вып. 11. С. 14-23.
14. Рубцов Н. И. Растительный мир Крыма. Научно-популярный очерк. Симферополь: Таврия, 1978. 128 с.
15. Дидух Я. П. Растительный покров Горного Крыма (структура, динамика, эволюция и охрана). Киев: Наук. думка, 1992. 256 с.
16. Корженевский В. В., Багрикова Н. А., Рыфф Л. Э., Левон А. Ф. Прогноз растительности Крыма (20 лет на платформе флористической классификации) // Бюллетень Главного ботан. сада. 2003. Вып. 186. С. 32-51.
17. Біотопи Гірського Криму. Київ: ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2016. 292 с.
18. Рыфф Л. Э. Редкие биотопы эрозионно-денудационных ландшафтов юго-восточного Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботан. сада. 2017. № 124. С. 61-71.

L. E. Ryff

Notes on the Nature Conservation Strategy in Crimea

Nikita Botanical Garden – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russian Federation
e-mail: lyubov.ryff@yandex.ru

Abstract. *An action plan for the implementation of the nature conservation strategy in the Crimea is proposed. It includes five areas: control of biota species, plant communities conservation, biotopes and landscapes conservation, assessment of specially protected natural areas, and monitoring of socio-economic processes. A brief analysis of the current state and prospects for the preparation of a scientific base for the implementation of the strategy is given.*

Keywords: *nature conservation, zoological assessment of species, plant communities conservation, biotopes conservation, Bern Convention, EUNIS habitat classification, protected areas, Crimea.*

References

1. The Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention) URL: <http://conventions.coe.int/treaty/en/Treaties/Html/104.htm> (in English)
2. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. 2022. Published at: <http://www.iucnredlist.org>. (in English)
3. Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 130 p. (in English)
4. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora. URL: http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm (in English)
5. Vyrabotka prioritetov: novyi podkhod k sokhraneniyu bioraznoobraziya v Krymu. Vashington: BSP, 1999. 257 p. (in Russian)
6. Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (Rasteniya i griby). M.: Tovarischestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2008. 855 p. (in Russian)
7. Krasnaya kniga Respubliki Krym. Rasteniya, vodorosli i griby. Simferopol: OOO «IT «Arial», 2015. 480 p. (in Russian)
8. Krasnaya kniga goroda Sevastopolya. Kaliningrad; Sevastopol; ID «ROST-DOAFK», 2018. 432 p. (in Russian)
9. Priroda Vostochnogo Kryma. Otsenka bioraznoobraziya i razrabotka proekta lokalnoy ekologicheskoy seti. Kiev, 2013. 272 p. (in Russian)
10. Bagrikova N. A., Skurlatova M. V. Materialy k "Chernoy knige" flory Krymskogo poluostrova // Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy. 2021. № 2. P. 16-31. (in Russian)
11. Davies C. E., Moss D., Hill M.O. EUNIS habitat classification revised 2004. European Environment Agency, 2004. 307 p. Published at: <http://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/eunis/eunis-habitat-classification/documentation/eunis-2004-report.pdf>. (in English)
12. Ena A.V. Prirodnaya flora Krymskogo poluostrova. Simferopol: N.Orianda, 2012. 232 p. (in Russian)
13. Ryff L. E. Biotopicheskaya kharakteristika nekotorykh redkikh vidov flory v yugo-zapadnom Krymu // Ekosistemy. 2017. Vyp. 11. P. 14-23. (in Russian)
14. Rubtsov N. I. Rastitelnyi mir Kryma. Nauchno-populyarnyi ocherk. Simferopol: Tavriya, 1978. 128 p. (in Russian)
15. Didukh Ya. P. Rastitelnyi pokrov Gornogo Kryma (struktura, dinamika, evolyutsiya i okhrana). Kiev: Nauk. dumka, 1992. 256 p. (in Russian)
16. Korzhenevskiy V. V., Bagrikova N. A., Ryff L. E., Levon A. F. Prodrum rastitelnosti Kryma (20 let na platforme floristicheskoy klassifikatsii) // Byulleten Glavnogo botan. sada. 2003. Vyp. 186. P. 32-51. (in Russian)
17. Biotopi Gorskogo Krimu. Kiiv: TOV «NVP Interservis», 2016. 292 p. (in Ukrainian)
18. Ryff L. E. Redkie biotopy erozionno-denudatsionnykh landshaftov yugo-vostochnogo Kryma // Byulleten Gosudarstvennogo Nikitskogo botan. sada. 2017. № 124. P. 61-71. (in Russian)

Поступила в редакцию 22.10.2022

УДК 910.3:556(477.75)

Л. М. Соцкова

***Приоритеты продуктивности
использования вод Северо-
Крымского канала и безопасности
экологических издержек***

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
им. В.И. Вернадского», Институт «Таврическая
академия», г. Симферополь, Российская Федерация
e-mail: slms2986@mail.ru

Аннотация. Проведен сбор, анализ, систематизация и обобщение статистических, литературных, фондовых материалов и личных исследований о приоритетных направлениях современного использования вод Северо-Крымского канала, перспективами широкомасштабного развития орошаемого земледелия, в том числе рисосеяния, в целях противодействия проявлению повышенной антропогенной нагрузки, резкой интенсивности деградационных процессов, управления рисками снижения качества земельных и водных ресурсов.

Ключевые слова. Северо-Крымский канал, наливные водохранилища, экологические издержки, подъем уровня грунтовых вод, вторичное засоление, подтопление, виртуальная вода.

Введение

К облигатным, незаменимым факторам развития Республики Крым, в первую очередь относится доступность водных ресурсов. Водообеспеченность территории полуострова одна из самых низких среди административных регионов Российской Федерации.

На протяжении длительного исторического периода именно дефицит воды препятствовал использованию богатейшего природно-ресурсного потенциала Крыма. Строительство Северо-Крымского канала (СКК) – пример реализации одного из амбициозных гидротехнических сооружений Евразии XX века. Использование транзитных вод привело к созданию действенной водохозяйственной системы, стремительным темпам роста аграрного и промышленного производства, решению проблем обеспечения населения питьевой водой и, соответственно, новой организации общества.

Окончание водной блокады, возврат в регион транзитных днепровских вод, накопленный опыт экономного использования местных водных ресурсов ставят задачи организации водной политики и корректировки структуры водопотребления, внедрения технологических мониторинговых и управленческих инноваций.

Материалы и методы

В целях формирования банка данных использовались следующие материалы:

- годовые отчеты по технической эксплуатации оросительных систем канала за 1998-2010 гг., сводные итоги инвентаризации внутрихозяйственных коллекторно-дренажных систем, находящихся на балансе правопреемников в Крыму на 01.01.2004-01.01.2011 гг., цифровые модели залегания уровня грунтовых вод и подтопления территории.

Актуальность исследования определяется перспективами использования транзитных вод канала в целях восстановления орошаемого земледелия региона как гарантированной основы развития сельскохозяйственного производства, обеспечения свободного доступа населения к чистой питьевой воде и базой стратегической безопасности Республики Крым.

Результаты и обсуждение

Северо-крымский канал, на протяжении более, чем полувекового своего функционирования, являлся каркасом водохозяйственной системы и базисом экономического развития Крыма. В 80 годы прошлого века, площадь орошаемых территорий составляла более 401,4 тыс. га, при общей протяженности ирригационной сети в 10700 км [1]. При этом, если плотность речной сети в степном Крыму в среднем 0,25 км/ км², то плотность оросительной сети поливных земель на порядок выше - достигала 3 км/ км² [2, 3]. Использование аккумулированных в наливных водохранилищах и РЧВ объемом в 139 млн м³ днепровских вод в свою очередь решило проблему водоснабжения центрального и юго-восточного Крыма.

Тренд общемировых тенденций современных климатических изменений – увеличение среднемесячных температур, экстремальных значений биоклиматических показателей четко проявляется и на территории Крыма. Что еще более демонстрирует риски засух и высокую значимость ресурсов СКК для колоссального экономического роста Республики Крым. Тем не менее, необходимо отметить – воды канала не являются комплиментарным природным капиталом. Их современный денежный эквивалент формируют затраты на электроэнергию при подъеме вод и их транспортировке, на содержание и восстановление инфраструктуры магистрального канала, наливных водохранилищ, дренажно-ирригационной сети, сочленений крупных от ветвлений СКК с балками и сухоречьями, обкладки ирригационных каналов водонепроницаемыми материалами, затраты на фитомелиорации и т.д.

При реализации основных направлений использования днепровских вод ключевым аспектом является противодействие экологическим издержкам и учет негативных составляющих более чем полувекового опыта организации орошаемого земледелия.

Пуск канала, заполнение уникальных наливных водохранилищ и подземных резервуаров чистой воды, создание многочисленных прудов и «резервов», нарезка межрайонных, межхозяйственных и внутрихозяйственных оросителей фактически «перекрыло» гидрографическую систему степного Крыма. Широкое территориальное внедрение оросительных мелиораций и расточительный характер водопользования в сельском хозяйстве сопровождалось колоссальными потерями оросительной воды (до 30% от водозабора), и переводом ее в недоступные для хозяйственного использования звенья круговорота. Эксплуатация СКК и трансформация естественных сухостепных ландшафтов спровоцировала проявление следующих экологических последствий орошения:

- поднятие уровня грунтовых вод (УГВ);
- проявление процессов вторичного засоления;
- осолонцевание, агро-ирригационное уплотнение, дегумификация почв;
- формирование адвентивной флоры и ее экспансия в естественные степные сообщества;
- сокращение набора выращиваемых культур
- подтопление городов и населенных пунктов.

Прогноз, предрекавший поднятия УГВ (при критическом его уровне в 1,5–2,5 м) в 30-50 летнем временном лаге не оправдался. Практически в первые же несколько лет орошения средний уровень подъема грунтовых вод отмечался от 30 см до 1,0–1,5 м в год. Например, на поливных землях Центрального Присивашья, располагавшихся в пределах приморских и прибалочных ландшафтов, глубина залегания уровней грунтовых вод от поверхности часто не превышала глубины 0–1–1–2 м (рис. 1).

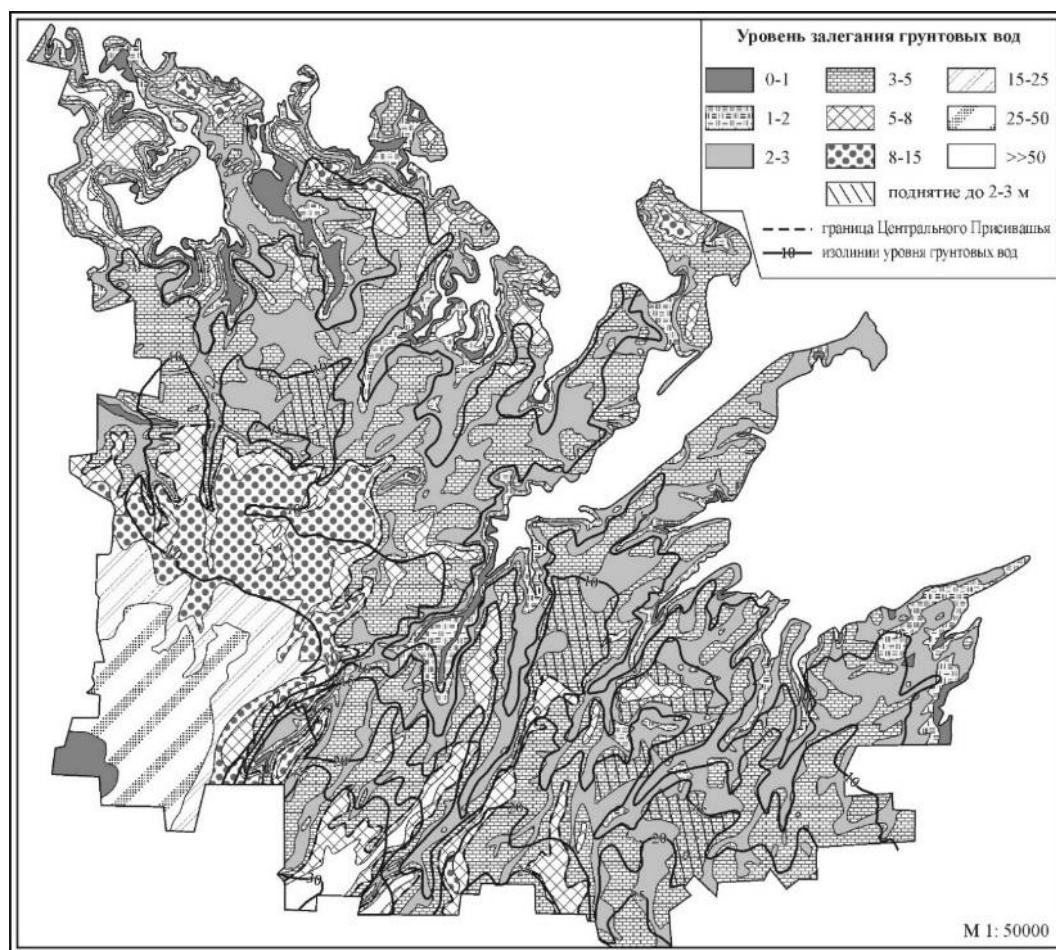


Рис. 1. Глубина залегания грунтовых вод на поливных и прилегающих землях Центрального Крымского Присивашья

Составлен автором

Резкая реакция орошаемых и прилегающих к ним земель, формирование крупных Евпаторийской и Феодосийской зон подтопления вызвала необходимость строительства дорогостоящей дренажно-коллекторной сети,

общая дина которой в полтора раза превышала протяженность оросительной сети и составляла 15 тыс. км [4]. Для отвода ирригационно-дренажных вод в заливы Азовского и Черного морей спрямлялись русла малых рек, балок и сухоречий. Например, в пик орошения только в Сиваш сбрасывалось до 540 млн м³ за поливной сезон [5].

Начиная со второй половины 1990 - х годов, водозабор из СКК и площади поливных земель постепенно сокращались. Но колоссальной и трудно решаемой проблемой явилось подтопление земель и особенно селитебных территорий.

О резком ухудшении гидрологической ситуации в населенных пунктах Крыма свидетельствуют данные табл. 1 и рис. 2.

Таблица 1

Площади подтопленных сельскохозяйственных угодий и количество подтопленных населенных пунктов в 2003 г.

Название Управления оросительных систем (УОС)	Площадь подтопленных сельскохозяйственных угодий, тыс. га	Количество подтопленных населенных пунктов, шт.
Сакское УОС	1,681 (в госсистеме -1,529)	14, в т.ч. в зоне оросит. систем 15
Нижегородское УОС	1,261	11
Красногвардейское УОС	0,013	2
Тайганское УОС	0,019	12
Ленинское УОС	0,004	21
Красноперекоепское УОС	0,048	21
Бахчисарайское УОС	0,046	6
Раздольненское УОС	1,99	3
Салгирское УОС	0,038 (0,018)	9, в т.ч. в зоне оросит. систем 25

Составлено по [1, 5]

Показатели уровней залегания грунтовых вод на орошаемых землях Крыма в более поздний период с временным лагом в 20 лет иллюстрирует табл. 2.

Таблица 2

Показатели уровней залегания грунтовых вод на орошаемых землях

Годы	Площади, охваченные наблюдением, тыс. га / %	В том числе с уровнем залегания грунтовых вод				
		От 0 до 1 м	От 1 до 2 м	От 2 до 3 м	От 3 до 5 м	Более 5 м
1980	265,2 100 %	18,9 7,1 %	22,8 8,5 %	65,4 24,7 %	42,6 16,0 %	115,5 43,5 %
2000	397,7 100 %	10,8 2,8 %	20,9 5,2 %	65,1 16,4 %	89,8 22,5 %	211 53,1 %

Составлено по [6]

На рис. 2 заметно, что из 77 населенных пунктов, располагающихся вдоль магистрального канала и его основных ответвлений, 21 полностью подтоплены.

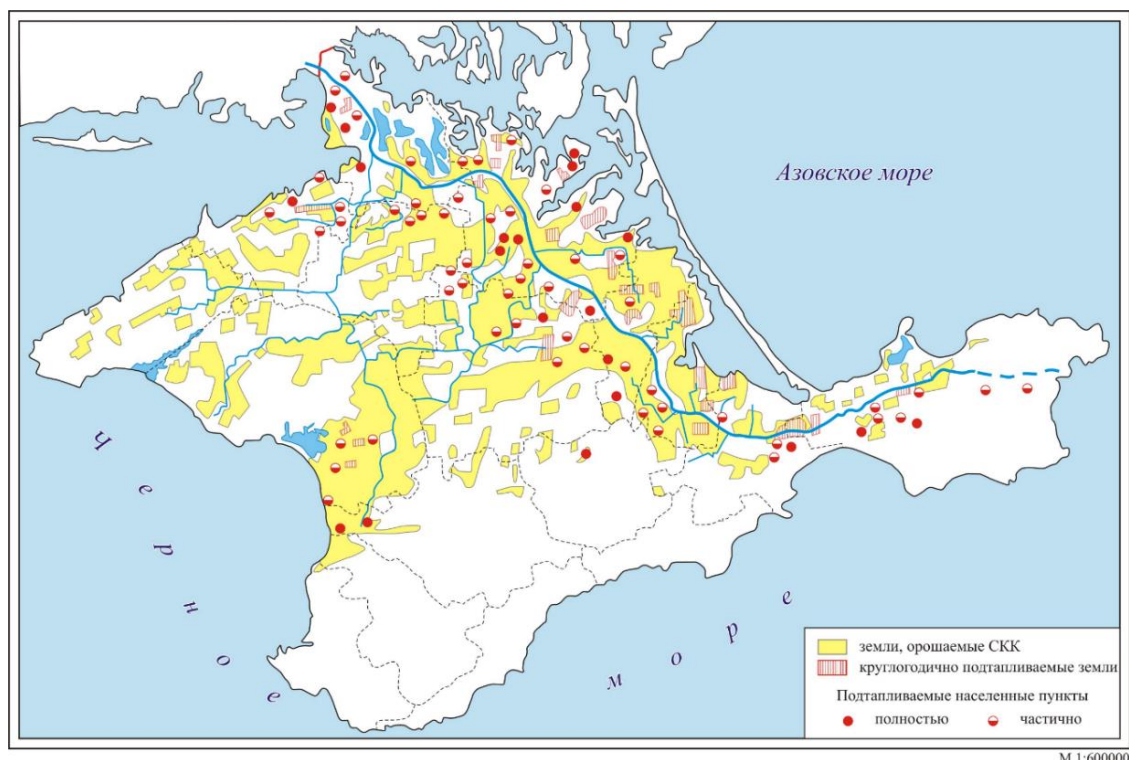


Рис. 2. Подтопление земель и населенных пунктов
Составлен автором

Согласно данным последних исследований после прекращения подачи воды по СКК, по состоянию на конец поливного сезона 2017 г. площадь орошаемых земель с глубиной залегания УГВ до 2 м составила 2421 га [7].

Таблица 3

Динамика уровней грунтовых вод на орошаемых землях Крыма (включая город Севастополь), в га

Уровень грунтовых вод, м	Год				2010 г. к 2017 г. (+ -)
	2010	2014	2016	2017	
0 - 1	4965	33	17	29	-4936
0 - 2	27715	20515	3146	2421	-25294
0 - 3	53700	50017	25873	17553	-36147
3,0 – 5,0	90427	85307	100370	104121	+13694
Более 5 м	257406	266209	275290	279859	+22453
Контролируемая площадь, всего	401533				

Составлено по [7]

Таким образом, использование вод СКК, орошение и обводнение территории привели к формированию опасных экологических ситуаций и

широкому развитию негативных процессов, риски повторения которых чрезвычайно высоки.

Экологическая роль водных ресурсов, водообеспеченность природных экосистем, ландшафтов ООПТ, предотвращение нарушений экологического равновесия должны быть реализованы путем превентивного своевременного принятия адекватных мер на основе эффективной реализации законодательства в водной сфере.

Современное управление использованием транзитных вод должно базироваться на увязке экономических, социальных и экологических критериев во всех временных лагах - оперативном, годовом, многолетнем и перспективном.

В концептуальном отношении продуктивность использования водных ресурсов СКК (**P**) можно иллюстрировать выражением:

$$P = f(U_{X1} \cdot U_{X2} \cdot U_{X3} \cdot U_{X4} \cdot U_{X5} \cdot U_{X6} \cdot U_{X7} \cdot U_{X8} \cdot \dots U_{Xn}) (1),$$

где:

U_{X1} – правильный выбор территорий размещения орошаемого растениеводства с учетом характеристик ландшафтов, устойчивых к применяемым технологиям (например, рисовников);

U_{X2} – требования к качеству поливной воды для различных почвенных условий и разных сельскохозяйственных культур;

U_{X3} – внедрение севооборотов на орошаемых землях, инновационных водосберегающих технологий полива, повышение КПД оросительных систем;

U_{X4} – противодействие и/или сведение до минимума сбросов воды в Сиваш и прибрежные озера и заливы;

U_{X5} – развитие средообразующей фитомелиоративной инфраструктуры (лесополосы, залужение, фиторемедиация и т.д.);

U_{X6} – внедрение инновационных технологий использования возвратных вод;

U_{X7} – применение современных геоинформационных систем для разработки и внедрения интерактивных карт водозабора, водоотведения, качества воды, расчетов мелиоративных и экологических прогнозов;

U_{X8} – развитие экспорта виртуальной воды, как продукта водоемкого производства и специфического и незаменимого товара.

Необходимо подчеркнуть – в современных реалиях тенденции пространственно-временной трансформации водных ресурсов развиваются в направлении отказа от дорогостоящего крупномасштабного гидротехнического строительства в пользу развития рынка продажи виртуальной воды. В мировом растениеводстве диапазон объемов водопотребления основных культивируемых злаков – риса и пшеницы, а из технических культур хлопчатника, в первую очередь определяется местными климатическими условиями и варьирует в чрезвычайно широких пределах. В этой связи встает вопрос о расширении приоритетных направлений использования вод СКК – развития экспорта виртуальной воды.

Выводы

Таким образом, функционирование СКК способствовало значительному повышению эффективности сельскохозяйственного производства, территория региона была объектом внутренней миграции, население региона обеспечено продукцией собственного растениеводства, работой и доходом. Но экстенсивное использование природных ресурсов, расточительное водопользование, подъем

уровня грунтовых вод, дегумификация почв сформировали на территории Крыма ряд унаследованных экологических проблем. Безопасности экологических издержек могут способствовать использование современных инструментов управления природопользованием

Основные направления использования вод канала необходимо реализовать на базе анализа экологических издержек, снижения риска их проявления, использования современных геоинформационных систем для разработки и внедрения интерактивных карт водозабора, водоотведения и качества вод.

Внедрение инновационных технологий, выход на мировой рынок торговли виртуальной водой (особенно вододефицитных стран) перспективны как с геополитических позиций, так и роста эффективности использования водных ресурсов.

Литература

1. Годовые отчеты по технической эксплуатации оросительных систем канала за 1998-2010 гг. Симферополь. Рескомводхоз Крыма.
2. Карта «Развитие орошения в зоне СКК», 1988, Салгирское УОС, масштаб 1:280000.
3. Карта «Состояние земель в зоне СКК, 1999, 2003. Крымская геолого-гидро-мелиоративная экспедиция
4. Сводные итоги инвентаризации внутрихозяйственных коллекторно-дренажных систем, находящихся на балансе правопреемников в АРК на 01.01.2004, Крымская геолого-гидро-мелиоративная экспедиция.
5. Водное хозяйство Крыма. Симферополь: Доля, 2008. 264 с.
6. Соцкова Л. М. Использование транзитных вод в Крыму: проблемы и экологические последствия // Мат. Международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты». Воронеж, 12 – 16 ноября 2019 года. С. 314-319.
7. Ляшевский В. И., Вердыш М. В. Мелиоративная характеристика орошаемых земель Крыма // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, №3 (31), 2018. С. 86-99.

L. M. Sotskova

Priorities of productivity of the water use of the North-Crimean Canal and the safety of environmental costs

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy, Simferopol, Russian Federation
e-mail: slms2986@mail.ru

Abstract. *The collection, analysis, systematization and generalization of statistical, literary, stock materials and personal research on the priority directions of modern use of the waters of the North-Crimean Canal, the prospects for the large-scale development of irrigated agriculture, including rice planting, in order to counteract the*

manifestation of increased anthropogenic load, the sharp intensity of degradation processes, risk management of land and water quality reduction resources.

Keywords: *The North Crimean Canal, bulk reservoirs, environmental costs, rising groundwater levels, secondary salinization, flooding, virtual water.*

References

1. Godovye otchety po tehnicheckoj ekspluatatsii orositelnyh sistem kanala za 1998-2010 gg. Simferopol. Reskomvodhoz Kryma (in Russian)
2. Karta «Razvitie orosheniya v zone SKK», 1988, Salgirsckoe UOS, masshtab 1:280000. (in Russian)
3. Karta «Sostoyanie zemel' v zone SKK, 1999, 2003. Krymsckaya geologo-gidro-meliorativnaya ekspediciya (in Russian)
4. Svodnye itogi inventarizatsii vnutrihozyajstvennyh kollektorno-drenaznyh sistem, naxodyashchihsya na balanse pravopreemnikov v ARK na 01.01.2004, Krymsckaya geologo-gidro-meliorativnaya ekspediciya (in Russian)
5. Vodnoe xozyajstvo Kryma. Simferopol: Dolya, 2008. 264 s. (in Russian)
6. Soczkova L. M. Ispolzovanie tranzitnyh vod v Krymu: problemy i ekologicheskie posledstviya // Mat. Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Teoreticheskie i prikladnye problemy geograficheskoy nauki: demograficheskij, socialnyj, pravovoj, ekonomicheskij i e'kologicheskij aspekty». Voronezh, 12-16 noyabrya 2019 goda. S. 314-319. (in Russian)
7. Lyashevskij V. I., Verdysh M. V. Meliorativnaya harakteristika oroshaemyh zemel Kryma // Nauchnyj zhurnal Rossijsckogo NII problem melioratsii, №3 (31), 2018. S. 86-99. (in Russian)

Postupila v redaktsiju 20.11.2022 g.

УДК 502.17

В. С. Кондрашова

Здоровье экосистемы и менеджмент лесопользования

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный
университет», г. Владивосток, Российская
Федерация
e-mail: valeriela33vio@gmail.com

Аннотация. Управление лесными экосистемами и здравоохранением природы – это две взаимосвязанные, но разные концепции. Автор рассуждает о взаимосвязи между управлением лесопользования и здравоохранением экосистем. Чтобы реализовать устойчивое лесопользование, цель его должна быть изменена с традиционного приоритета использования на направление акцентирования внимания на здоровье лесной экосистемы, что является необходимой предпосылкой для устойчивого развития экологических, экономических и социальных преимуществ лесов.

Ключевые слова: здравоохранение природы, экосистема, здоровье экосистемы, менеджмент экосистемы, лесопользование.

Введение

Лес является основным элементом наземной экосистемы. Это банк природных ресурсов, банк биологических генов и банк хранения энергии, который играет решающую роль в улучшении экологической среды земли и поддержании экологического баланса. Поэтому леса также имеют большое стратегическое значение для устойчивого развития человеческой экономики, особенно для развивающихся стран, стремящихся избавиться от бедности. С 1990-х годов, с углубленным изучением роли лесов в глобальном изменении климата, а также свою роль в защите биоразнообразия и поддержании атмосферного экологического баланса, люди выдвигают все более насущные требования к устойчивому развитию лесов.

Ученые-лесоводы всего мира изучали теорию устойчивого лесопользования с разных точек зрения. Одно из наиболее распространенных определений устойчивости сформулировано Р. Риклефсом: «Устойчивость — это внутренне присущая системе способность выдерживать изменение, вызванное извне, или восстанавливаться после него». Это определение учитывает два аспекта стабильности сообщества: во-первых, сопротивляемость внешним воздействиям, т.е. сохранение присущих данному сообществу структурно-функциональных черт, а во-вторых, способность вернуться к состоянию, близкому к исходному, после снятия стрессового фактора [2].

Материал и методы

Здоровье экосистем – это метафора, используемая для описания состояния экосистемы. Состояние экосистем может меняться в результате пожаров, наводнений, засухи, вымирания, инвазивных видов, изменения климата, добычи полезных ископаемых, рыболовства, сельского хозяйства или лесозаготовок,

разливов химических веществ и множества других причин. Не существует общепринятого критерия здоровой экосистемы [1].

Очевидное состояние здоровья экосистемы может варьироваться в зависимости от того, какие показатели здоровья используются при оценке и какие социальные устремления определяют оценку. Сторонники метафоры здоровья отстаивают её простоту в качестве средства коммуникации.

Здоровье экосистем – это очень сложная концепция. В 1941 году Альдо Леопольд впервые дал определение «здоровью земли» и использовал термин «земельная болезнь» для описания нарушения функций земли [5]. Только в 1989 году Раппорт впервые дал определение и коннотацию экосистемного здоровья. Он полагал, что определение здоровья экосистем можно провести по аналогии с определением здоровья человека и что здоровье экосистем означает, что в экосистеме нет болезней [5]. С тех пор разные ученые были даны разные определения и коннотации с разных позиций и профессионального опыта [3], но до сих пор не было общепринятой концепции и определения. Только два представителя, которые придерживаются разных взглядов. Костанца и другие определяют здоровье экосистемы следующим образом: если экосистема стабильна и устойчива, то есть она активна и может поддерживать свою организационную структуру и автоматически восстанавливаться после стресса через определенный период времени, эта экосистема здорова, а не подвержена синдрому стресса. Другие учёные отмечают, что «здоровье лесной экосистемы – это состояние, в котором лесная экосистема обеспечивает потребности человека и поддерживает свою собственную сложность» [3].

Объединив вышеприведенные два разных взгляда на здоровье экосистем, мы можем найти различия между этими двумя взглядами: роль и положение интересов человека в здоровье экосистем. Первая точка зрения гласит, что интересы человека являются лишь побочным продуктом этой совершенной структуры и функции, в то время как вторая точка зрения гласит, что состояние здоровья экосистемы должно соответствовать интересам человека. Автор считает, что по сравнению со второй точкой зрения, первая представляет собой объективное описание и оценку экосистемы, в то время как вторая имеет более субъективные пожелания, в которых разные люди имеют разные взгляды на интересы, что неизбежно приводит к субъективности критериев оценки. Следовательно, здоровье экосистемы можно понимать следующим образом: структура и функции экосистемы устойчивы во временном масштабе, и система должна обладать устойчивостью к естественному и антропогенному вмешательству, поэтому мы говорим, что экосистема здорова.

Существуют различные стандарты в отношении характеристик здоровой лесной экосистемы, поскольку концепция здоровья экосистем не была унифицирована. Кроме того, поскольку здоровье экосистем является относительным понятием, то есть не существует абсолютно здорового леса в качестве стандарта для оценки состояния здоровья другие лесные экосистемы. Чэнь Гао, Дэн Хунбин и другие [4] считают, что здоровая лесная экосистема обладает следующими характеристиками:

- 1) держаться подальше от экосистемного дистресс-синдрома;
- 2) способность реагировать на изменения в результате стихийных бедствий и/или восстанавливаться после изменений в результате стихийных бедствий на уровне ландшафта;

3) являются самоподдерживающимися, и их физическая среда и биологические ресурсы могут поддерживать сеть питания лесного производства, по крайней мере, на некоторых этапах сукцессии, и могут обеспечить функциональный баланс между предложением и спросом на основные ресурсы (воду, питательные вещества, свет и пространство для роста) растительности;

4) разнообразие стадий сукцессии, структуры древостоя и всех экосистемных процессов, которые обеспечивают среду обитания для многих местных видов;

5) методы управления и экосистемные процессы не будут наносить вреда соседним экосистемам;

6) поддерживать хорошую функцию лесной службы и здоровое человеческое общество, потому что в мире почти нет экосистем, которые не подвергались бы вмешательству человека и управлению [4].

Эта концептуальная основа охватывает все экосистемные характеристики лесной экосистемы, такие как структура, функция, динамический процесс, экологическое обслуживание и комплексная экосистема. На основе этого стандарта было разработано большое количество конкретных методов и подходов к оценке.

Результаты и обсуждение

Менеджмент лесных экосистем и здоровье лесных экосистем – это две концепции, которые одновременно различны и взаимосвязаны.

Во-первых, предметом управления лесной экосистемой является управление лесной экосистемой человеческим обществом для удовлетворения своих собственных потребностей, а здоровье лесной экосистемы – это состояние, которое подчеркивает саму лесную экосистему. Между ними существует тесная взаимосвязь.

Во-вторых, здоровье лесной экосистемы должно быть целью лесной экосистемы управление. Целью, преследуемой традиционными лесопользователями, является устойчивое использование лесных продуктов, что неизбежно приведет к деградации лесной экосистемы. Цель управления лесной экосистемой по поддержанию здоровья и жизнеспособности лесной экосистемы основана на общем функционировании лесной экосистемы и управлении ею, что является наследием и развитием традиционных лесопользователей.

В-третьих, теория здоровья лесных экосистем обеспечивает теоретическую основу для конкретных мер по управлению лесными экосистемами. Только на основе всестороннего и систематического понимания и оценка состояния здоровья лесной экосистемы могут помочь нам лучше управлять лесной экосистемой и предоставлять более качественные услуги человеческому обществу. Обратная связь мониторинга состояния здоровья лесных экосистем в режиме реального времени также предоставляет базовые данные для постоянной корректировки мер по управлению лесными экосистемами.

В-четвертых, меры по управлению лесными экосистемами также обеспечивают необходимые средства для поддержания здоровья лесных экосистем. Лесная экосистема не должна не только предоставлять устойчивые услуги человеческому обществу, но и поддерживать его долгосрочное здоровье и жизнеспособность, что требует конкретных мер по управлению лесной

экосистемой, и только таким образом может быть достигнуто устойчивое развитие лесной экосистемы.

Заключение

Здоровая экосистема должна быть стабильной и устойчивой, то есть обладать способностью поддерживать свою организационную структуру, саморегулироваться и вовремя восстанавливаться после стресса. Устойчивое управление лесами требует поддержания долгосрочного здоровья и постоянной жизнеспособности лесной экосистемы, которая может выдерживать краткосрочное давление и адаптироваться к долгосрочным изменениям, а также предотвращать экологический дисбаланс, вызванный вмешательством (человеческим и природным).

Литература

1. Лаки, Роберт Т. Ценности, политика и здоровье экосистемы // Бионаука. 2001. Вып. 51 (6): С. 437-443.
2. Основы устойчивого лесопользования : учеб.пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / М. Л. Карпачевский, В. К. Тепляков, Т. О. Яницкая, А. Ю. Ярошенко [и др.]; под общ. ред. А. В. Беляковой, Н. М. Шматкова; Всемирный фонд дикой природы (WWF). М. : WWF России, 2014. 266 с.
3. Costanza R, Patten BC. Defining and predicting sustainability // Ecological Economics. 1995. Vol. 3 N15. P. 193-196.
4. Gao Chen, Hongbing Deng. Assessing forest ecosystem health II. A case study // The journal of applied ecology. 2005. 16 (1). P. 4-10.
5. Rapport DJ. What constitutes ecosystem health // Perspectives in Bio And Med, 1989. Vol 33. P. 120-132.

V. S. Kondrashova

Ecosystem health and forest management

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation

e-mail: valeriela33vio@gmail.com

Abstract. Forest ecosystem management and nature health are two interrelated but different concepts. The author discusses the relationship between forest management and ecosystem health. In order to realize sustainable forest management, its goal should be changed from the traditional priority of use to the focus on the health of the forest ecosystem, which is a necessary prerequisite for the sustainable development of ecological, economic and social benefits of forests.

Keywords: nature health, ecosystem, ecosystem health, ecosystem management, forest management.

References

1. Laki, Robert T. Cennosti, politika i zdorov`e ekosistemy // Bionauka. 2001. Vyp. 51 (6): S. 437-443. (in Russian)
2. Osnovy ustojchivogo lesoupravleniya : ucheb.posobie dlya vuzov. 2-e izd., pererab. i dop. / M. L. Karpachevskij, V. K. Teplyakov, T. O. Yaniczkaya, A. Yu. Yaroshenko [i dr.]; pod obshh. red. A. V. Belyakovej, N. M. Shmatkova; Vsemirnyj fond dikoj prirody (WWF). M. : WWF Rossii, 2014. 266 s. (in Russian)
3. Costanza R, Patten BC. Defining and predicting sustainability [J]. Ecological Economics. 1995. Vol. 3 N15. P. 193-196. (in English)
4. Gao Chen, Hongbing Deng. Assessing forest ecosystem health II. A case study [J]. The journal of applied ecology. 2005. 16 (1). P. 4-10. (in English)
5. Rapport DJ. What constitutes ecosystem health [J]. Perspectives in Bio And Med, 1989. Vol 33. P. 120-132. (in English)

Поступила в редакцию 22.10.2022 г.

УДК 913

В. Н. Экзарьян¹

А. Н. Гусейнов²

А. В. Слащева³

Историческая эволюция принципов экологической безопасности при планировании и застройке городов России: от первобытно-общинных городищ до современных мегаполисов

ФГОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ),
г. Москва, Российская Федерация

¹e-mail: vnekzar@rambler.ru,

²e-mail: amirnurgus@mail.ru,

³e-mail: anna_slascheva@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается историческая эволюция принципов экологической безопасности при планировании и застройке городов России. Анализируются характерные особенности планировочных структур и застройки первобытно-общинных городищ, средневековых городов, заводов-крепостей эпохи зарождения промышленности, городов периода возникновения фабричного производства и эпохи социалистической индустриализации с точки зрения учёта вопросов экологической безопасности их жителей.

Ключевые слова: экологическая безопасность, планировочная структура города, застройка города, первобытно-общинные городища, заводы-крепости.

Введение

Масштабы и сложности проблем экологической безопасности городов и трудности, связанные с их решением, росли параллельно эволюции самих городов. Конечно, спектр и характер урбоэкологических проблем городов прошлых эпох и современных мегаполисов, несравнимы. Тем не менее, общими для всего эволюционного ряда городов являются вопросы, связанные с планировкой и застройкой городов, поскольку при любой совокупности природных и природно-техногенных сопутствующих условий, именно особенности планирования и застройки, в итоге, определяют экологическую обстановку в городе.

Само же планирование является ничем иным, как пространственным отражением относительных координат источников загрязнения и объектов городской среды, расположенных в зоне их влияния. Экологическая обстановка в городах, таким образом, суть «результатирующей» скалярных и векторных составляющих - расстояния и направления от стационарных и иных источников загрязнения. Поэтому не последняя роль в деле улучшения экологической обстановки в городе, обеспечения его экологической безопасности, принадлежит архитектурно-планировочным решениям, тесно связанным с вопросами взаиморасположения источников и объектов загрязнения.

Осознание, при планировании и застройке городов России, необходимости учета взаиморасположения источников, в той или иной степени загрязняющих

окружающую среду и объектов, находящихся в зоне воздействия загрязнителей, прежде чем приняло современную форму прошло длинный, тысячелетний эволюционный путь смены представлений и определяемых этими представлениями практических планировочных решений.

Проблема взаиморасположения ремесленных мастерских, цехов, мануфактур, заводов, фабрик, комбинатов, промышленных узлов и зон с одной стороны и объектов городской непроизводственной инфраструктуры с другой, решалась и решается самыми различными способами: от «угла» ремесленника в архаичном семейном очаге до современной системы город-промзона. Эти способы решения основывались вначале на интуиции древних, позже – на накопленных поколениями строителей и передаваемых от поколения к поколению вековых эмпирических правилах и, в новейшее время, на выводах архитектурно-строительных наук и наук экологического цикла.

Несмотря на временную непрерывность и территориальную асинхронность этого процесса в различных регионах России, возможно выделение нескольких типов архитектурно-планировочных решений, тесно связанных с периодами развития городов в России. Поскольку четких и общепризнанных схем периодизации истории развития городов относительно их планировочных решений пока еще не разработаны, особенности взаиморасположения источников и объектов загрязнения в городской планировке и вопросы экологической безопасности этих городов нами прослеживаются по схеме общеизвестной разбивки истории градостроительного искусства [3, 4]. Таких периодов в отечественной истории урбанизации было несколько и, особенности планировки и застройки каждого периода, как будет последовательно показано ниже, почти полностью зависели от главной функции, выполняемой городами в каждую историческую эпоху.

Первобытно-общинные городища - первые шаги к экологической безопасности

Главной функцией первобытно-общинных городищ была эффективная оборона. Основные параметры их планирования и застройки – расстояние и направление жестко регламентировались лишь интересами обороны. При этом расстояние минимизировалось в расчете на достижения наименьшей площади городской территории и, соответственно, наименьшей длины городской оборонительной стены. Поэтому подавляющее большинство первобытно-общинных городищ в плане имели округлую форму, если выразиться современной терминологией - радиально-концентрическую планировку.

Как первый этап территориальной организации, раннеславянские города были еще далеки от учета каких-либо требований экологической безопасности: расстояния между источниками загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды были небольшими, в пределах всего нескольких метров (рис. 1).

Что же касается направления основного переноса загрязнителей, то в условиях кругового планирования в первобытно-общинных городищах оно теряло всякий экологический смысл. При любых направлениях ветра часть городища неминуемо подвергалась влиянию хозяйственных объектов, например, скотный двор мог бы быть серьезным источником неприятного запаха для жителей, как всего городища, так и его определенной части.

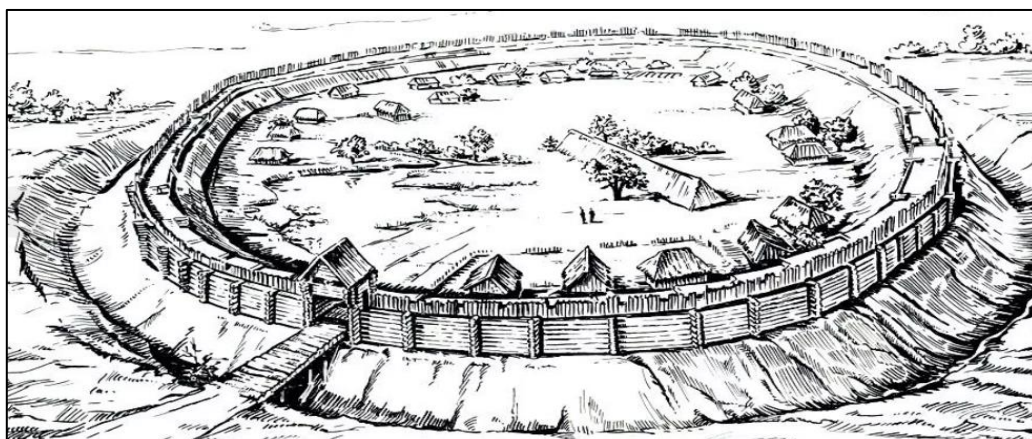


Рис. 1. Планировка и застройка первобытно-общинного городища

Источник: [2]

Детинец и кремль, посады и концы – исторические факты городской планировки и застройки

Стремительное развитие городов в период становления древнерусского государства и их качественное отличие от патриархальных раннеславянских городищ коснулось и вопросов городского планирования и застройки. Иначе и не могло бы быть, поскольку города в Киевской Руси возникали по мере выделения и развития ремесла как особой, самостоятельной формы производства и существенного увеличения торгового обмена, как центры ремесла и торговли и, как правило, на основе бывших патриархально-общинных городищ. К началу XII века в пределах древней Руси, включающей территории нынешней России, Украины и Белоруссии, было около 150 городов.

Они представляли собой достаточно крупные поселения, образовавшиеся под защитой надежных укреплений. В древних летописях VIII-IX веков упоминаются такие города, как Новгород, Псков, Белозерск, Ростов Великий, Смоленск, Муром. Норманны называли русское государство «Гардарика», т.е. «страна городов». Главным образом города возникали по берегам рек, озер, которые служили торговыми путями и обеспечивали рыбный промысел.

Анализ планировочных структур Киева, Новгорода, Пскова и Москвы того времени показывает, что наиболее характерными и общими для них в взаиморасположении источников загрязнения и жилой застройки является, несвойственная первобытно-общинным городищам, функциональная концентрированность и территориальная разобщенность. Концентрированность и разобщенность выражается в формировании вокруг элитной селитьбы – детинца, кромы, кремля – концов, посадов, слобод – полифункциональных, ремесленно-производственных и торговых территориальных образований. Например, для Новгорода это – Детинец и Гончарский, Загородский, Неревский, Словенский и Плотницкие концы, сосредоточившие в себе многочисленные ремесленные производства (рис. 2), для Москвы – Кремль и Занеглименье, Замоскворечье и Заяузье, где обосновалось на посадах торгово-ремесленное население. Уже в то время на планировочных структурах городов отчетливо видны признаки учета

фактора расстояния в размещении производственных и селитебных зон. Тем не менее, следует подчеркнуть, что если и можно было бы допустить экологическую подоплеку в таком размещении, то только в интересах слишком узкого круга привилегированных семей – двора и его окружения. Жизнь абсолютного большинства городского населения проходила без какого бы ни было учета экологического фактора расстояния, в непосредственной близости от мест приложения труда.



Рис. 2. Функциональная концентрированность и территориальная разобщенность в планировке и застройке Новгорода XVI века

Источник: [3, 4]

Что же касается фактора направления, то, как и в первобытно-общинных городищах, этот фактор или вовсе не принимался во внимания или учитывался не в полной мере. Направления гипотетических палеоатмо- и палеогидротехногенных (ремеслогенных) потоков, восстановленных на основе современных климатических данных, показывают, что не только многие концы, посады и слободы, но и привилегированные районы древнерусских городов – детинцы и кромь – часто оказывались на пути их неблагоприятного экологического воздействия.

Укрепленные промышленные города - возврат к планировочной структуре древних городищ

В период укрепления Москвы и объединения вокруг нее княжеств и земель формировалось централизованное государство. Под власть Москвы постепенно переходили города: Тверь, Владимир, Суздаль, Новгород, Псков и др. Особенно быстро территория Русского государства стала расширяться после окончания монголо-татарского ига и завоевания Казанского ханства (XV-XVI вв.). Для хозяйственного освоения и защиты новых территорий строились укрепленные линии. В этот период времени система укрепленных городов-крепостей

протянулась далеко на восток и юг. Под их защитой осваивались и заселялись приволжские и заволжские степи, Южный Урал, Западная Сибирь, Дальний Восток, Северный Кавказ.

Однако градостроительство периода образования централизованного Русского государства не внесло существенного изменения в традиционное планирование и застройки городов. Лишь к концу XVI века и в самом XVII веке интенсивный рост в городах России ремесла и торговли, возникновение новых форм производства - мануфактур и заводов постепенно начали изменять сложившиеся в предыдущие века планировочные решения.

Промышленная революция конца XVIII - начала XIX веков привела к резкому возрастанию градообразующей роли возникающих ремесленных и торговых центров. В итоге, наряду с трансформацией структуры старых городов возникали новые города со специфической, характерной только для них планировочной структурой. Эти новые города, более известные как укрепленные промышленные поселения или заводские города-крепости, основывались в осваиваемых районах Урала, Сибири, а также в Причерноморье и на северо-западе Центральной России.

В большинстве случаев заводские города-крепости стояли на реке. Река запруживалась и образовавшийся пруд служил источником технического водоснабжения для расположенных около плотины заводских корпусов. В непосредственной близости от производственных корпусов находились административно-управленческие и вспомогательные строения. Далее, по внутреннему периметру, обычно прямоугольной формы крепостной стены, возводились жилые дома работных людей (рис. 3).



Рис. 3. Планировка и застройка Екатеринбургского завода-крепости в 30-х годах XVIII в.

Источник: [3, 4]

Так же, как и в древних городищах, селитебная зона расположена вдоль крепостной стены, по периметру завода-крепости и круглогодично часть селитебной находилась под воздействием атмотехногенного потока. В этих

условиях не исключается также и вторичное загрязнение – возврат части вынесенных ветрами за городскую черту загрязнителей гидротехногенным путем.

Циклический рост планировочных структур - наложение экологических проблем промышленных городов

Уже во второй половине XIX и в начале XX века укрепленные промышленные города становятся авангардом грядущей урбо-промышленной экспансии в масштабе всей России. По переписи 1897 года на территории России (в границах современной РФ) 48 губернских и областных городов, 332 уездных, 50 заштатных и без уездных и 37 посадов. Кроме того, 27 сельских поселений выполняли обязанности административных центров уездов. Во всех этих городских поселениях проживало более 15% населения России.

Характерной особенностью развития планировочных структур промышленных городов этого периода является циклический процесс возникновения промышленных предприятий и рабочих поселков на землях, примыкавших к городу, дальнейшее вовлечение этих «рабочих окраин» в городскую структуру (рис. 4).



Рис. 4. Планировочная структура и застройка г. Иваново-Вознесенска

Источник: [4]

В результате, промышленные предприятия оказывались во всех частях города: они имелись вне города, на его периферии, внутри жилых районов, нередко, даже в центре. Такой спонтанный рост городов в условиях ослабления планировочных предписаний, предоставления большей свободы частным застройщикам и частых нарушений правил специального Устава, регламентирующего строительство фабрик и заводов, естественно, не способствовал экологически безопасному развитию городов России. Поэтому, неудивительно, что в отчетах санитарной инспекции тех лет постоянно констатировались факты о том, что улицы промышленных городов России «содержат нечистоты, смрадный и удушливый

дым и гарь с завода и рудников», которые «портят воздух в весьма значительной степени» [1].

Планировка и застройка в городах социалистической индустриализации

Урбанизация периода социалистической индустриализации характеризовалась двумя наиболее значительными особенностями: жесткой централизацией градостроительной деятельности и связанная с ней гигантоманией. При полном отсутствии удобных дорог и необходимых транспортных средств, для доставки рабочих смен в непосредственной близости от гигантов социалистической индустрии возникали не менее внушительные «временные» по замыслу проектировщиков, но постоянные по сути «аварийные» поселки, не предусмотренные генеральными планами и составляющие фактическое ядро новых промышленных городов (рис. 5). Такими были в те годы Магнитогорск, Орск, Норильск и другие города.



Рис. 5. Планировочная структура и застройка города социалистической индустриализации Магнитогорска

Источник: [4]

Выводы

Таким образом, при всех различиях архитектурно-планировочных структур города рассмотренных нами исторических периодов имеют одну общую черту, а именно, полное или частичное игнорирование в них основных факторов экологической безопасности. Как следствие, около восьмисот из более чем тысячи городов современной России характеризуются с неблагоприятной экологической обстановкой.

Литература

1. Пивоваров Ю. Л. Современная урбанизация. М.: Статистика, 1976. 191 с.
2. Рыбаков Б.А. Язычество древней Руси. М.: Наука. 1989. 783 с.
3. Саваренская Т. Ф. История градостроительного искусства. Рабовладельческий и феодальные периоды. М.: Стройиздат, 1984. 376 с.
4. Саваренская Т. Ф., Швидковский Д. О., Петров Ф. А. История градостроительного искусства. Поздний феодализм и капитализм. М.: Стройиздат, 1989. 390 с.

V. N. Exaryan¹
A. N. Guseynov²
A. V. Slashcheva³

The historical evolution of the principles of environmental safety in the planning and construction of russian cities: from primitive communal settlements to modern megacities

Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRI), Moscow, Russian Federation

e-mail: vnekzar@rambler.ru¹,
amirnurgus@mail.ru²,
anna_slascheva@mail.ru³

Abstract. *The article examines the historical evolution of the principles of environmental safety in the planning and construction of Russian cities. The characteristic features of the planning structures and buildings of primitive communal settlements, medieval cities, fortress factories of the era of the origin of industry, cities of the period of the emergence of factory production and the era of socialist industrialization are analyzed from the point of view of taking into account the environmental safety of their inhabitants.*

Keywords: *environmental safety, city planning structure, city development, primitive communal settlements, fortress factories.*

References

1. Pivovarov Y. L. Modern urbanization. M.: Statistics, 1976. 191 p. (in Russian)
2. Rybakov B. A. The paganism of ancient Russia. M.: Science. 1989. – 783 p. (in Russian)
3. Savarenskaya T. F. History of urban art. Slave and feudal periods. M.: Stroyizdat, 1984. 376 p. (in Russian)
4. Savarenskaya T. F., Shvidkovsky D. O., Petrov F. A. History of urban art. Late feudalism and capitalism. M.: Stroyizdat, 1989. 390 p. (in Russian)

Поступила в редакцию 20.11.2022 г.



РАЗДЕЛ II

ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОПОЛИТИКИ И ЭКОГЕОДИНАМИКИ

УДК 911.8, 911.9, 504.052

Д. О. Адаева¹
С. К. Костовска²

**Методические подходы к оценке
экологической емкости территории
прибрежного геопарка в Юго-Восточном
Крыму**

¹ ФГБУН Институт географии РАН, г. Москва
e-mail: do.adaeva@igras.ru

² ФГБУН Институт географии РАН, г. Москва
e-mail: silvakos@igras.ru

Аннотация. В статье поднимаются вопросы, связанные с назревшей необходимостью сохранения рекреационной ценности и привлекательности природных ландшафтов при формировании концепций развития курортных зон и увеличении экологической и рекреационной нагрузки. Обосновывается необходимость скорейшей разработки комплексной геоэкологической оценки территории геопарка в Юго-Восточном Крыму, обязательный учет оценок экологической и рекреационной емкости и нормативов нагрузок на прибрежные территории.

Ключевые слова: геопарк, Юго-Восточный Крым, экологическая емкость, экологическая нагрузка, рекреационная емкость, рекреационная нагрузка, туристская территория, рекреационная территория, методика пределов допустимых изменений.

Введение

Роль курортов Крыма в рекреационной системе Причерноморья и всей страны общеизвестна. Ежегодно на полуострове отдыхает свыше 6 млн. чел., а в 2021 г. турпоток составил более 9 млн чел., что на 26 % выше уровня аналогичного периода в 2019 г. и на 49 % выше уровня аналогичного периода 2020 г. [1]. Причем более половины отдыхающих (5,2 млн. туристов) в 2021 г. выбрали Крым в качестве места отдыха в летний период, что говорит о выраженной сезонности в распределении турпотока [2].

Такой повышенный спрос на отдых в Крыму обусловлен многими факторами, но решающими являются природные особенности полуострова, что подтверждают данные ежегодных опросов, проводимых сотрудниками Министерства курортов и туризма Республики Крым [3]. Особое предпочтение туристы отдают пляжным зонам и в целом выбирают отдых на побережье.

В юго-восточной части Крымского полуострова, где вдоль морских берегов простираются хребты Главной Крымской гряды, рекреационная емкость естественных пляжей низка, т. к. они преимущественно сложены галькой, встречаются фрагментарно и имеют сравнительно небольшой протяженность и ширину (до 30 м). При этом количество туристов, отдыхающих в Судакском и Феодосийском городских округах, суммарная численность постоянно проживающего населения в которых составляет 132,256 тыс. чел. [4], в сезон значительно возрастает. Всего на Восточном побережье ежегодно отдыхает около 15 % туристов [3]. Учитывая эти два условия, можно заключить, что

рекреационная нагрузка особенно в высокий сезон (май-сентябрь) на побережье превышает рекреационную емкость прибрежной территории, что ухудшает не только качество отдыха туристов, но и создает серьезные проблемы для нормального функционирования и восстановления природно-антропогенных ландшафтов.

Ситуация усугубляется тем, что на некоторых участках побережья и в горных районах, вследствие хозяйственной деятельности, а также стихийных природных процессов и явлений высока вероятность возникновения, и усиления неблагоприятных геологических процессов (оползни, абразия, сели, др.). В частности, нередко строительные организации при возведении объектов, в т. ч. санаторно-курортного комплекса, не учитывают особенностей развития негативных геологических процессов на прилегающих участках, что порой приводит к их усилению.

Для сохранения рекреационной ценности и привлекательности Юго-Восточного Крыма концепция развития курортного региона должна строиться на сдерживании наращивания рекреационной нагрузки и ее планомерном перераспределении по территории и сезонам. В настоящее время наблюдается обратный процесс – увеличение количества отдыхающих, который ведет к деградации природной среды, что во многом объясняется несовершенством нормативной базы, отсутствием или недоучетом результатов расчета оценки экологической емкости территории, проведенной по научно обоснованной методике.

Материалы и методы

В работе под Юго-Восточным Крымом понимается территория Судакского и Феодосийского городских округов Республики Крым, т. к. они являются главными рекреационно-расселенческими центрами региона. В силу своей востребованности среди туристов, как отмечает Д. В. Войтеховский: «Юго-Восточный рекреационно-расселенческий район исчерпал возможности дальнейшего экстенсивного рекреационного освоения. Небольшие резервы свободных земель имеются в районе Орджоникидзе (Двужорная бухта), к востоку от Феодосии до границы с Ленинским районом, на участке между Судак и Коктебелем. Рост туристско-рекреационной активности в отмеченных ареалах будет способствовать развитию соответствующих приморских населенных пунктов» [5]. Противоположного мнения придерживается И. М. Яковенко. Согласно разработанному ей районированию, большая часть территории, относящаяся к проектируемому в Судакском и Феодосийском городских округах геопарку, входит в состав Юго-Восточнорбережного эколого-рекреационного района, который отличается удовлетворительной и благоприятной (для Судакского городского округа) эколого-рекреационной ситуацией, низкой степенью общехозяйственной рекреационной освоенности, имеет резервы для дальнейшего рекреационного освоения [6]. Наличие противоречий в оценке возможности расширения туристско-рекреационной деятельности на территории прибрежного проектируемого геопарка подтверждает актуальность продолжения осуществления работ по оценке экологической емкости и рекреационной нагрузки рассматриваемого региона.

Стоит отметить, что в современной науке до сих пор не сложилось единого мнения по трактовке таких понятий, как туристская территория, экологическая и рекреационная емкость, экологическая и рекреационная нагрузка. Обзор наиболее часто используемых определений, характеризующих воздействие человека на природные и природно-антропогенные территории, а также методик оценки экологической и рекреационной емкостей и нагрузок, позволяет получить общее представление о наиболее распространенных понятиях.

Всемирной Туристской Организацией (ВТО) **экологическая емкость** (tourism carrying capacity) трактуется как «максимальное количество посетителей, которое может одновременно находиться на территории туристической дестинации, не причиняя разрушений физическим, экономическим и социально-культурным условиям и не достигая существенного снижения степени удовлетворения туристских ожиданий» [7]. В Стратегии развития туризма в Российской Федерации до 2035 года под **экологической емкостью** понимается «величина допустимого совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах туристской территории», под **экологической нагрузкой** – само совокупное воздействие [8]. Приведенные определения указывают на то, что отечественное определение гораздо шире зарубежного, что, с одной стороны, позволяет рассматривать все многообразие агентов воздействия в пределах туристских территорий, а, с другой – размывает границы исследуемого объекта.

Под **туристской территорией** понимается физическое пространство (муниципальное образование или группа муниципальных образований), которое характеризуется наличием общего туристского продукта [9]. Важно отметить, что в пределах таких зон осуществляется не только туристская деятельность, но и другие виды социально-экономической активности, которые также оказывают нагрузку на природные и природно-антропогенные ландшафты территории. В то же время туристский продукт может иметь развитие, как на территории всего муниципального образования, так и на его части, и даже может выходить за его пределы и получить развитие в том числе в граничащих с ним муниципальных образованиях.

В Европейском союзе различают следующие типы туристских территорий: приморские области, острова, охраняемые природные территории, сельские районы, горные курорты, исторические города [10]. Каждая из них характеризуется специфическим характером антропогенного воздействия, однако среди общих для всех влияний человеческой деятельности на местность можно выделить:

- воздействия, связанные с размещением, перевозками и инфраструктурой, обслуживающей туристов;
- воздействия на экосистемы и биологическое разнообразие;
- воздействия на ландшафты и культурное наследие.

Вопросам определения и оценки экологической емкости территорий уделяется внимание в работах многих российских ученых, в т. ч. Н. Ф. Реймерса, А. Г. Исаченко, Г. А. Гершанок, Т. В. Денисенко, В. А. Безгубова, Е. А. Мусихиной, Л. П. Баранника, С. Р. Жемадуковой и др. С точки зрения полноты и разнообразия показателей, широты области применения в зависимости от типа туристской территории наиболее проработанной отечественной методикой

оценки общей экологической емкости, может считаться методика, представленная в монографии коллектива авторов под руководством Д. Ю. Землянского [11].

Для определения экологической емкости важно установить общий экологический потенциал территории, для оценки которого, в отечественной практике применяют уравнение эколого-хозяйственного баланса [12]. Вместе с тем зачастую общая экологическая емкость не учитывает внутреннюю структуру туристской территории, а также нагрузку, которую испытывают природные и природно-антропогенные ландшафты в результате рекреационной деятельности, то есть рекреационную емкость территории.

Понятие *«рекреационная емкость»* более узкое по сравнению с «экологической емкостью», и в каждой из туристских территорий относится не ко всей площади, а только к рекреационным ареалам. Под *рекреационной емкостью* в общем виде понимается допустимое с экологической точки зрения количество рекреантов, которое может находиться на рекреационной территории без нанесения ей экологического ущерба. В этом смысле определение рекреационной емкости отчасти созвучно трактовке экологической емкости, предложенной ВТО, только речь в первом идет о рекреантах и рекреационной территории, а во втором о туристах и туристской территории.

В географических исследованиях к *рекреационным территориям* обычно относят природно-территориальные комплексы, организованные для отдыха людей [13]. По мнению А. Г. Бобковой [14], *природные рекреационные территории* – территории, пригодные для организации отдыха населения, возобновления жизненных сил и энергии человека, признанные таковыми в порядке, установленном законодательством, регулярное использование которых возможно при осуществлении рекреационной деятельности. К ним относятся [14]:

- рекреационные, курортные, лечебно-оздоровительные зоны независимо от их месторасположения;
- земли оздоровительного, рекреационного, историко-культурного назначения;
- участки земель природоохранного назначения, имеющие режим рекреационного использования;
- отдельные участки земель лесного, водного фонда, пригодные для рекреационного использования;
- отдельные участки земель населенных пунктов, имеющих рекреационное назначение (парки (культуры и отдыха, районные, спортивные, детские, исторические, мемориальные и другие), скверы, бульвары, набережные, лесопарки, лугопарки, гидропарки, сады жилых районов и др.);
- иные территории, пригодные для использования в целях рекреации.

Подходы к оценке рекреационной емкости рассмотрены у А. А. Ермаковой, Н. С. Казанской, Н. П. Карташовой и А. С. Селиванова, В. С. Плотниковой, А. В. Васильевой и др.

Понятия *«рекреационная емкость»* и *«рекреационная нагрузка»* тесно связаны. Существует ряд общих работ, написанных во второй половине XX в., где подробно описана методика оценки рекреационных нагрузок на природные комплексы в зонах отдыха [15, 16]. В классическом понимании *«допустимая рекреационная нагрузка»* – количество отдыхающих на единицу площади в единицу времени, при котором природному комплексу не наносится серьезного

ущерба и, сохраняя свою структуру, он продолжает функционировать в прежнем режиме [15, 17].

Существует множество методик расчета допустимых нагрузок на различные природные комплексы при их массовом посещении рекреантами и туристами. В работе И. Г. Павленко, Э. С. Киренкиной [18] определены показатели рекреационной нагрузки для разных природных комплексов с учетом круглогодичного посещения рекреантами, а также предложена универсальная методика расчета экологически допустимой емкости курортно-оздоровительных территорий (курортно-оздоровительных центров).

Необходимо отметить и методику ПДИ (LAC) – *пределов допустимых изменений (limits of acceptable change)*, разработанную в США в 1985 г., как одну из возможных для определения емкости и нормирования туристско-рекреационных нагрузок. В большей степени в отечественной, и меньше в зарубежной науке и практике она применяется в пределах таких территориальных единиц, как ландшафты, чаще при описании состояния природных комплексов побережья водных объектов, используемых для рекреации. В России данная методика применена к таким крупным значимым водным объектам, как, например озеро Байкал [19], река Волга [17]. По словам коллектива авторов во главе с Д. Ю. Землянским [11]: «...методика ПДИ ориентирована не на количественные характеристики рекреационных нагрузок, а на качественные изменения, происходящие в природном комплексе. Это обстоятельство определило хорошую адаптацию методики к различным управленческим задачам и соответствующим практикам ... Фактически результатом применения методики становится не число рекреантов, которое способна принять данная территория, а набор желаемых целевых результатов, и предел допустимых изменений, значение последнего лежит в диапазоне между минимальным числом посетителей, которые могут быть приняты при данных условиях наличия персонала, инфраструктуры и др. и их максимальным числом, которое определяется психоэмоциональным комфортом (его условная мера – чувство уединенности) и природным потенциалом растительности выдерживать изменения». Т.е. ее преимущество по сравнению с методикой оценки допустимой рекреационной нагрузки состоит в том, что основным показателем во второй является предельно допустимое количество посетителей в единицу времени на единицу площади, в то время как в первой за основной показатель приняты предельно возможные изменения исходных природных ландшафтов.

Результаты и обсуждение

Обзор определений, понятий и методик оценки рекреационной и экологической нагрузок и емкостей свидетельствует об их значительном разнообразии, а также об отсутствии единого мнения по тому, как устанавливать степень допустимого воздействия человека на природные и природно-антропогенные ландшафты. Таким образом, возникает необходимость в решении задачи выбора методики, а возможно комбинации методик, позволяющих наиболее полно оценить нагрузки на геосистемы геопарка в Юго-Восточном Крыму.

К основным трудностям при решении данной задачи можно отнести:

- *Вхождение в состав геопарка одновременно двух городских округов*, что усложняет проведение оценки, так как наличие статистических данных для осуществления расчетов может разниться и затруднить, или даже сделать невозможным выработку универсального алгоритма вычисления нагрузки и емкости для всей территории геопарка. Кроме того, если обратиться к ландшафтной карте Крыма, станет очевидным, что из состава Судакского городского округа с высокой вероятностью необходимо будет исключить Грушевский сельский совет, так как его территория полностью лежит в другом ландшафтном поясе [20, 21], что важно при составлении уравнения эколого-хозяйственного баланса и оценке экологической емкости территории.

- *Расположение проектируемого геопарка в курортном районе*, где площадь, занимаемая рекреационной инфраструктурой достаточно велика, что предопределяет использование методических подходов, связанных с оценкой рекреационной емкости и нагрузки.

- Потенциальное применение методик, оценки рекреационной нагрузки и емкости территорий ООПТ, также может быть оправдано, так как одним из решающих аргументов в пользу создания геопарка именно в юго-восточной части Крымского полуострова стало *богатство этой территории разнообразными природными объектами, в частности, уникальными геологическими достопримечательностями*, большая часть из которых находится в пределах ООПТ разных категорий: мысы Меганом и Алчак, Карадагский вулканический массив, горные массивы Караул-Оба и Эчки-Даг, горы Лягушка, Коба-Кая и Сокол, урочища Лисья бухты, Ай-Серез, разрез юрских отложений на хребте Биюк-Янышар, стратотипические разрезы Судакского типового террасового профиля, стратотип двукорной свиты мезозоя в районе Феодосии (Двукорная бухта, мыс Святого Ильи, мыс Феодосийский). Другими немаловажными факторами, определившими разработку проекта создания геопарка в юго-восточном регионе Крыма, стали богатство территории историко-культурными объектами наследия, относительная развитость транспортной сети, изобилие средств размещения, относительно высокая концентрация представителей коренных народов Крыма (крымских татар, караимов и др.), успешное функционирование крупного федерального культурно-образовательного центра (Арт-кластер «Таврида»).

- Учитывая неоднородность выбранной для создания геопарка территории, приоритет в выборе методик оценки пределов устойчивости природно-антропогенных систем, расположенных в пределах проектируемого прибрежного геопарка в Юго-Восточном Крыму, будет отдан тем, которые:

- позволяют охватить большие территории, например, муниципальные районы или другие административно-территориальные образования, что дает возможность исключить избыточные детали и охватить всю территорию геопарка. Прежде всего, учитывая то, что на первом этапе для понимания существующей нагрузки в целом достаточно применения более общих методик. В дальнейшем для достижения более узких целей для конкретных территорий, например, для земель ООПТ, внутри проектируемого геопарка возможно применение более специфических из них;

- наиболее полны и проработаны с точки зрения наличия информации, в том числе доступных статистических данных, позволяющих оценить конкретный

индикатор/критерий, что значительно ускорит проведение оценки, обеспечит достоверность данных, адекватность результатов;

- учитывают характер землепользования, так как территория геопарка представляет собой не единую по характеру использования земель зону, а включает в себя их разнообразие;

- позволяют разрабатывать управленческие программы по сохранению природных ресурсов, поддержанию природных или восстановлению ценных культурных ландшафтов.

Обозначенные критерии отбора методик, позволяют выделить те, которые наиболее полно отвечают задачам проектирования геопарка в Юго-Восточном Крыму. Среди них: Методика оценки эколого-хозяйственного баланса территорий [12]; Методика оценки общей экологической емкости для туристских территорий с учетом видов туризма [11]; Методика ПДИ [22].

Выводы

Оценка экологической емкости территории проектируемого геопарка в Юго-Восточном Крыму – необходимое условие его успешного долгосрочного функционирования, которое будет во многом зависеть от способности уникальных, но очень уязвимых природных ландшафтов выдерживать ту антропогенную нагрузку, которая уже существует и может возрасти в связи с активным развитием туризма в регионе.

С учетом сложившейся социально-экономической и экологической ситуации необходимо ускорить разработку предложений по рекреационному устройству Юго-Восточного Крыма и в первую очередь важно определить экологическую и рекреационную емкость территории проектируемого в этом регионе геопарка.

В условиях значительной неопределенности в трактовке понятий и обилием методик, связанных с оценкой экологической емкости территорий, для достижения цели создания прибрежного геопарка в Судакско-Феодосийском регионе необходима разработка методических подходов, учитывающих уникальность объекта. Полученные данные могут стать базой для дальнейшей разработки специальных документов туристско-рекреационного планирования, например, мастер планов туристских территорий.

Для грамотного распределения туристических потоков по территории проектируемого геопарка необходима разработка системы геологических, экологических, культурно-познавательных маршрутов, которые будут гармонично связывать наиболее привлекательные для туристов природные и историко-культурные достопримечательности. Одновременно должна проводиться работа по оценке рекреационной нагрузки на туристские маршруты. При этом крайне важно осуществлять мониторинг на экологических тропах и местах стоянок во избежание их перегрузки и, как следствие, дигрессии ландшафтов и утраты ценных объектов привлекательности.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Института географии РАН № FMGE-2019-0007.

Литература

1. Справочная информация о количестве туристов, посетивших Крым в 2021 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mtur.rk.gov.ru/uploads/txteditor/mtur/attachments//d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpI76sGK_1.pdf.
2. О развитии санаторно-курортной и туристической отрасли Республики Крым в 2021 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mtur.rk.gov.ru/uploads/txteditor/mtur/attachments//d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpcrLkJV_7.pdf.
3. Официальный сайт Министерства курортов и туризма Республики Крым. Статистические данные. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mtur.rk.gov.ru/ru/structure/14>.
4. Федеральная служба государственной статистики – официальный сайт. База данных показателей муниципальных образований. Республика Крым. Население. Режим доступа: <https://gks.ru/dbscripts/munst/munst35/DBInet.cgi#1>.
5. Войтеховский Д. В. Эволюция и современные трансформации в системе расселения Крымского рекреационного района: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук.: 25.00.24 / Войтеховский Дмитрий Валерьевич. – Симферополь, 2021. 24 с.
6. Яковенко И. М. Методические подходы к проведению эколого-рекреационного районирования территории (на примере Крыма) // Культура народов Причерноморья. 2003. № 43. С. 56-64.
7. Официальный сайт Всемирной туристской организации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www2.unwto.org/en>.
8. Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/FjJ74rYOaVA4yzPAshEulYxmWSpB4lrM.pdf>.
9. Документы системы «Гарант». Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 20 сентября 2019 г. No 2129-р. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72661648>.
10. Coccossis H. et al. Defining, Measuring and Evaluationg Carrying Capacity in European Destinations / H. Coccossis, A. Mexa, A. Parpairis, M. Konstandoglou // Athens: European Council Final Report. 2002. 46 p.
11. Землянский Д. Ю., Климанова О. А., Илларионова О. А., Колбовский Е. Ю. Экологическая емкость туристских территорий: подходы к оценке, индикаторы и алгоритмы расчета: коллективная монография. М.: ВАВТ, 2020. 102 с.
12. Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2023. 362 с.
13. Барышникова О. Н. Пути реализации принципа природно-хозяйственной адаптивности при организации степных рекреационных территорий // Известия АлтГУ. 2011. № 3-1. С.70-72.
14. Бобкова А. Г. Правовое обеспечение рекреационной деятельности. Донецк: Юго-Восток, 2000. 308 с.
15. Чинова В. П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. М.: Лесная промышленность, 1977. 48 с.

16. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. М.: Изд-во Госкомлеса СССР, 1987. 35 с.
17. Чинова В. П. Определение допустимой рекреационной нагрузки (на примере дельты Волги) // Вестник Моск. ун-та. Серия 5. География. 2007. № 3. С. 31-36.
18. Павленко И. Г., Киренкина Э. С. Моделирование нового подхода к оценке экологически допустимой емкости курортно-оздоровительных территорий // Известия ДВФУ. Экономика и управление. 2018. № 3. С. 156-165.
19. Калихман А. Д., Педерсен А. Д., Савенкова Т. П., Сукнев А. Я. Методика «Пределов допустимых изменений» на Байкале – участке Всемирного наследия ЮНЕСКО. Иркутск: Оттиск, 1999. 100 с.
20. Горбунова Т. Ю., Позаченюк Е. А. Оценка ландшафтного потенциала Юго-Восточного Крыма для использования систем возобновляемой энергетики (солнечной, ветровой). Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2019. 184 с.
21. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий: монография // науч.ред. Е. А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.
22. Чинова В. П. Рекреационные ландшафты: устойчивость, нормирование, управление. Смоленск: Ойкумена, 2011. 176 с.

D. O. Adaeva¹
S. K. Kostovska²

Methodological approaches to the assessment of the environmental carrying capacity of the coastal geopark territory in the South-Eastern Crimea

¹Institute of Geography RAS, Moscow
e-mail:do.adaeva@igras.ru

²Institute of Geography RAS, Moscow
e-mail:silvakos@igras.ru

Abstract. *The article raises questions related to the urgent need to preserve the recreational value and attractiveness of natural landscapes in the formation of concepts for the development of resort areas and an increase in environmental and recreational impact. The necessity of the rapid development of a comprehensive geoeological assessment of the territory of the geopark in the South-Eastern Crimea, the essential consideration of assessments of ecological and recreational carrying capacity, impact standards for coastal areas is substantiated.*

Keywords: *geopark, South-Eastern Crimea, ecological carrying capacity, environmental impact, recreational carrying capacity, recreational impact, tourist area, recreational area, methodology of limits of acceptable change.*

References

1. Spravochnaya informaciya o kolichestve turistov, posetivshih Krym v 2021 g. URL: https://mtur.rk.gov.ru/uploads/txteditor/mtur/attachments//d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpI76sGK_1.pdf. (in Russian)

2. O razvitii sanatorno-kurortnoj i turisticheskoy otrasli Respubliki Krym v 2021 g. URL: https://mtur.rk.gov.ru/uploads/txteditor/mtur/attachments//d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpcrLkJV_7.pdf. (in Russian)
3. Oficial'nyj sajt Ministerstva kurortov i turizma Respubliki Krym. Statisticheskie dannye. URL: <https://mtur.rk.gov.ru/ru/structure/14>. (in Russian)
4. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki – oficial'nyj sajt. Baza dannyh pokazatelej municipal'nyh obrazovanij. Respublika Krym. Naselenie. URL: <https://gks.ru/dbscripts/munst/munst35/DBInet.cgi#1>. (in Russian)
5. Vojtekhevskij D. V. Evolyuciya i sovremennye transformacii v sisteme rasseleniya Krymskogo rekreacionnogo rajona: avtoref. diss. ... kand. geogr. nauk.: 25.00.24 / Vojtekhevskij Dmitrij Valer'evich – Simferopol', 2021. 24 s. (in Russian)
6. YAkovenko I. M. Metodicheskie podhody k provedeniyu ekologo-rekreacionnogo rajonirovaniya territorii (na primere Kryma) // Kul'tura narodov Prichernomor'ya. 2003. № 43. S. 56-64. (in Russian)
7. Oficial'nyj sajt Vsemirnoj turistkoj organizacii. URL: <http://www2.unwto.org/en>. (in Russian)
8. Strategiya razvitiya turizma v Rossijskoj Federacii na period do 2035 goda. URL: <http://static.government.ru/media/files/FjJ74rYOaVA4yzPAshEulYxmWSpB4lrM.pdf>. (in Russian)
9. Dokumenty sistemy «Garant». Strategiya razvitiya turizma v Rossijskoj Federacii na period do 2035 goda, utverzhennaya rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 20 sentyabrya 2019 g. No 2129-r. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72661648>. (in Russian)
10. Coccossis H. et al. Defining, Measuring and Evaluationg Carrying Capacity in European Destinations / H. Coccossis, A. Mexa, A. Parpairis, M. Konstandoglou // Athens: European Council Final Report. 2002. 46 p.
11. Zemlyanskij D. YU., Klimanova O. A., Illarionova O. A., Kolbovskij E. YU. Ekologicheskaya emkost' turistских territorij: podhody k ocenke, indikatory i algoritmy rascheta: kollektivnaya monografiya. M.: VAVT, 2020. 102 s. (in Russian)
12. Kochurov B. I. Ekodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie: uchebnoe posobie. M.: INFRA-M, 2023. 362 s. (in Russian)
13. Baryshnikova O. N. Puti realizacii principa prirodno-hozyajstvennoj adaptivnosti pri organizacii stepnyh rekreacionnyh territorij // Izvestiya AltGU. 2011. No 3-1. S.70-72. (in Russian)
14. Bobkova A. G. Pravovoe obespechenie rekreacionnoj deyatel'nosti. Doneck: YUgo-Vostok, 2000. 308 s. (in Russian)
15. Chizhova V. P. Rekreacionnye nagruzki v zonah otdyha. M.: Lesnaya promyshlennost', 1977. 48 s. (in Russian)
16. Vremennaya metodika opredeleniya rekreacionnyh nagruzok na prirodnye komplekсы pri organizacii turizma, ekskursij, massovogo povsednevnogo otdyha i vremennye normy etih nagruzok. M.: Izd-vo Goskomlesa SSSR, 1987. 35 s. (in Russian)
17. Chizhova V. P. Opređenje dopustimoy rekreacionnoj nagruzki (na primere del'ty Volgi) // Vestnik Mosk. un-ta. Seriya 5. Geografiya. 2007. No 3. S. 31-36.

18. Pavlenko I. G., Kirenkina E. S. Modelirovanie novogo podhoda k oцenke ekologicheski dopustimoj emkosti kurortno-ozdorovitel'nyh territorij // Izvestiya DVFU. Ekonomika i upravlenie. 2018. No 3. S. 156-165. (in Russian)
19. Kalihman A. D., Pedersen A. D., Savenkova T. P., Suknev A. YA. Metodika «Predelov dopustimyh izmenenij» na Bajkale – uchastke Vsemirnogo naslediya YUNESKO. Irkutsk: Ottisk, 1999. 100 s. (in Russian)
20. Gorbunova T. Yu., Pozachenyuk E. A. Oцenka landshaftnogo potenciala Yugo-Vostochnogo Kryma dlya ispol'zovaniya sistem vozobnovlyaemoj energetiki (solnechnoj, vetrovoj). Sevastopol': FIC InBYUM, 2019. 184 s. (in Russian)
21. Sovremennye landshafty Kryma i sopredel'nyh akvatorij: monografiya // nauch.red. E. A. Pozachenyuk. Simferopol': Biznes-Inform, 2009. 672 s. (in Russian)
22. Chizhova V. P. Rekreatsionnye landshafty: ustojchivost', normirovanie, upravlenie. Smolensk: Ojkumena, 2011. 176 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 01.10.2022 г.

УДК 502.131

Л. Г. Ахметзянова¹
Б. М. Усманов
А. М. Гафуров
Д. С. Селиванова

***Применение дистанционного метода
контроля, основанного на использовании
данных БПЛА, для оценки остаточной
емкости полигона отходов***

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный
университет, г. Казань, Российская Федерация
¹e-mail: leisan-ksu@mail.ru

Аннотация. Оценка остаточной емкости полигонов твердых коммунальных отходов является актуальной задачей природоохранной деятельности настоящего времени. Материалы, представленные в данной статье, являются частью комплексной работы по отработке методики оценки остаточной емкости полигонов ТКО на основе данных, полученных БПЛА на примере действующего полигона в Лениногорском районе Республики Татарстан. В работе использованы современные методы высокоточной трехмерной реконструкции на основе съемки с беспилотного летательного аппарата DJI Phantom 4 Pro V2.0, оснащенного приемником глобальной спутниковой навигационной системы. Реализована реконструкция проектной пирамиды захоронения ТКО. Проектные данные и данные натурных обследований приведены в одну систему координат и высот, произведен расчет остаточной емкости полигона, которая на момент исследования составила 14% от проектной вместимости. Предложенный подход позволяет осуществлять активный дистанционный контроль природоохранного инженерного сооружения.

Ключевые слова: дистанционный мониторинг, БПЛА, цифровая модель рельефа, полигон отходов, остаточная емкость.

Введение

Полигон твердых коммунальных отходов (ТКО) является природоохранным сооружением, которое в процессе эксплуатации приводит к формированию искусственно созданной положительной формы рельефа. В современных условиях необходимо эффективно использовать имеющиеся полигоны отходов без вовлечения новых участков природной территории под строительство [1], при этом осуществлять изучение и оценку процессов, связанных с формированием тела полигона. Известно, что твердые коммунальные отходы обладают высокой способностью к уплотнению под влиянием давления свалочных масс, техники, а также биodeградации [2;3]. Конечные изменения в вертикальной структуре полигона вследствие процессы биodeградации могут составлять 25-50 % [4;5], стабилизации мусорных масс могут продолжаться на протяжении нескольких лет.

Большое практическое значение имеет определение фактических геометрических параметров массива захоронения отходов, так как количественная оценка свободного объема участка захоронения позволит более точно оценить достижение проектных размеров полигона и срок его дальнейшей эксплуатации.

Геоинформационные методы пространственного анализа широко используются для определения состояния полигонов ТКО [6]. Более точные результаты позволяют получить современные полевые методы исследования [7]. Весьма интересным является способ определения объемов отходов по данным долгосрочного мониторинга полигона с использованием стереокамеры, установленной на столбе [8]. Наиболее распространенным методом является топографическая съемка территории полигона с использованием таких геодезических инструментов, как нивелиры, тахеометры и лазерные сканеры, и в последнее время, приемники глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС-приемники) [9]. Все чаще для получения данных об изменении объемов отходов на полигонах ТКО используется съемка беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) с последующим получением 3D-моделей методом фотограмметрии [10; 11]. Интеграция технологий наземного лазерного сканирования (НЛС) и беспилотных летательных аппаратов демонстрирует высокую эффективность метода БПЛА, который обеспечивает высокую точность и эффективность вычисления объема отходов [12-14]. Особенно привлекательным является использование недорогих дронов, которые позволяют получать точные модели полигонов и проводить повторную съемку, обеспечивая необходимыми данными для оценки остаточной емкости [15].

Представленная работа продолжает цикл определения остаточной емкости действующих полигонов отходов на территории Республики Татарстан [16]. Материалы, представленные в данной статье, являются частью работы по отработке методики оценки остаточной емкости полигонов ТКО на основе данных, полученных БПЛА.

Материалы и методы

В настоящей работе приведены результаты исследования, объектом которого является действующий полигон ТКО в Лениногорском районе Республики Татарстан. В геологическом строении участка принимают участие пермские отложения казанского яруса, представленные глинами твердыми, полутвердыми, плотными с прослоями песчаников. Коэффициент фильтрации грунта при незначительном уплотнении составляет 0,0080 м/сут, что незначительно отличается от нормативного – 0,0086 м/сут. Подземные воды на проектируемой площадке строительства на период изысканий скважинами до глубины 15,0 м не вскрыты.

Фактическая вместимость полигона ТБО составляет 504 840 м³ и должна обеспечить срок его функционирования не менее 15 лет. Зона складирования ТБО запроектирована в виде холма, должен иметь полную высоту равную 18,6 м над поверхностью земли. На момент обследования полигон работает, огорожен, охраняется. Организация работ по приему, складированию, уплотнению и изоляции ТБО определяется технологической схемой и графиком эксплуатации полигона.

Для оценки современного состояния полигона были проведены полевые и инструментальные работы в июле 2020 года. Метеорологические условия на момент съемки имели следующие характеристики: переменная облачность, скорость ветра – 5 м/сек.

Работы производились с использованием беспилотного летательного аппарата DJI Phantom 4 PRO v2, оснащенного 20 мегапиксельной камерой. В модификацию квадрокоптера были внесены изменения – был установлен внешний ГНСС-приемник EMLID Reach M+ со спиральной антенной TOPGNSS TOP508. Внесенные изменения позволяют осуществлять запись координат с частотой 1 Гц, а время срабатывания затвора камеры сокращено до 0,05 секунд.

Полет и съемка объектов исследования производились с помощью мобильного ПО DroneDeploy. При формировании полетного задания устанавливалась высота полета над точкой взлета (100 м), а также продольное и поперечное перекрытие между соседними снимками (75 %).

Данные с ГНСС-приемника были пересчитаны на основе данных с ближайшей к участку базовой станции. Среднеквадратические отклонения (СКО) уравнивания координат центров проекций снимков по осям X, Y, Z не превысили 1 см. Полученные координаты центров проекций снимков в дальнейшем сопоставляли с файлами снимков с БПЛА, после чего обрабатывали в фотограмметрическом программном обеспечении Agisoft Metashape. Далее производил фототриангуляция и создание плотного облака точек, после чего создаются цифровая модель рельефа (ЦМР) и ортофотоплан.

Ортофотоплан изготовлен в электронном виде в системе координат UTM зона 39 (север). Разрешение ортофотоплана составило 0,1 м.

Построение карты рельефа по облаку точек, цифровая модель рельефа и поперечные профили через площадь захоронения выполнены в программе Surfer 15, цифровая модель рельефа (ЦМР) выполнена с шагом 0,5 м.

Результаты и обсуждение

Для рассматриваемого объекта исследования была произведена обработка проектных материалов строительства. Основным источником для построения 3D-модели проектного холма полигона являлись схемы, содержащие проектные геометрические характеристики зоны захоронения.

Для сопоставления проектных характеристик с современным состоянием полигона, была осуществлена пространственная привязка сканов проектных схем средствами QGIS (модуль Georeferencing). В качестве опорных точек использовали поворотные точки границы участка (ограждения) и сооружения, фигурирующие на проектных данных и на момент съемки полигона. При привязке проводили контроль размеров полигона, указанных на схемах. После привязки проводилась оцифровка схем с учетом высотных характеристик зоны складирования. Помимо котлована и пирамиды векторизовали рельеф за пределами зоны складирования для сопоставления с современной ситуацией. На основании полученных данных строили цифровую модель зоны складирования в соответствии с проектом (рис. 1).

Далее произвели фотограмметрическую обработку результатов аэрофотосъемки территории объекта исследования, которая позволяет использовать полученные данные для проведения оценки современного состояния территории полигона.

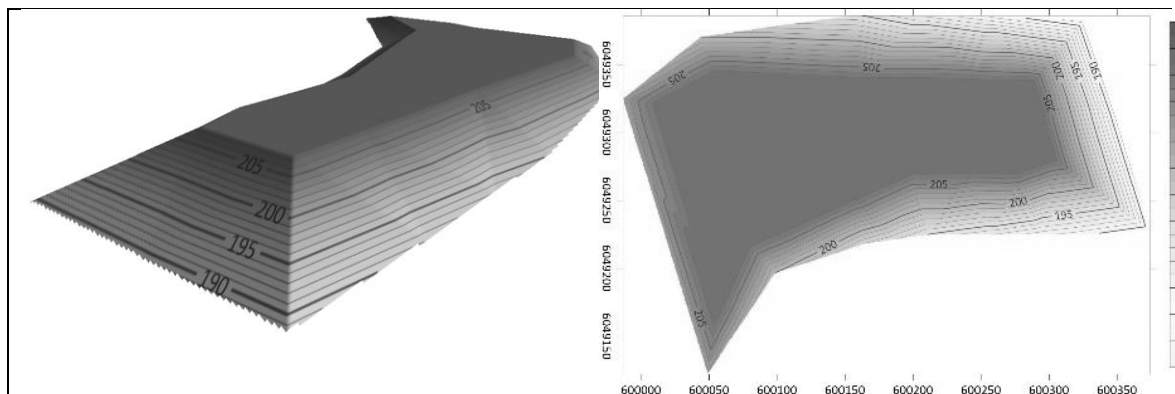


Рис. 1. Модель и карта рельефа надземной части проектного холма захоронения

Составлено авторами

Первое, что позволяют выявить данные съемки БПЛА – несоответствия организации полигона проектным решениям и нарушение границ зоны складирования. Сопоставление проектных и фактических характеристик геометрии зоны складирования показало несоответствие проектным решениям в юго-западной и юго-восточной части исследуемого полигона (рис. 2).

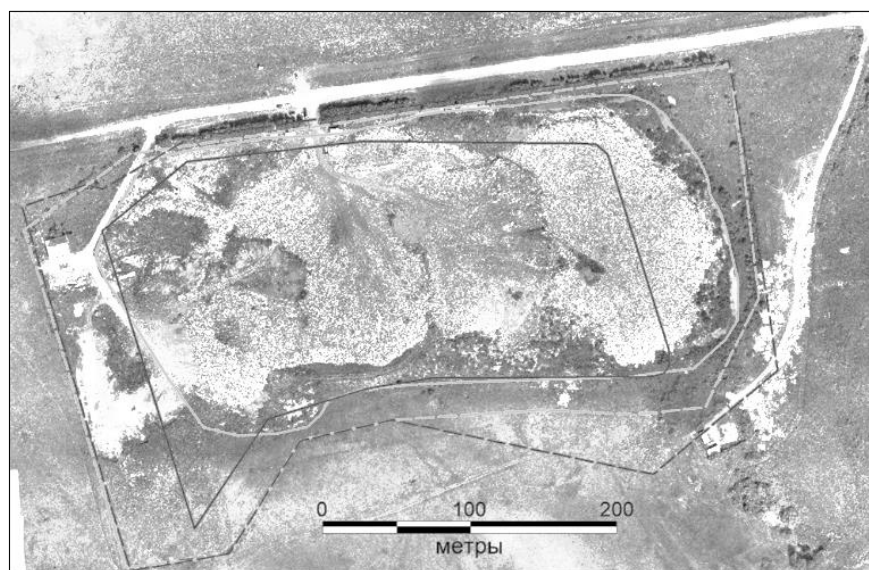


Рис. 2. Ортофотоплан территории полигона ТКО
(сплошная темная линия – проектный контур площади захоронения,
сплошная светлая линия – фактический контур площади захоронения)

Составлено авторами

По результатам обработки проектных данных, была построена объемная модель холма захоронения исследуемого полигона, а также карта рельефа надземной части проектного холма захоронения (рис. 3).

Результаты полевых исследований позволяют детально описать рельеф зоны захоронения и сопоставить высотные характеристики с проектными данными. По состоянию на момент обследования высота холма захоронения имеет отметки от

2,0 до 13,0 м, при этом проектная высота надземной части холма должна составлять 18,6 м.

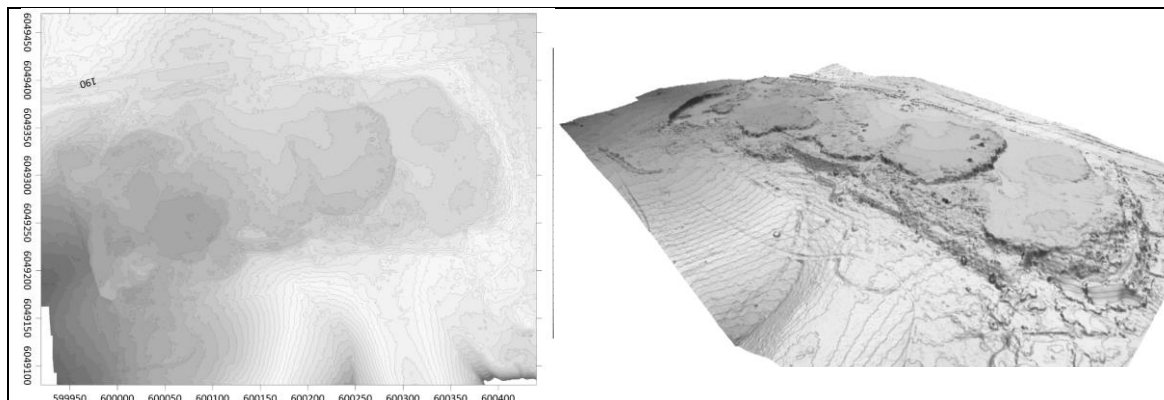


Рис. 3. Карта рельефа территории и объемная модель полигона ТКО

Составлено авторами

Для решения основной задачи исследования на следующем этапе необходимо было провести сопоставление проектных данных и результатов полевых работ. Основную сложность для данного объекта исследования представляло низкое качество схем, а также условная система координат и высот в проектной документации. Необходимо отметить, что самым главным при приведении проектных схем в мировую систему координат является сохранение геометрии и размеров зоны складирования. Поэтому при привязке схем необходимо добиваться сохранения размеров и площадей, указанных в проекте.

При наличии отклонений от проекта, найти общие точки бывает крайне сложно, в связи с этим привязка осуществлялась путем нахождения общих точек на цифровой модели рельефа (ЦМР) территории на момент проектирования полигона, и современных полевых исследований [17]. После приведения данных в единую систему координат появляется возможность оценить степень заполненности полигона и его остаточную емкость.

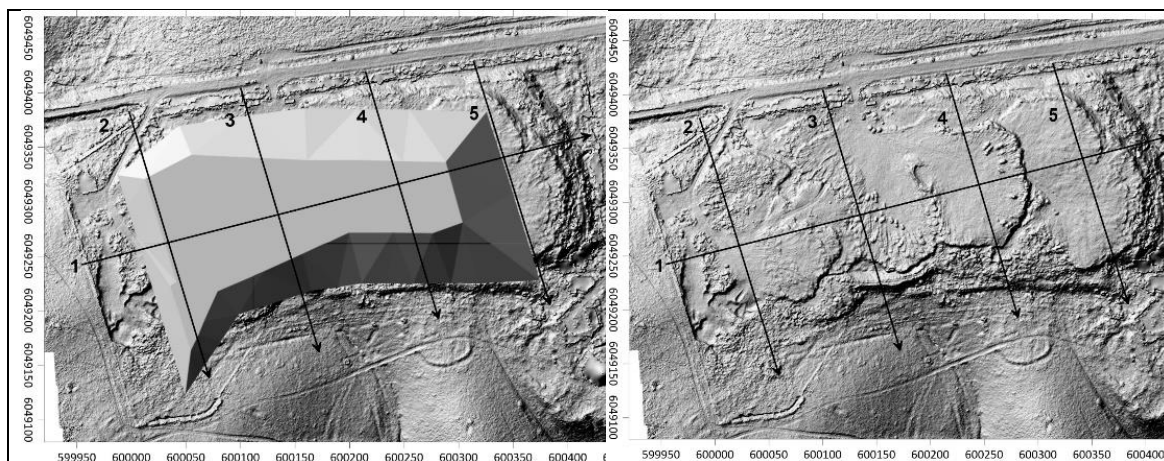


Рис. 4. Цифровая модель рельефа полигона ТКО: слева – проектная, справа – фактическая (цифрами обозначены номера профилей, представленных на рис. 5).

Составлено авторами

Сравнение ЦМР путем построения профилей через зону складирования позволяет оценить ситуацию на каждом участке полигона. Кроме того сопоставление цифровой модели фактического рельефа полигона с проектным наглядно демонстрирует выход зоны складирования за проектные границы (рис. 5).

Построение профилей через тело полигона дает возможность легко оценить соответствие заложения внешних откосов холма складирования. На рассматриваемом полигоне откосы дифференцируются слабо и не соответствуют проектному соотношению.

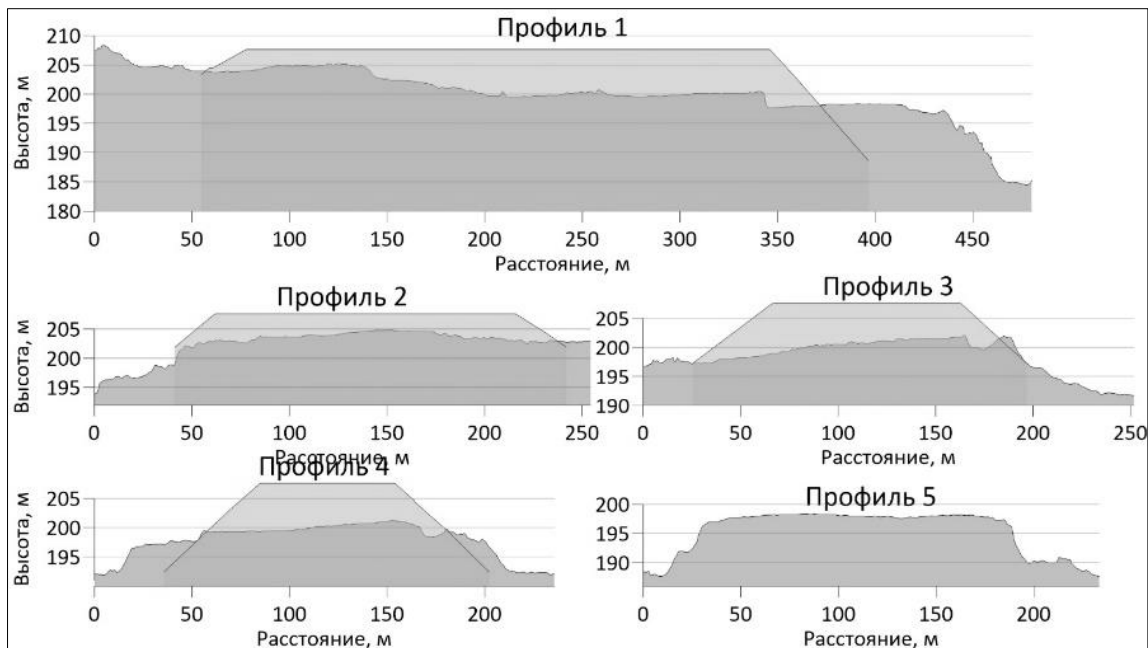


Рис. 5. Поперечные профили через проектный и фактический холмы захоронения
Составлено авторами

Необходимость оценки остаточной емкости чаще возникает на заключительных этапах формирования пирамиды полигонов. В том случае, если полевые исследования подтверждают организацию полигона в соответствии с проектом, достаточно провести расчеты на основании проектных данных и полученного с помощью фотограмметрической обработки полевых наблюдений рельефа. То есть оценку остаточной вместимости полигона можно проводить, исходя из проектного объема надземной части холма захоронения и фактически накопленного объема ТКО в надземной части холма захоронения.

В данном случае мусор складывается за пределами проектных границ пирамиды, и простое «вычитание» фактического рельефа из проектного приведет к значительной ошибке измерений. Поэтому для рассматриваемого полигона была построена модель «нулевого» рельефа по периметру зоны захоронения в соответствии с проведенными фотограмметрическими работами. Далее производили вычисление объема надземной части пирамиды путем вычитания модели «нулевого» рельефа из проектного и фактического на момент съемки.

Для исследуемого полигона проектная вместимость составляет 504 840 м³. По результатам вычислений остаточная емкость полигона на момент съемки составляет 70 284 м³ или 14% от проектной вместимости. Остаточная вместимость позволяет продолжать эксплуатировать данный объект размещения отходов, однако значение менее 20% свидетельствует о том, что проектная мощность данного природоохранного объекта близка к исчерпанию. Очевидно, что необходимо привести откосы тела полигона и границы зоны захоронения к проектным. Выявлено, что полигон находится на завершающей стадии эксплуатации, поэтому кроме оптимизации складирования отходов хозяйствующему субъекту необходимо подготовиться к этапу рекультивации тела полигона. Муниципальным службам необходимо разработать и запланировать внесение корректировок в территориальную схему обращения с отходами.

Выводы

Применение дистанционного метода, основанного на результатах обработки данных низковысотной аэрофотосъемки позволяет получить объективные данные текущего фактического состояния полигонов отходов. Анализ ЦМР и ортофотопланов также позволяют выявить как отклонения в реализации проектных решений, так и нарушения правил эксплуатации полигонов, а также дает возможность оценить остаточную емкость полигонов, как в случае соблюдения проектных решений при организации полигонов, так и в случае отклонения от них.

Активный мониторинг текущего состояния рельефа территории размещения полигона позволяет продлить срок службы (жизни) полигона, минимизировать негативные последствия воздействия на окружающую среду, а также выработать рекомендации для планированию деятельности хозяйствующих субъектов и муниципалитета.

Литература

1. Van Geel P. J., Murray K. E. Simulating settlement during waste placement at a landfill with waste lifts placed under frozen conditions // *Waste Management*. 2015. № 46. P. 352–361.
2. Chen Y. M., Zhan, L.T., Wei, H. Y., Ke, H. Aging and compressibility of municipal solid wastes // *Waste Management*. 2009. № 29 (1), P. 86–95
3. Hunte C., Hettiaratchi, P., Meegoda, J.N., Hettiarachchi, C.H. Settlement of bioreactor landfills during filling operation // *Geoenvironmental Engineering*. 2007. №152 (163). P. 1–10.
4. Wall D. K., Zeiss, C. Municipal landfill biodegradation and settlement // *J. Environ. Eng.* 1995. № 121 (3). P. 214–224.
5. Ling H. I., Leshchinsky D., Mohri Y., Kawabata T. Estimation of municipal solid waste landfill settlement // *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 1998. № 124 (1). P. 21–28.
6. Esposito G. F. Matano M. Sacchi. Detection and Geometrical Characterization of a Buried Landfill Site by Integrating Land Use Historical Analysis, Digital Photogrammetry and Airborne Lidar Data // *Geosciences*. 2018. Vol. 8. No 9. P. 348.

7. Yermolaev O. P., Usmanov B. M., Mishanina O. E., Khisamutdinova E. V. Basin approach to evaluation of human impact on the environment in oil production regions // *Neftyanoe Khozyaistvo – Oil Industry*. 2014. (12). P. 156-160.
8. Gasperini D. Potential and limitation of UAV for monitoring subsidence in municipal landfills // *International J. Environmental Technology and Management*. 2014. Vol. 17. № 1. P. 1.
9. Baiocchi V. UAV for monitoring the settlement of a landfill // *European Journal of Remote Sensing*. 2019. Vol. 52(3). P.41–52.
10. Yoo H.T. A Preliminary Study on Disaster Waste Detection and Volume Estimation Based on 3D Spatial Information // *Computing in Civil Engineering 2017*. Seattle, Washington: American Society of Civil Engineers, 2017. P. 428–435.
11. Athirah A. A. Manganese Removal in Groundwater Treatment Using Marble // *International Journal of Integrated Engineering*. 2019. V. 11. № 2.
12. Silva da C. A., Duarte C. R., Souto M., Silva dos Santos A.L. et al. Evaluating the accuracy in volume calculation in a pile of waste using UAV, GNSS and LiDAR // *Boletim de Ciencias Geodesical*. 2016. V. 22. № 1. P. 73–94.
13. Tucci G. Monitoring and Computation of the Volumes of Stockpiles of Bulk Material by Means of UAV Photogrammetric Surveying // *Remote Sensing*. 2019. Vol.11(12). P. 1471.
14. Son S. W. Integrating UAV and TLS Approaches for Environmental Management: A Case Study of a Waste Stockpile Area // *Remote Sensing*. 2020. Vol. 12(10). P. 1615.
15. Incekara A. Investigating the Utility Potential of Low-Cost Unmanned Aerial Vehicles in the Temporal Monitoring of a Landfill // *International Journal of Geo-Information*. 2019. Vol. 8(1). P. 22.
16. Ахметзянова Л. Г., Усманов Б. М., Курицин И. Н., Кузьмин Р. С., Гафуров А. М., Сироткин В. В. Применение результатов аэрофотосъемки, полученных с использованием данных БПЛА, для оценки остаточной емкости полигона отходов на примере Республики Татарстан // *Вестник Удмуртского университета. Серия биология. Науки о земле*. 2021. Т. 31, вып. 4. С. 404-415.
17. Gafurov A. M., Yermolayev O. P., Usmanov B. M., Khomyakov P. V. Creation of high-precision digital elevation models using the GNSS UAV // *InterCarto, InterGIS*. 2021. Vol.27(2). P.327-339.

L. G. Akhmetzyanova¹
B. M. Usmanov
A. M. Gafurov
D. S. Selivanova

***Application of a remote control method
based on the use of UAV data to assess
the residual capacity of the landfill***

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation

¹e-mail: leisan-ksu@mail.ru

Abstract. *The assessment of the residual capacity is a fundamentally important task of environmental protection. The solution of task offered in this work on the example of one of the landfills of MSW located on the territory of the Republic of Tatarstan. The work uses modern methods of high-precision three-dimensional reconstruction based on shooting from the DJI Phantom 4 unmanned aerial vehicle*

equipped with a receiver of the global satellite navigation system (GNSS). Reconstruction of the project pyramid of MSW burial carried out. The project data and the data of field surveys calculated in one coordinate system. The residual capacity of the landfill was calculated. It amounted to 14% of the project capacity. The proposed approach allows for active remote monitoring of environmental engineering structures.

Keywords: *remote monitoring, UAV, digital terrain model, waste landfill, residual capacity.*

References

1. Van Geel P. J., Murray K. E. Simulating settlement during waste placement at a landfill with waste lifts placed under frozen conditions // *Waste Management*. 2015. № 46. P. 352–361. (in English).
2. Chen Y.M., Zhan, L.T., Wei, H.Y., Ke, H. Aging and compressibility of municipal solid wastes // *Waste Management*. 2009. № 29 (1), P. 86–95 (in English).
3. Hunte C., Hettiaratchi, P., Meegoda, J.N., Hettiarachchi, C.H. Settlement of bioreactor landfills during filling operation // *Geoenvironmental Engineering*. 2007. P. 1–10. (in English).
4. Wall D. K., Zeiss, C. Municipal landfill biodegradation and settlement // *J. Environ. Eng.* 1995. № 121 (3). P. 214–224. (in English).
5. Ling H. I., Leshchinsky D., Mohri Y., Kawabata T. Estimation of municipal solid waste landfill settlement // *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 1998. № 124 (1). P. 21–28. (in English).
6. Esposito G. F. Matano M. Sacchi. Detection and Geometrical Characterization of a Buried Landfill Site by Integrating Land Use Historical Analysis, Digital Photogrammetry and Airborne Lidar Data // *Geosciences*. 2018. Vol.8(9). P. 348. (in English).
7. Yermolaev O. P., Usmanov B. M., Mishanina O. E., Khisamutdinova E. V. Basin approach to evaluation of human impact on the environment in oil production regions // *Neftyanoe Khozyaistvo - Oil Industry*. 2014. (12). P. 156-160. (in English).
8. Gasperini D. Potential and limitation of UAV for monitoring subsidence in municipal landfills // *International J. Environmental Technology and Management*. 2014. Vol.17(1). P. 1. (in English).
9. Baiocchi V. UAV for monitoring the settlement of a landfill // *European Journal of Remote Sensing*. 2019. Vol.52(3). P.41–52. (in English).
10. Yoo H.T. A Preliminary Study on Disaster Waste Detection and Volume Estimation Based on 3D Spatial Information // *Computing in Civil Engineering 2017*. Seattle, Washington: American Society of Civil Engineers, 2017. P. 428–435. (in English).
11. Athirah A. A. Manganese Removal in Groundwater Treatment Using Marble // *International Journal of Integrated Engineering*. 2019. Vol. 11. № 2. (in English).
12. Silva da C.A., Duarte C.R., Souto M., Silva dos Santos A.L. et al. Evaluating the accuracy in volume calculation in a pile of waste using UAV, GNSS and LiDAR // *Boletim de Ciencias Geodesical*. 2016. Vol.22(1). P. 73–94. (in English).
13. Tucci G. Monitoring and Computation of the Volumes of Stockpiles of Bulk Material by Means of UAV Photogrammetric Surveying // *Remote Sensing*. 2019. Vol.11(12). P. 1471. (in English).

14. Son S. W. Integrating UAV and TLS Approaches for Environmental Management: A Case Study of a Waste Stockpile Area // Remote Sensing. 2020. Vol.12(10). P. 1615. (in English).
15. Incekara A. Investigating the Utility Potential of Low-Cost Unmanned Aerial Vehicles in the Temporal Monitoring of a Landfill // International Journal of Geo-Information. 2019. Vol.8(1). P. 22. (in English).
16. Akhmetzyanova L.G., Usmanov B.M., Kuritsin I.N., Kuzmin R.S., Gafurov A.M., Sirotkin V.V. Application of aerial photography results, obtained using UAV data to estimate the residual capacity of the landfill. Practice of the Republic of Tatarstan // Bulletin of the Udmurt University. Biology series. Earth sciences. 2021. Vol. 31(4). P. 404-415. (in Russian)
17. Gafurov A.M., Yermolayev O.P., Usmanov B.M., Khomyakov P.V. Creation of high-precision digital elevation models using the GNSS UAV // InterCarto, InterGIS. 2021. Vol.27(2). P.327-339. (in English).

Поступила в редакцию 10.10.2022 г.

УДК 656.11

Т. В. Бобра¹
А. И. Лычак²

***Пространственный анализ и
моделирование полей концентрации
загрязняющих веществ в атмосфере
г. Симферополь***

^{1,2}ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет
им. В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым,
Российская Федерация
e-mail: tvbobra@mail.ru¹, lychak1@rambler.ru²

Аннотация. В работе рассмотрен ряд аспектов, связанных с современными тенденциями в области изучения загрязнения атмосферного воздуха на урбанизированных территориях. Обоснована проблема необходимости изучения структуры пространственного распределения полей концентрации загрязняющих веществ и предложен алгоритм и методика их изучения и геоинформационного моделирования. Дан анализ условий и факторов формирования полей концентрации загрязняющих веществ в атмосфере для города Симферополь. Построены картографические модели полей концентрации для основных загрязняющих веществ, основанные на данных научного мониторинга.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха (ЗАВ), мониторинг, геоинформационное моделирование, пространственный анализ, экологическое состояние атмосферного воздуха, комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА).

Введение

Загрязнение атмосферного воздуха (ЗАВ) является одной из самых острых современных экологических проблем, которые проявляются как на глобальном, так и на региональном и локальном уровнях. Как утверждает Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) за счет мер по снижению уровня загрязнения воздуха можно уменьшить риск заболеваемости целым рядом болезней, связанных с инсультом, болезнями сердца, раком легких, хроническими и острыми респираторными заболеваниями, включая астму. С низкими показателями загрязнения воздуха ассоциируются более высокие показатели заболеваемости болезнями сердечно-сосудистой и дыхательной системы человека как в долгосрочной, так и в краткосрочной перспективе [1].

Мониторинг за уровнем загрязнения воздуха в городах, по мнению Всемирной метеорологической организации (ВМО), является основой для выработки экологической политики по управлению качеством воздушной среды и снижению рисков для здоровья населения. Существует острая необходимость в формировании адекватных представлений о пространственной и временной структуре полей концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха [2].

Важным аспектом является изучение влияния на здоровье человека кратковременных воздействий загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов. Во многих зарубежных публикациях отмечается необходимость фиксации данных о концентрации загрязняющих веществ в воздухе, не осредненных за длительный период наблюдений, а соответствующий коротким интервалам от одного часа до суток. Так, например, была при этом обнаружена положительная связь между коротко периодическим содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и смертностью от всех причин и, прежде всего, смертностью от сердечно-сосудистых, респираторных и cerebroваскулярных заболеваний [3].

Особый интерес представляют публикации, касающиеся геоинформационного моделирования и анализа полей концентрации загрязняющих веществ от различных источников выбросов для отдельных регионов и городов [4; 5; 6; 7 и др.]. Для города Симферополя результаты подобных работ нашли отражение в публикациях В.О. Смирнова [8], Т.В. Бобра, А.А. Свербиловой [9; 10].

Цель данного исследования – выявление, анализ и моделирование полей концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Симферополь на основе данных оперативного научного мониторинга.

Объектом исследования является территория города Симферополя и экологическое состояние атмосферного воздуха. На территории Симферополя наблюдается достаточно большое разнообразие факторов и условий, влияющих на пространственную дифференциацию полей концентрации загрязняющих веществ в приземном слое воздуха и общее экологическое состояние атмосферного воздуха.

Важнейшими природными факторами, влияющими на уровень загрязнения атмосферы и пространственную структуру полей концентрации загрязняющих веществ в приземном слое воздуха города Симферополя, является климат (*температурный режим, атмосферная циркуляция - направления и скорость ветра, влажность воздуха, количество осадков и повторяемость различных метеорологических явлений, в частности, туманов*) и рельеф.

Город Симферополь расположен в центральной части Предгорного Крыма, в средней части долины реки Салгир, в обширной котловине, закрытой с севера отрогами Внешней гряды Крымских гор, а с юга – Внутренней грядой. Высота местности города над уровнем моря колеблется в пределах 225-400 м, возрастая к юго-востоку.

Климат Симферополя умеренно континентальный, со сравнительно мягкой зимой и умеренно жарким летом. В течение почти всего года господствуют два направления ветра - юго-западное и северо-восточное.

Повторяемость и скорость ветра являются одними из важнейших природных факторов, влияющих на экологическое состояние атмосферного воздуха, а именно на аккумуляцию или рассеивание загрязняющих веществ. В Симферополе более 60% всех случаев ветра приходится на штили и ветры малых скоростей. Наибольшая повторяемость ветров приходится на скорости 4-5 м/с. При таких условиях часто случаются туманы и дымки. Наличие туманов ограничивает рассеивание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и способствует аккумуляции загрязнения.

В Симферополе среднее число дней с туманом составляет более 100, максимум отмечается зимой. Наибольшая повторяемость дней с туманами приходится на январь и декабрь, а наименьшая — на июль и август.

Немаловажную роль в формировании экологического состояния атмосферы играет количество дней с осадками. Среднегодовой уровень осадков достигает 450 мм, из которых 80-85% выпадает в виде дождя. Наблюдается незначительное превышение сумм осадков весенне-летнего периода над осенне-зимним. Однако отмечается и не ярко выраженный вторичный максимум в декабре.

Рассчитанный по методике Т. С. Селегей, И. П. Юрченко [11] метеорологический потенциал загрязнения атмосферы (МПЗА) для Симферополя, учитывающий факторы аккумуляции и рассеивания загрязняющих веществ, имеет выраженный сезонный характер. Так, минимальные значения МПЗА характерны для августа и сентября, а максимальные для апреля-мая. Чем выше значение МПЗА, тем хуже условия для рассеивания загрязнений и самоочищения атмосферы.

Материалы и методы

В целях наблюдения за состоянием атмосферного воздуха, оценки и прогноза его состояния осуществляется государственный мониторинг атмосферного воздуха, который является составной частью государственного мониторинга состояния окружающей природной среды и её компонентов.

Согласно Постановлению Совета министров Республики, Крым «Об утверждении Положения о системе мониторинга окружающей среды Республики Крым» [12] контроль за состоянием атмосферного воздуха в городе Симферополь осуществляют: Министерство экологии и природных ресурсов Республики Крым, Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также Межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Крым и городу федерального значения Севастополю.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» проводит мониторинг за состоянием атмосферного воздуха на 3 стационарных постах. Периодичность составляет 2–4 раза в сутки. Производятся измерения таких загрязняющих веществ как диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, формальдегид и бенз(а)пирен.

Мониторинг за загрязнением атмосферного воздуха, который проводит Межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Крым и городу федерального значения Севастополю, осуществляется на одном стационарном и 13 маршрутных постах.

Министерство экологии и природных ресурсов Республики Крым осуществляет мониторинг за загрязнением атмосферного воздуха посредством 5 автоматизированных стационарных постов.

Материалами для реализации целей данного научного исследования — выявление, анализ и моделирование полей концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Симферополь - послужили открытые данные о загрязнении атмосферного воздуха в городе Симферополе, получаемые в системе

государственного мониторинга за состоянием окружающей природной среды в Республике Крым и база данных, сформированная в результате непосредственных приборных измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города, выполненных в период 2018 – 2022 гг., в научно обоснованной авторами системе точек мониторинговых исследований (рис. 3).

Использование данных с постов наблюдений государственной системы мониторинга ЗАВ не позволяет в полной мере выявлять пространственную структуру полей концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, которая могла бы служить основой для принятия эффективных управленческих решений в сфере оздоровления городской среды.

Поэтому нами был выбран передвижной/маршрутный метод наблюдений и обоснована система точек для постов мониторинга за ЗАВ. Маршрутный пункт наблюдения - это место или точка на определенном маршруте города, предназначенное для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности. Программы наблюдения на маршрутных постах: полная - для получения систематической информации о разовых и среднесуточных концентрациях, ежедневно в 01, 07, 13 и 19 часов; неполная – 07, 13, 19 часов для получения информации о разовых концентрациях; сокращенная в 07 и 13 часов для получения информации о разовых концентрациях для ситуаций, когда температура воздуха ниже - 45, или если концентрации загрязняющих веществ не превышает 1/20 уровня ПДК; суточная – получении информации о среднесуточных концентрациях.

Измерения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Симферополя осуществлялись на маршрутных постах в 132 точках. Выбор точек наблюдений за состоянием атмосферного воздуха (измерение концентрации загрязняющих веществ в АВ) проводился с учетом требований ГОСТ 17.2.3.01-86. При этом для обоснования расположения точек мониторинга учитывались следующие факторы: особенности метеорологической обстановки в г. Симферополь; пространственная организация транспортной инфраструктуры; транспортная нагрузка на дорожную сеть, наличие транспортных узлов и развязок; расположение стационарных источников выбросов загрязняющих веществ, а также расположение действующих и проектируемых государственных стационарных постов наблюдений за ЗАВ. Таким образом, была обоснована схема размещения точек мониторинга за загрязнением атмосферного воздуха в г. Симферополь (рис. 1) [9, 10].

Проведение верификационных измерений ЗАВ в контрольных точках сети точек мониторинга показали достоверность и репрезентативность измеряемых значений величин по сравнению с фоновыми значениями в пределах «ареала охвата» от 65 до 97%. Разброс точности и достоверности измеряемых значений величин относительно фоновых в операционных единицах связан, прежде всего, с динамикой климатических показателей и условий рассеяния загрязняющих веществ в период измерений, а также с неравномерностью поступления загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников.

Концентрация загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха фиксировалась портативным газоанализатором ЭКОЛАБ (далее – газоанализатор), предназначенным для автоматического непрерывного и периодического измерения массовой концентрации различных неорганических и органических веществ в воздушной среде, а также сигнализации о превышении

предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны и в атмосферном воздухе.

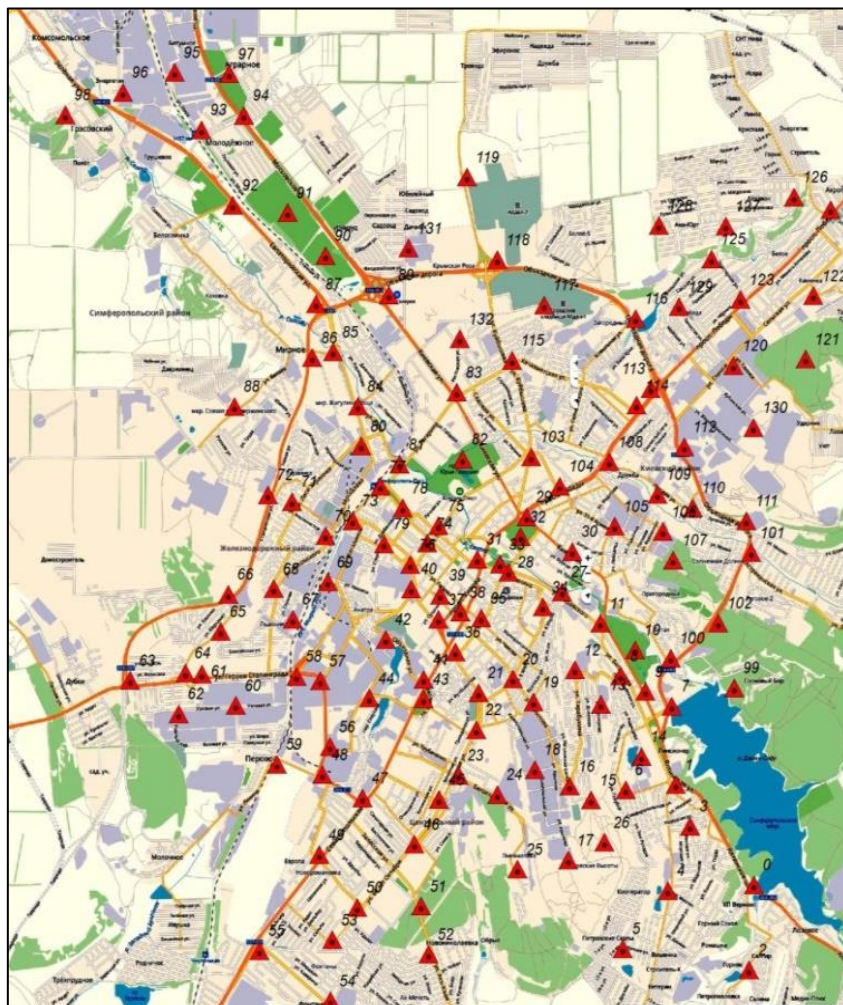


Рис. 1. Схема расположения точек наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в г. Симферополь (научный мониторинг)

Составлено авторами

Предел допускаемого значения дополнительной погрешности газоанализатора, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10°C в диапазоне от плюс 5 до плюс 50°C и изменением влажности окружающей среды на каждые 10 % в диапазоне от 10 до 80 %, не более 0,2 δ .

Предел допускаемого времени установления показаний не более 30 секунд для атмосферного воздуха и 10 секунд для остальных диапазонов. Количество газочувствительных сенсоров, устанавливаемых одновременно, 9 (девять).

Контролируемые вещества и диапазоны измерений концентрации (мг/м^3) приведены в таблице 1.

Наблюдения проводились в период 2018 – 2022 год в пределах временного интервала с 10.00 до 14.00 часов.

Прибор устанавливался в точке наблюдения на высоте $h = 1,5\text{--}1,6$ м над земной поверхностью, на расстоянии не менее трех метров от проезжей части автомобильной дороги. Время подготовки к работе составляло не более 5 минут,

время адаптации прибора к внешним условиям 10 минут, время измерения – 5 минут. Общее время пребывания в точке наблюдения составляло от 30 минут до одного часа.

Таблица 1

Контролируемые вещества и диапазоны измерений массовой концентрации

№ п/п	Контролируемые вещества	Диапазоны измерений массовой концентрации (мг/м ³)	
		А (атмосфера)	АР (расширенный диапазон)
1	Аммиак (NH ₃)	0,02÷10,0	0,02÷400,0
2	Озон (O ₃)	0,015÷0,05	0,015÷2,0
3	Оксид углерода (CO)	1,5÷10,0	1,5÷400,0
4	Бензол (C ₆ H ₆)	0,05÷2,5	0,05÷100,0
5	Сероводород (H ₂ S)	0,004÷5,0	0,004÷200,0
6	Диоксид серы (SO ₂)	0,025÷5,0	0,025÷200,0
7	Углеводороды (C ₆ -C ₁₀)	30,0÷150,0	30,0÷6000,0
8	Диоксид азота (NO ₂)	0,02÷1,0	0,02÷40,0
9	Формальдегид (CH ₂ O)	0,0015÷0,25	0,0015÷10,0

Составлено авторами

Прибор автоматически записывает информацию не только о концентрации девяти химических соединений в атмосферном воздухе, но и такие метеорологические данные, как давление атмосферного воздуха, скорость движения воздушных масс, температуру воздуха. Для связи с компьютером, использовался интерфейс газоанализатора RS232. Для переноса данных на USB Flash использовался USB порт. Обобщение и анализ полученных данных газоанализатора по результатам замеров выполнялись в программе Excel. Дальнейшая работа с базой данных (массивом пространственно распределённой информации - значения концентрации загрязняющих веществ) проводилась с помощью программы ArcGIS v.10.2.

Методика построения геоинформационных картографических моделей полей концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха на территории г. Симферополь включала в себя несколько этапов:

1. Подготовка картографической основы, топогеодезическая привязка различных информационных слоев и баз данных в едином фрейме данных.
2. Размещение на картографической основе пунктов наблюдений.
3. Слияние баз данных (в виде таблиц), полученных в ходе полевых наблюдений, со слоем пунктов наблюдений привязанного, в свою очередь, к слою обзорной географической карты.
4. Построение раstra (пространственной регулярной сетки-матрицы) для каждого измеренного показателя.
5. Геостатистический анализ распределения измеренных значений в пределах ГРИД-матрицы.
6. Выбор метода интерполяции и экстраполяции для построения поля концентрации загрязняющего вещества с учетом данных геостатистического анализа распределения измеренных значений в пределах ГРИД-матрицы.

7. Выбор характера неравномерности шкалы отображения интерполированных и экстраполированных данных.

8. Выбор дизайна и построение макета карты.

9. Экспорт изображения в общедоступный формат графических файлов.

10. Подготовка картографической основы опиралась на общедоступные цифровые картографические модели (карты) с интернет портала OpenStreet.

11. Размещение на картографической основе пунктов наблюдений было осуществлено путем создания точечного слоя (шейп-файла) и нанесением стандартными инструментами редактирования слоев точек наблюдений с последующей привязкой этого слоя к базовой картографической основе.

В процессе формирования базы данных показателей концентрации загрязняющих веществ мы придерживались рекомендаций большинства руководств по разработке баз данных, где рекомендуется строить базу данных на основе множества атрибутивных таблиц (каждая из которых посвящена отдельному показателю или теме) вместо создания одной большой таблицы, содержащей все необходимые табличные поля. Такая схема предотвращает дублирование информации в базе данных, т.к. информация содержится только в одной таблице. Когда же необходима информация, которая не содержится в текущей таблице, можно связывать две таблицы. Такой подход был использован для слияния таблиц с измеренными значениями концентраций и слоя с точками наблюдений, который, в свою очередь, был связан с базовой картой. Собранная нами информация заключена в таблицы Excel и связана с пространственными объектами – точками наблюдений, которые отображены на карте (см. рис. 2).

Выбор характера шкалы отображения интерполированных и экстраполированных значений опирался на геостатистический анализ и классификацию измеренных числовых данных.

При выполнении классификации числовых значений можно использовать один из стандартных методов, предоставляемых в ArcMap, или вручную задавать собственные пользовательские диапазоны классов (что было сделано нами при предварительном пространственном анализе данных). Для определения собственных пользовательских классов вручную устанавливались разделители классов и диапазоны, которые были необходимы для отображения пространств, где значения концентраций загрязнителей от 0 до ПДК и от ПДК и выше.

Тестирование методов классификаций, нами был выбран метод «геометрических интервалов». Схема классификации методом геометрических интервалов строит границы классов, основываясь на интервалах, имеющих геометрическую последовательность. Геометрический коэффициент в этом классификаторе может измениться (на обратный к нему), чтобы оптимизировать диапазоны классов. Алгоритм создает геометрические интервалы путем минимизирования квадратичной суммы элементов в каждом классе. Это позволяет добиться того, что в каждом классе будет находиться примерно равное количество значений, а размеры интервалов будут примерно равнозначными.

Этот алгоритм был специально разработан для обработки непрерывных данных и сочетает в себе достоинства методов равного интервала, естественных границ и квантиля. Он позволяет корректно разделить средние значения и выбывающие из ряда крайние, позволяя получить результат, адекватный с картографической точки зрения и визуально привлекательный. Например, метод классификации по геометрическому интервалу подходит для набора данных об

уровне осадков, где зарегистрированы осадки только в атрибутах 15 из 100 метеостанций (менее 50%), а атрибуты остальных метеостанций равны 0. Также этот метод нашел применение при отображении набора растровых данных и полей концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха. Пример классификации показан на рисунке 4.

Целевые исследования на территории г. Симферополь выявили, что основными источниками выбросов загрязнений в атмосферный воздух города являются: автотранспорт (85%), котельные (8%) и промышленные объекты (7%). Существенный вклад в загрязнение воздуха вносят неорганизованные источники выбросов (свалки, очистные сооружения, объекты автотранспорта, нефтебазы и др.).

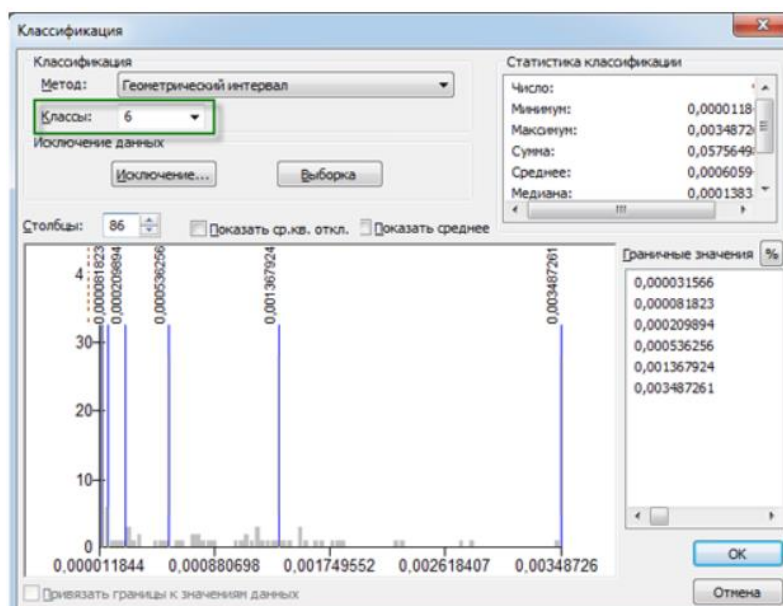


Рис. 2. Пример классификации методом геометрических интервалов, использованный при построении неравномерной шкалы отображения интерполированных данных
Составлено авторами

Результаты и обсуждение

Экологическое состояние атмосферного воздуха в г. Симферополь определяется не только наличием перечисленных источников поступления загрязняющих веществ, но и особенностями природных условий города (главным образом, это климатические и геоморфологические условия). Для Симферополя характерна обратная температурная инверсия, когда холодный воздух в ночное время суток опускается с гор в долину реки Салгир, заполняет ее котловинообразную впадину, в которой находится город, застаивается в ней, способствуя накоплению загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Результаты измерений и моделирования полей концентрации загрязняющих веществ в приземном слое воздуха Симферополя выявили весьма неоднородную картину распространения полей концентрации загрязняющих веществ (рис. 3-10, составленные авторами).

Аммиак. Значения выявленных концентраций аммиака в атмосферном воздухе Симферополя изменяются от 0 до 0,016 мгм/м³. Поля распределения концентраций **аммиака** носят крайне неоднородный характер. Поля концентраций аммиака с максимальными показателями сосредоточены в северо-западной части Симферополя в промышленной зоне района ГРЭС (рис. 3). Основным источником поступления аммиака в этом районе является разгрузочно-погрузочная железнодорожная станция с перекачкой жидких веществ. Отмечается также повышенный фон в районе верховий Петровской балки и Петровских высот, что может быть связано с несанкционированным сливом канализационных стоков.

Озон. Поля концентрации **озона** в приземном слое атмосферного воздуха носит островной характер, тяготея в основном к осевой части долины реки Салгир в центральной части котловины города. Значения концентраций озона изменяются в диапазоне от 0 до 0.5 мгм/м³ (рис. 4). Максимальные значения характерны для промышленных зон города (ГРЭС, Льдозаводское, торговый центр Меганом и район объездной и ул. Жени Дерюгиной) и для участков автодорог с высокой транспортной нагрузкой. Именно в этих зонах наблюдается превышение значений ПДК. Минимальные значения концентрации приземного озона приурочены к парковым зонам, а также зонам с низкоэтажной жилой застройкой окраин города. Отмечается повышение фона в зонах высокотажной застройки и понижение фона в парковых зонах

Оксид углерода. Концентрация **оксида углерода** в атмосферном воздухе города Симферополя колеблется от 0 до 6 мгм/м³. Ярko выражена пространственная неоднородность в распределении полей концентрации оксида углерода. Максимально загрязненной является северо-западная часть города. В меньшей степени загрязнены северо-восточные и восточные районы города. Зоны с высокими значениями концентраций оксида углерода и значениями, превышающими ПДК, приурочены главным образом к автодорогам с высокой загруженностью транспортом и к местам скопления промышленных и производственных объектов (рис. 5). Островной характер распределения повышенных значений оксида углерода свидетельствует о высокой неоднородности полей концентрации в черте города и привязки их к внутри суточной цикличности активности транспортного движения и заторов на дорогах.

Бензол. Максимальные значения полей концентрации **бензола** приурочены к району ГРЭС, где и отмечаются превышения ПДК. Диапазон значений концентраций аммиака составляет от 0,081 до 0,186 мгм/м³ (рис. 6). Повышение фона бензола в атмосферном воздухе наблюдается также в южной части города Симферополь в районе ул. Батурина, ул. Севастопольской и микрорайонов Пневматика, Залеская, Новониколаевка. Характеризуется практически полным отсутствием островной структуры распределения. Равномерное распределение полей концентрации бензола в атмосферном воздухе города связана с довольно густой сетью автодорог, а также повсеместной высокой транспортной загруженностью не только общегородских центральных магистралей, но и внутри кварталных подъездных дорог.

Диоксид серы. Значения концентрации **диоксида серы** в атмосферном воздухе Симферополя колеблются в диапазоне от 0 до 0,08 мгм/м³ (рис. 7). Превышений ПДК выявлено не было. Максимальные концентрации и площади распространения диоксида серы в АВ приходятся на юго-восточную часть города.

Наиболее значительные концентрации диоксида серы наблюдаются в районе ул. Беспалова, микрорайонов Студенческий городок, Марьино, Луговское и объездная дорога на Ялту. Повышенный фон наблюдается по всему городу (см. рис. 7). Пешеходная зона вдоль набережной реки Салгир, крупные парки и скверы, а также зоны частной жилой застройки характеризуются в целом более низкими значениями загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы.

Углеводороды. Значения концентрации *углеводородов* в атмосферном воздухе Симферополя колеблются в диапазоне от 0.74 до 2,42 мг/м³ (рис. 8). Максимальные значения приурочены к промышленной зоне района ГРЭС. Повышенный фон наблюдается на территории вдоль всего межгрядового понижения Симферопольской котловины. Однако превышений ПДК выявлено не было.

Формальдегид. Загрязнение *формальдегидом* захватывает практически все районы города. Диапазон измеренных значений концентрации формальдегида от 0 до 0.02 мг/м³. Максимальные значения концентрации формальдегида наблюдаются в центре города и в юго-восточной его части, где были зафиксированы превышения ПДК (см. рис. 9). Загрязнения формальдегидом главным образом связано с выбросами от автотранспорта.

Оценка степени суммарного загрязнения атмосферного воздуха в Симферополе (рис. 10) проводилась в соответствии с требованиями РД 52.04.667-2005 «Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения» по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) [13].

Расчет ИЗА выполнялся для четырех веществ, нормированное содержание которых в атмосферном воздухе максимально (*оксид углерода, бензол, озон и формальдегид*). Расчет нормированного содержания для одного вещества выполняется по формуле:

$$I_i = \frac{q_{cp.i} \cdot k_i}{ПДК_{cc.i}}, \quad (1)$$

где $q_{cp.i}$ – среднее содержание i -го вещества в атмосферном воздухе в пункте наблюдения, мг/м³;

$ПДК_{cc.i}$ – предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го вещества, мг/м³;

k_i – безразмерный коэффициент, учитывающий принадлежность к разным классам опасности.

k_i	0,85	1,0	1,3	1,7
Класс опасности	4	3	2	1

Суммируя показатели ИЗА, можно получить ИЗА_п по n основным загрязняющим веществам – т.н. комплексный индекс ЗАВ (КИЗА). Уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как низкий при значениях КИЗА <5, повышенный при КИЗА от 5 до 8, высокий при КИЗА от 8 до 13 и очень высокий при КИЗА > 13.

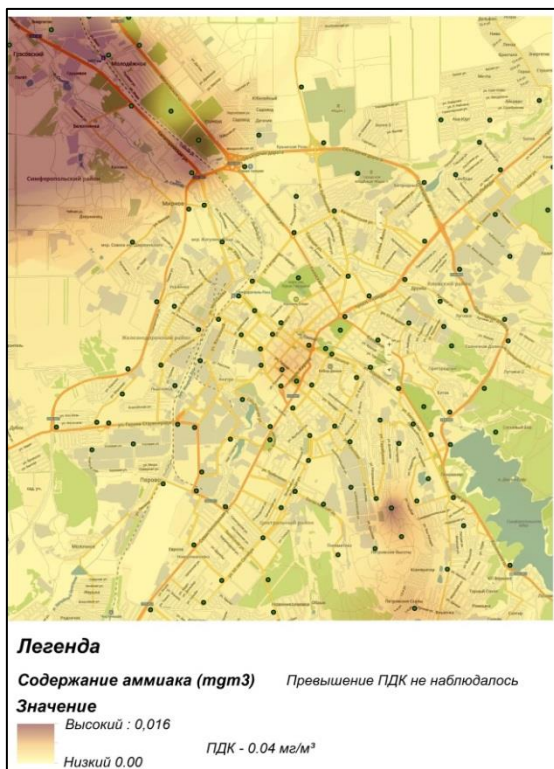


Рис. 3. Содержание в атмосферном воздухе (АВ) г. Симферополь аммиака

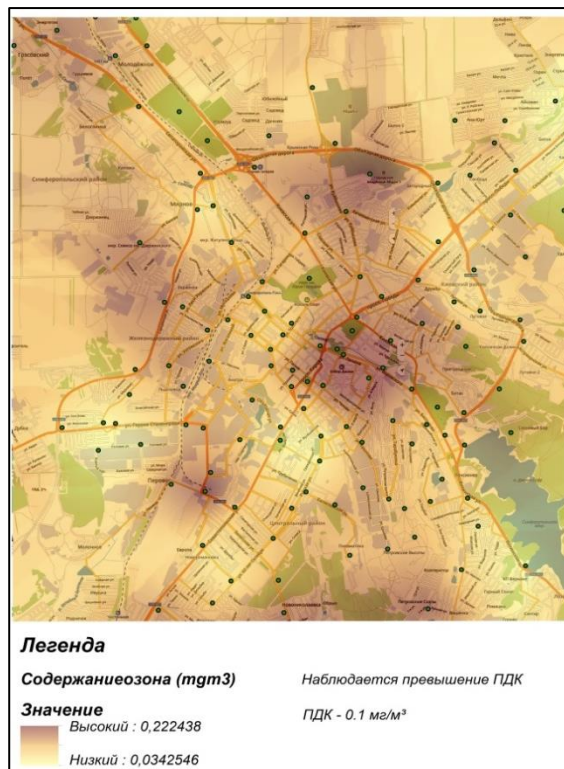


Рис. 4. Содержание в АВ г. Симферополь озона

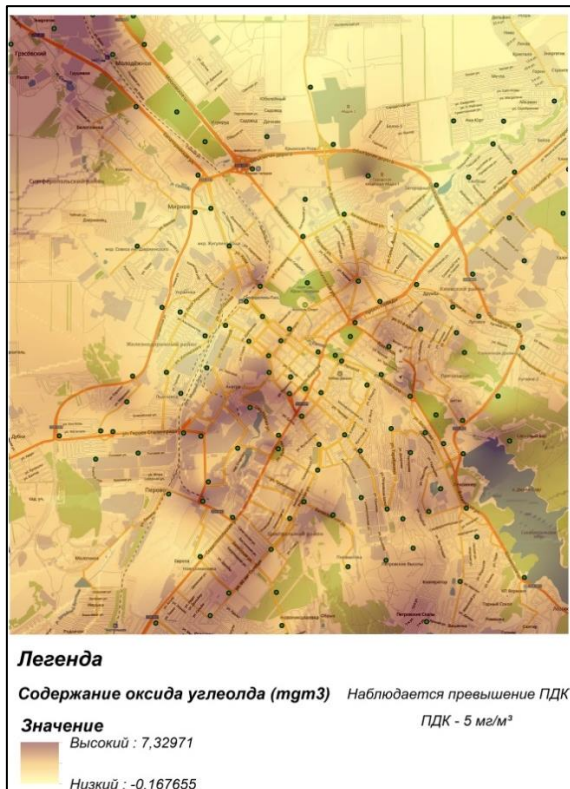


Рис. 5. Содержание в АВ г. Симферополь оксида углерода

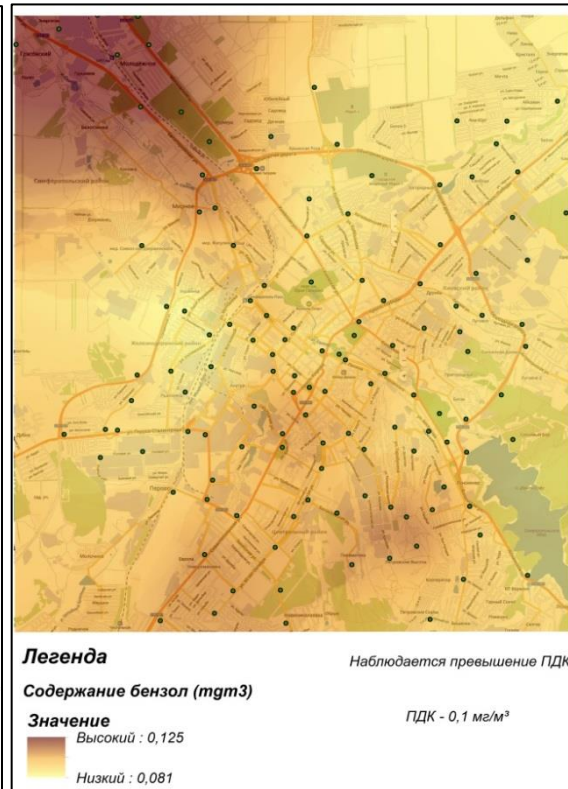


Рис. 6. Содержание в АВ г. Симферополь бензола

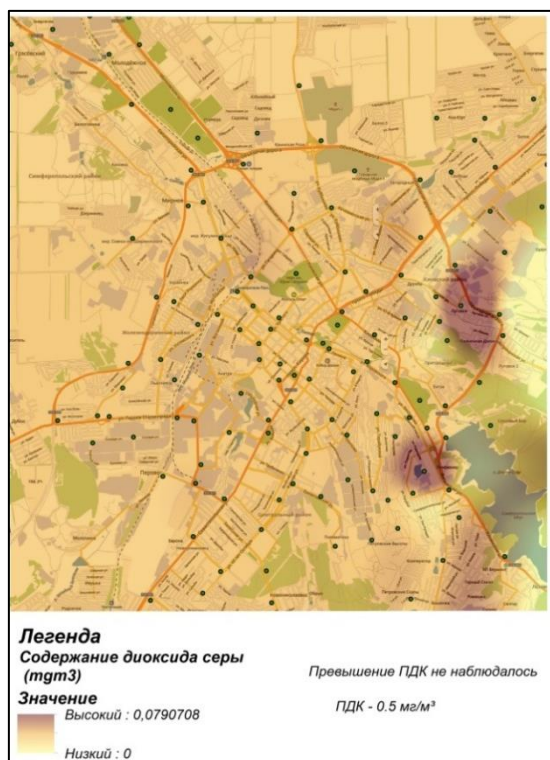


Рис. 7. Содержание в АВ г. Симферополь диоксида серы

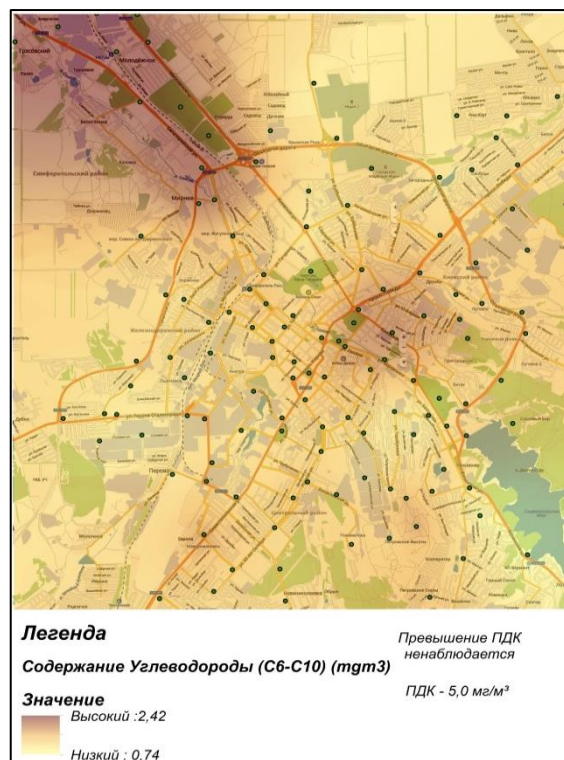


Рис. 8. Содержание в АВ г. Симферополь углеводородов

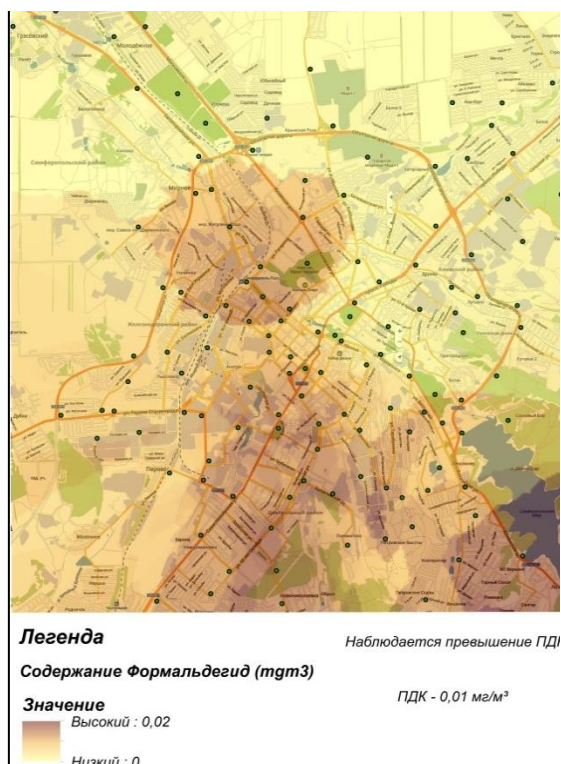


Рис. 9. Содержание в АВ г. Симферополь формальдегида

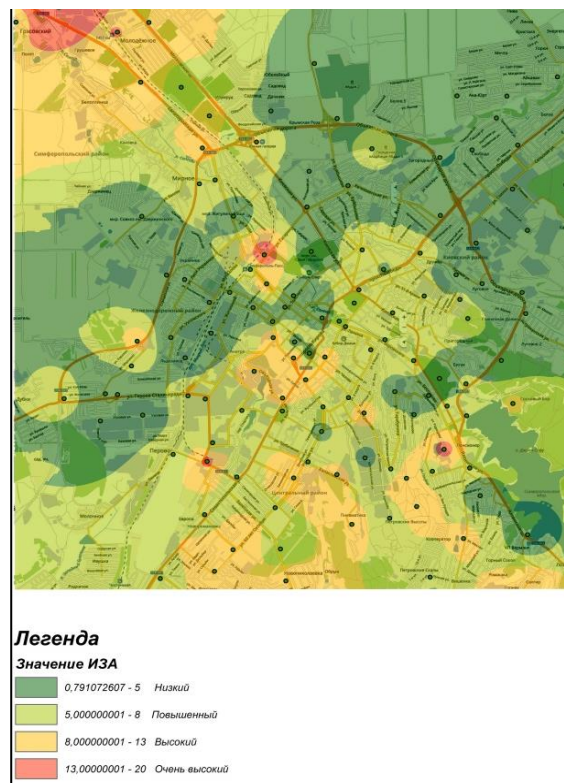


Рис. 10. Комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА) в г. Симферополь в 2021 году

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) - $I(n)$, учитывающий n загрязняющих веществ рассчитывался по формуле[^]

$$I(n) = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n q_{cpI} / (\text{ПДК}_{с.с.} \cdot c_i)^{C_i}, \quad (2)$$

где q_{cpI} – среднегодовая концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/м^3 ,

$\text{ПДК}_{с.с.i}$ – предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го вещества, мг/м^3 ;

C_i – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень вредности i -го загрязняющего вещества к степени вредности диоксида серы [13].

По результатам выполненных расчетов КИЗА и с использованием возможностей ArcGIS v.10.2, была построена картографическая модель, отражающая пространственную дифференциацию территории города по показателю комплексного индекса загрязнения атмосферы (см. рис. 10). Диапазон колебаний значений КИЗА для Симферополя составляет от 0,79 до 13, что соответствует в шкале качественной оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха – от удовлетворительной до высокой.

Пространственный анализ и моделирование полей концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Симферополь позволил выявить некоторые особенности загрязнения атмосферы. Так, практически для большинства измеренных загрязняющих веществ максимумы значений отмечаются в северо-западном районе города – это район ГРЭС, где сконцентрированы энергетические, транспортные, промышленные объекты и станция по перевалке грузов с железной дороги.

Пространственная структура полей концентрации загрязняющих веществ весьма неоднородна. Поля повышенной концентрации загрязняющих веществ приурочены к участкам автомобильных дорог с максимальной транспортной загруженностью и транспортным узлам, и развязкам, а также к местам расположения промышленных предприятий и производственных объектов.

Отмечается положительная роль скверов, парков и других зеленых насаждений города, в пределах которых наблюдается значительное снижение концентраций всех измеряемых нами загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Выводы

Научно-исследовательские работы, направленные на мониторинг и анализ экологического состояния городской среды и её компонентов, являются весьма значимыми, поскольку, во-первых, дополняют базу эмпирических данных геохимических и геофизических характеристик среды, получаемых в системе государственного мониторинга состояния окружающей среды в городах; во-вторых, это позволяют более объективно выявлять и оценивать экологическое состояние компонентов урбандиапазона (приземного слоя воздуха, почв, водных объектов, зеленых насаждений) и, в-третьих, достаточно большой объем целевой эмпирической информации, получаемой в системе научного геоэкологического мониторинга, позволяет осуществлять построение картографических моделей текущего или прогнозного экологического состояния муниципальных и иных территорий на основе геоинформационных технологий.

Предложен и апробирован алгоритм и методика организации системы мониторинга за загрязнением приземного слоя АВ Симферополя, которые способны обеспечить данными построение достоверных картографических моделей распределения полей концентрации загрязняющих веществ, а также дальнейшую оценку экологического состояния атмосферного воздуха и районирование территорий города по степени благоприятности/неблагоприятности экологической ситуации.

Анализ природных факторов и условий выявил специфику и большую роль климатических факторов, рельефа, типа застройки, плотности транспортной инфраструктуры и её загруженности в формировании пространственной структуры полей концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха в городе Симферополе.

По результатам приборных измерений концентраций загрязняющих веществ в АВ Симферополя и расчета КИЗА, используя возможности ArcGIS v.10.2, построены картографические модели полей концентрации основных загрязнителей воздушной среды города Симферополя, а также картографическая модель, отражающая пространственную дифференциацию территории города по показателю комплексного индекса загрязнения атмосферы. Диапазон колебаний значений КИЗА для Симферополя составляет от 0,79 до 13, что соответствует в шкале качественной оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха – от удовлетворительной до высокой.

Полученные картографические представления данных по мере накопления статистики в будущем послужат как основа для морфологического и морфометрического анализа рисунка полей концентрации загрязнителей АВ и разработки цифрового двойника территории города Симферополя с целью решения прогнозных геоэкологических задач.

Результаты подобных геоэкологических исследований и картографического моделирования полей загрязнения могут и должны использоваться для эффективного управления городами, корректировки внутренней транспортной логистики городов, составления генеральных планов развития городов, размещения и обустройства городских общественных пространств и оздоровления городской среды в целом.

Литература

1. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary. World Health Organization. 2021. 273 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
2. WMO Air Quality and Climate Bulletin. No. 1, September 2021. 11 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>.
3. P. Orellana, J. Reynoso, N. Quarantano, A. Bardach, A. Ciapponi. Short-term exposure to particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃) and all-cause and cause-specific mortality: Systematic review and meta-analysis. Environment International, № 142. 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020318316?via=ihub>.

4. Воробьева И. Д., Скрыпник Л. Н. Применение геоинформационных систем для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта в городе Калининграде // Научные исследования: от теории к практике. 2016. № 2-2(8). С. 71-73.
5. Полуэктова М. М. Метод оценки загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом с использованием геоинформационных систем: дис. ... на соискание ученой степени кандидата наук. СПб.: ГГО им. Воейкова, 2009. 165 с.
6. Гаджибеков М. И., Раджабова Р. Т., Гусейнова Н. О. [и др.] Геоинформационное картирование загрязнения атмосферного воздуха в Республике Дагестан // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2015. № 2(31). С. 101-104.
7. Слобожанина Е. А. Применение геоинформационных систем при оценке неканцерогенного риска здоровью населения города Кургана из-за загрязнения атмосферного воздуха // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник статей по материалам VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курган, 28 апреля 2022 года. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2022. С. 49-53
8. Смирнов В. О. Подходы к обоснованию развития системы мониторинга атмосферного воздуха в г. Симферополь // Геоэкология и природопользование: актуальные вопросы науки, практики и образования: материалы Всероссийской научно-практической юбилейной конференции (Симферополь, 17–20 октября 2018 г.). Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. С.175-178.
9. Бобра Т. В., Свербилова А. А. Мониторинг и анализ транспортной нагрузки в пределах городского округа Симферополь // Геополитика и экогеодинамика регионов. Том 6 (16). Вып. 2. 2020. С. 232–243.
10. Бобра Т. В., Свербилова А. А. Мониторинг и анализ загрязнения атмосферного воздуха территории г. Симферополя // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 6 (72). № 1. 2020. С. 156–167.
11. Селегей Т. С., Юрченко И. П. Потенциал рассеивающей способности атмосферы // География и природные ресурсы. 1990. № 2. С. 132-137.
12. Об утверждении Положения о системе мониторинга окружающей среды Республики Крым: постановление Совета министров Республики Крым. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rk.gov.ru/file/pub/pub_237306.pdf.
13. РД 52.04.667-2005 «Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения». М., 2006. 50 с.

T. V. Bobra¹
A. I. Lychak²

Spatial analysis and modeling of pollutant concentration fields in the atmosphere of Simferopol

^{1,2}V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida
Academy, Simferopol, Republic of Crimea, Russian
Federation
e-mail: tvbobra@mail.ru¹, lychak1@rambler.ru²

Abstract. *The paper considers a number of aspects related to modern trends in studying of air pollution in urban areas. The need for researching the structure of the spatial distribution of pollutant concentration fields was justified. An algorithm and methodology of researching and geoinformation modeling were proposed. The analysis of conditions and formation factors of pollutant concentration fields in the atmosphere of Simferopol were given. Cartographic models of concentration fields of the main pollutants have been built based on scientific monitoring data.*

Keywords: *atmospheric air pollution, monitoring, geoinformation modeling, surface analysis, ecological state of atmospheric air, complex atmospheric index.*

References

1. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary. World Health Organization. 2021. 273 p. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
2. WMO Air Quality and Climate Bulletin. No. 1, September 2021. 11 p. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>.
3. P. Orellana, J. Reynoso, N. Quarantado, A. Bardach, A. Ciapponi. Short-term exposure to particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃) and all-cause and cause-specific mortality: Systematic review and meta-analysis. *Environment International*, № 142. 2020. URL: <https://sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020318316?via=ihub>.
4. Vorob'eva I. D., Skrypnik L. N. *Применение геоинформационных систем для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта в городе Калининград // Научные исследования: от теории к практике. 2016. № 2-2(8). С. 71-73. (in Russian)*
5. Polujektova M. M. *Метод оценки загрязнения атмосферного воздуха автомобилем транспортом с использованием геоинформационных систем: дис. ... на соискание ученой степени кандидата наук. СПб.: ГГО им. Воейкова, 2009. 165 с. (in Russian)*
6. Gadzhibekov M. I., Radzhabova R. T., Gusejnova N. O. [i dr.] *Геоинформационное картирование загрязнения атмосферного воздуха в Республике Дагестан // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2015. № 2(31). С. 101-104. (in Russian)*

7. Slobozhanina E. A. Primenenie geoinformacionnyh sistem pri ocenke nekancerogenogo riska zdorov'ju naselenija goroda Kurgana iz-za zagrjaznenija atmosfernogo vozduha // Aktual'nye problemy jekologii i prirodopol'zovanija: sbornik statej po materialam VI Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-praktičeskoj konferencii, Kurgan, 28 aprelja 2022 goda. Kurgan: Kurganskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. T.S. Mal'ceva, 2022. S. 49-53 (in Russian)
8. Smirnov V. O. Podhody k obosnovaniju razvitija sistemy monitoringa atmosfernogo vozduha v g. Simferopol' // Geojekologija i prirodopol'zovanie: aktual'nye voprosy nauki, praktiki i obrazovanija: materialy Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj jubilejnoj konferencii (Simferopol', 17–20 oktjabrja 2018 g.). Simferopol': IT «ARIAL», 2018. S.175-178 (in Russian)
9. Bobra T. V., Sverbilova A. A. Monitoring i analiz transportnoj nagruzki v predelah gorodskogo okruga Simferopol' // Geopolitika i jekogeodinamika regionov. Tom 6 (16). Vyp. 2. 2020. - S. 232–243. (in Russian)
10. Bobra T. V., Sverbilova A. A. Monitoring i analiz zagrjaznenija atmosfernogo vozduha territorii g. Simferopolja // Uchjonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. Tom 6 (72). № 1. 2020. - S. 156–167. (in Russian)
11. Selegej T. S. Potencial rasseivajushhej sposobnosti atmosfery / T. S. Selegej, I. P. Jurčenko // Geografija i prirodnye resursy. 1990. № 2. S. 132-137. (in Russian)
12. Ob utverzhdenii Polozhenija o sisteme monitoringa okružhajushhej sredy Respubliki Krym: postanovlenie Soveta ministrov Respubliki Krym. URL: https://rk.gov.ru/file/pub/pub_237306.pdf. (in Russian)
13. RD 52.04.667-2005 «Dokumenty o sostojanii zagrjaznenija atmosfery v gorodah dlja informirovanija gosudarstvennyh organov, obshhestvennosti i naselenija». M., 2006. 50 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 04.11.2022 г.

УДК 504.06

Т. В. Бобра¹

М. Ю. Каменева²

***Геоэкологический анализ и
картографирование шумового загрязнения
урбанизированных территорий (на
примере г. Симферополь)***

^{1,2} ФГАУ ВО Крымский федеральный университет
им. В. И. Вернадского, г. Симферополь, Республика Крым,
Российская Федерация
e-mail: tvbobra@mail.ru¹, m.yurjevnaa@yandex.ru²

Аннотация. В работе представлены основные результаты комплексного геоэкологического анализа, оценки и картографирования шумового загрязнения г. Симферополь. Раскрыты сущность геоэкологического анализа, определены его методы и структура при рассмотрении шумового загрязнения. Представлены подходы к картографическому моделированию геофизического состояния городской среды по уровню шумового загрязнения с целью разработки методического обеспечения геоэкологического анализа городских ландшафтов. Приведены результаты геоэкологического анализа и картографирования шумового загрязнения для территории г. Симферополь на основании полевых исследований 2019-2021 гг.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, урбанизированные территории, геоинформационные технологии, картографическое моделирование, геоэкологический анализ.

Введение

Комфортность и безопасность городской среды является одним из актуальных направлений проектирования и обустройства городов. При этом выявление и анализ химического и физического загрязнения городской среды является необходимым условием для городского планирования, адекватного менеджмента и принятия управленческих решений по оздоровлению городов.

Актуальность исследования обусловлена весомым вкладом геофизических воздействий в формирование качества и комфортности городской среды для человека и геоэкологического состояния городских ландшафтов. Важное значение имеет разработка теоретических, методических, прикладных основ исследований и их апробация для решения конкретных задач в натурных условиях изучаемого городского объекта.

В современных крупных городах одним из наиболее распространенных видов геофизического загрязнения окружающей среды, постоянно действующим и неблагоприятно сказывающимся на жизнедеятельности человека, является шум.

Также актуальность данной работы заключается в необходимости исследования территории города Симферополя в целях геоэкологического анализа шумового загрязнения на данной территории. Шумовое загрязнение городской среды является одним из основных факторов вредного влияния на здоровье жителей города Симферополя. Выявление и моделирование пространственной дифференциации уровня шумового загрязнения в Симферополе является

практически пионерной работой, выполняемой для всей городской территории в рамках научно обоснованной системы точек мониторинга.

Цель исследования состоит в комплексном геоэкологическом анализе шумового загрязнения городской среды Симферополя, выявленного в результате натурных измерений показателей шума.

Объектом исследования является территория города Симферополя.

Предметом выступает шумовое загрязнение городской среды и его пространственная дифференциация.

Задачи исследования:

- 1) раскрыть сущность геоэкологического анализа шумового загрязнения, определить его методы;
- 2) изучить теоретический и практический опыт геоэкологических исследований шумового загрязнения урбанизированных территорий;
- 3) разработать подходы к картографическому моделированию геофизического состояния городской среды по уровню шумового загрязнения с целью разработки методического обеспечения геоэкологического анализа городских ландшафтов;
- 4) провести апробацию разработанных подходов по результатам практических измерений и геоэкологического анализа шумовых полей в г. Симферополь.

Важное значение имеет то, что осуществление геоэкологического анализа и выявление закономерностей природно-антропогенной обусловленности формирования геоэкологического состояния городской среды позволит разработать рекомендации по осуществлению экодиагностики городской среды.

Исследование опиралось на актуальные законодательно-правовые и нормативные документы, отечественный и зарубежный опыт подобных исследований, изложенный в научных статьях и фондовых материалах.

Полученные результаты анализа могут являться основой для принятия управленческих решений по оптимизации пространственной организации городской среды, для формирования транспортной логистики с целью минимизации шумового загрязнения в городе.

Материалы и методы

Геоэкологический анализ состояния урбанизированных территорий по уровню шумового загрязнения основывается на следующих группах методов:

1. Полевые натурные измерения и наблюдения, позволяющие выявлять конкретные условия формирования геофизических полей шума;
2. Геоинформационное моделирование и картографирование полей геофизических параметров шумового загрязнения.
3. Аналитические методы для изучения пространственно-временных характеристик шума, позволяющие выявить причинно-следственные связи по результатам геоэкологического анализа.

Конкретно для города Симферополь в наших исследованиях в рамках каждой из групп применены следующие методы:

Геоинформационное моделирование было реализовано в специализированной программе QGIS 3.10. В данной Гис-оболочке был создан комплексный проект с использованием слоев городской застройки, системы улиц

и автодорог, водных объектов. Данные векторные слои получены в открытом доступе на ГИС-ресурсе OpenStreet Map. Использована стандартная параметрическая система wgs 84 зона 36 N для унификации проекций с имеющимися картографическими материалами.

Далее стандартным инструментом интерполяции QGIS 3.10 были получены растровые слои данных интерполяции полей геофизического загрязнения за каждый из рассматриваемых периодов.

Данные слои визуализированы на картах. При этом инструмент растрового калькулятора QGIS 3.10 позволяет произвести пространственное сравнение слоев с целью выявления тенденции в изменении уровня шума в каждой точке за различные периоды.

Для проведения натурных измерений использовался универсальный прибор FLUS ET-965, который оснащен датчиками шума, влажности, освещенности, температуры и скорости потока воздуха.

Измерения проводились в 132 точках, расположение которых выбрано на основании рассмотрения ландшафтных особенностей территории и современных особенностей планировки города, его транспортной инфраструктуры, расположения основных источников потенциального шумового воздействия [3, 4].

Правовая база нормирования и измерений шумового загрязнения в условиях городов является четко сформированной, что позволяет однозначно определять и оценивать уровни шумового воздействия [5-9].

Исследования являются продолжением исследований шумового загрязнения городской среды Симферополя, начатых в 2018 г. [3, 4], и охватывают период 2019-2021 гг.

Исследования шумового загрязнения городской среды Симферополя являются частью комплексных научных исследований, реализуемых коллективом кафедры геоэкологии Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского в рамках НИТ «Выявление, оценка, моделирование и прогноз геоэкологических ситуаций на основе мониторинговых исследований и применения геоинформационных технологий для решения задач оптимизации природопользования, территориального планирования и управления с целью обеспечения устойчивого и экологически безопасного развития крымского региона» (АААА-А21-121011990104-7).

Результаты и обсуждение

Анализ экологического состояния урбанизированных территорий Симферополя по уровню шумового загрязнения основан на базе эмпирических данных, полученных в рамках натурных наблюдений и измерений (система точек наблюдений приведена на рис. 1). Следующим этапом исследований может быть проведение интегральной оценки экологического состояния городской среды и районирование города по степени благоприятности/неблагоприятности экологического состояния (по уровню шумового загрязнения и другим геофизическим параметрам) с целью оптимизации муниципального планирования и управления.

Изучение опыта современных исследований в области шумового загрязнения городской среды Симферополя [1-4] и аналогичные исследования

авторов в 2019-2021 гг. позволили сформировать базу данных, привязанную к научно обоснованной сети мониторинга за уровнем шума на территории г. Симферополь.

Анализ и визуализация показателей базы данных нашли отражение в построении интегральной картографической модели пространственной дифференциации полей шума на территории Симферополя. Разработанная картографическая модель демонстрирует пространственную неоднородность величин шума в городе, а также позволяет определить, в каких местах наблюдаются превышения нормативного уровня шума и выявить причины.

Наибольший вклад в шумовое загрязнение г. Симферополя вносит автомобильный транспорт, поэтому большая часть из 132 точек мониторинга были расположены на автодорогах с разной интенсивностью движения и составом транспортных потоков, на транспортных перекрестках и развязках, а также в промышленных и жилых районах города.

Точки мониторинга располагались вблизи основных автомобильных дорог с учетом их категорий (федеральные, региональные, районные, местные) и с учетом результатов натурных исследований интенсивности транспортных потоков на автодорогах города, а также с учетом функционального зонирования города Симферополя, в котором имеются промышленные зоны с локальными источниками шумового воздействия. Сеть точек мониторинга уровня шумового воздействия на территории г. Симферополь приведена на рис. 1.

Кроме того, отметим, что выбор размещения точек наблюдений имеет и определенные ландшафтные основы. Точки должны быть расположены в различных формах рельефа в достаточном количестве, что обеспечивает возможность выбора их расположения с учетом понижений рельефа, затенения рельефом, расположения на открытых пространствах, обеспечивающих свободное распространение звуковых волн.

С одной стороны, территория города Симферополя имеет существенные различия по характеру рельефа, а с другой стороны имеет существенные отличия в характере городской застройки и плотности автодорог различной категории. Кроме того, большое значение имеет количество и расположение зеленых насаждений в городе, которые чаще всего выполняют шумозащитную функцию.

Проведенный геоэкологический анализ показал, что формирование полей шумового загрязнения на территории города Симферополя носит комплексный, сложный характер, который взаимообусловлен сочетанием природных и антропогенных факторов.

Моделирование полей шумового загрязнения имеет несколько уровней формализации и основывается на учете различных факторов. Так, современные компьютерные технологии и программное обеспечение позволяют учесть такие факторы как влияние рельефа, городской застройки, озеленения на затухание, переотражение или суммацию потоков шума.



Рис. 1. Система точек мониторинга уровня шумового воздействия на территории г. Симферополь

Составлено авторами

На рис. 2. приведена интегральная картографическая модель интерполированных значений уровня шума в г. Симферополе по данным мониторинговых измерений 2019, 2020, 2021 гг., построенная с использованием возможностей QGIS 3.10.

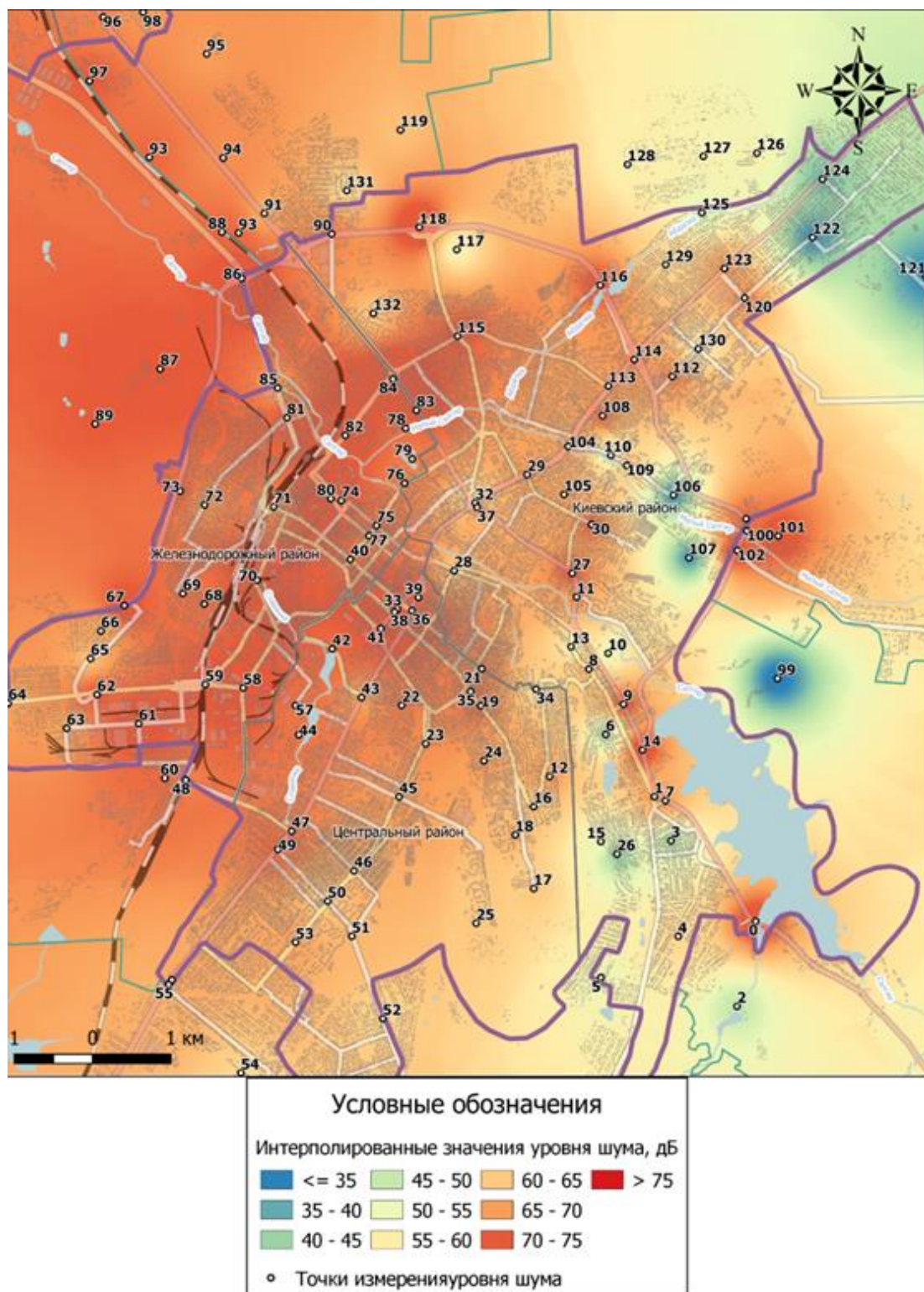


Рис. 2. Шумовое загрязнение городской среды Симферополя
(Интегральная картографическая модель интерполированных значений уровня шума в г. Симферополе по данным измерений 2019, 2020, 2021 гг.)

Составлено авторами

По результатам измерений 2018 года [3, 4] отмечается, что максимальные значения были зафиксированы в промышленной зоне города на отрезках улиц Героев Сталинграда, Маршала Жукова, Узловая, Евпаторийское шоссе; на объездных дорогах и основных магистральных дорогах: ул. Киевская, Ялтинское шоссе, ул. Севастопольская, пр-т Кирова, пр-т Победы.

В 2019-2021 годах общая картина пространственной дифференциации уровней шума в основном сохраняется, но определяется тенденция к увеличению фактических показателей шума в выделенных зонах наибольшей транспортной нагрузки.

Ожидаемо максимальная шумовая нагрузка наблюдается в районе основных автомагистралей и промышленных зон города. Так, максимальные и сверхнормативные для города значения шума 70-75 дБ и выше отмечены в районе железнодорожного вокзала, промышленных зон по ул. Маршала Жукова и ул. Генерала Васильева.

Зафиксирован локальный максимум шумовой нагрузки в промышленной зоне у поселка Давыдовка и в районе объездной автодороги.

Кроме того, высокие значения от 70 до 73 дБ были выявлены в районе объездной автодороги у поворота на с. Строгоновка, а, так же в районе перекрестка пр. Вернадского и ул. Гончарова вблизи Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского.

Несколько меньшие, однако находящиеся в диапазоне интенсивной шумовой нагрузки, значения в 65-70 дБ присущи многим районам, которые занимают около 1/3 территории города. К местам, где проведенные в исследуемый период времени измерения показали уровень шума более 65 дБ, относится перекрёсток ул. Ялтинская и ул. Объездная, перекрёсток ул. Чехова и ул. 8 Марта, перекрёсток Проспект Победы и ул. 51 Армии, перекрёсток ул. Гоголя и ул. Толстого, радиорынок, ул. Объездная, перекрёсток ул. 60 лет Октября и ул. Гавена, перекрёсток ул. Севастопольской и ул. Залесской, перекрёсток ул. 60 лет Октября и Первой конной армии.

Сопоставление мест расположения районов, в которых диапазон шума был 60-65 дБ, со схемой и интенсивностью движения автотранспорта в городе, показывает, что повышение в них значений уровня шума связано с возникновением на соответствующих участках дорог автомобильных пробок и заторов в «часы пик».

Наименьшие уровни шума в черте города Симферополь наблюдаются на южной, юго-восточной и северо-восточной окраинах города в районе Симферопольского водохранилища и в пределах селитебной застройки на более высоких местоположениях куэст. Наименьшие значения шума были зафиксированы в точке № 99 - сосновый бор (напротив Битакского останца). Также невысокие значения шума на уровне 35- 40 дБ и 40-45 дБ выявлены на территории садового товарищества Горняк; Петровские скалы 1-я Лунная улица; на перекрёстке по ул. Голубца и ул. Симферопольская; по ул. Луговая (мечеть); на перекрёстке ул. Сельской и Колосковой; на перекрёстке ул. Мемета Аппазова и Проспекта Победы (Каменка). Именно в последних двух точках формируется локальный минимум шумовых полей.

Опираясь на мониторинговые исследования последних 4-х лет, можно сделать вывод о том, что довольно обширная зона с тенденцией к снижению

звуковых нагрузок на 6-12 дБ, сформировалась в районе одноэтажной застройки с. Каменка.

Некоторое снижение уровней шума выявлено в районе западной объездной автодороги, например, в точках № 63, 64, 64, 72 (Перекрёсток ул. Узловая и пер. Ровный, Кольцо ул. Героев Сталинграда/ Объездная Мирное-Дубки, перекрёсток ул. Леси Украинки и Альпинистской). Здесь уровень шума снизился (в сравнении с 2018 годом) в среднем на 3-5 дБ, что позволяет данные зоны перевести на уровень значений высоких, но не критичных звуковых нагрузок, не превышающих 70 дБ.

Повышение уровня шума отмечено в центральной части города в районе перекрёстков по ул. Объездная и ул. Севастопольская, Проспект Кирова Парк им. Тренева, перекрёсток ул. Чехова и ул. Севастопольская, перекрёсток пр. Кирова и ул. Козлова, перекрёсток ул. Петровская и ул. Скифская. Здесь уровень шума стал выше на 6 -11 дБ в сравнении с 2018 годом, что переводит район центра города в диапазон дискомфортных шумовых воздействий на уровне 60-65 дБ. Вероятнее всего, повышение уровня шума обусловлено интенсификаций транспортного движения по центральным и примыкающим боковым улицам города.

Единичный случай превышения уровня шума выше 75 дБ был зафиксирован у моста на объездной автодороге в районе ул. Куйбышева.

Максимальное повышение уровня шума на 24 дБ в 2019 году в сравнении с 2018 было отмечено в районе активного строительства Мечети (ул. Ялтинская) и многоэтажного комплекса зданий по ул. Беспалова.

В целом анализ различий в уровнях шума по годам за период исследований (2018-2021 гг.) показывает тенденцию к увеличению уровня шумового воздействия на городскую среду Симферополя. Однако, диапазон прироста значений шумового воздействия находится в пределах 6-12 дБ, что существенно не меняет общей картины шумовых полей.

Пространственная дифференциация полей шумового загрязнения в г. Симферополь, выявленная по результатам наблюдений в 2018, 2019, 2020 и 2021 гг., имеет весьма «пеструю» картину. При этом четко выделяются зоны с наибольшей шумовой нагрузкой, приуроченные к основным автомагистралям города Симферополя.

Выявлены случаи значительного локального повышения значений уровня шума в тех или иных районах города, которые чаще всего носят временный характер (например, по причине площадного строительства, нарушения транспортной логистики, дорожных работ, заторов в «часы пик» и т.п.).

Таким образом, пространственная дифференциация полей шумовой нагрузки в г. Симферополь довольно сложна и требует дальнейшего исследования на основе оперативного мониторинга с целью выявления устойчивых временных трендов шумовой нагрузки, областей с высокими показателями шума, а также выявления новых источников шума. Это в свою очередь позволит обосновать систему эффективных мероприятий по уменьшению шумового загрязнения и оздоровлению городской среды Симферополя в целом.

Выводы

Выявление источников шумового воздействия, интенсивности шума и пространственной дифференциации полей шумового загрязнения городской среды представляет важное направление геоэкологических исследований.

Результаты геоэкологического анализа заключаются в выявлении закономерностей природно-антропогенной обусловленности формирования геоэкологического состояния городской среды по уровню шумового загрязнения, что позволяет обосновать и разработать рекомендации по осуществлению экодиагностики городской среды.

Пример исследования шумового загрязнения территории г. Симферополь раскрывает возможности применения методических подходов к анализу и картографированию урбанизированных территорий на основе комплекса теоретических положений, полевых наблюдений и измерений, геоинформационного моделирования.

Диапазон выявленных (измеренных) в Симферополе уровней шума имеет достаточно широкие пределы. Так, уровни шума изменяются в диапазоне от 35 до 75 дБ, при этом возможны единичные случаи с уровнем шумового загрязнения ниже 35 дБ и выше 75 дБ. Отметим, что значения выше 75 дБ в период наблюдений фиксировались довольно редко. Поэтому можно говорить о том, что, в целом уровень шумового загрязнения городской среды Симферополя соответствует санитарным нормам по верхнему допустимому пределу.

Практическая значимость представленных исследований заключается в том, что они являются составной частью комплексного геоэкологического мониторинга состояния урболандшафтов Симферополя, позволившего выявить пространственную дифференциацию шумового загрязнения города, сложившуюся за период 2018-2021 гг.

Представленные картографические модели позволяют произвести районирование территории города по уровню шума, выделить зоны с превышением нормативных показателей и более благоприятные зоны.

Представленные в данной статье результаты анализа и картографического моделирования шумового загрязнения городской среды Симферополя могут служить основой для принятия управленческих решений по оптимизации городского пространства, для формирования транспортной логистики и инфраструктуры, проведения шумозащитных мероприятий, озеленения и т.п.

Литература

1. Бобра Т. В., Свербилова А. А. Мониторинг и анализ загрязнения атмосферного воздуха территории г. Симферополя // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 6 (72). № 1. 2020 г. С. 156–167.
2. Отчет по научно-исследовательской работе «Анализ экологического состояния атмосферного воздуха в г. Симферополе на основе мониторинговых исследований», 2018 г., (научный руководитель: Бобра Т.В.). Программа развития КФУ имени В.И. Вернадского до 2024 г.

3. Бобра Т. В., Свербилова А. А. Мониторинг и анализ транспортной нагрузки в пределах городского округа Симферополь // Геополитика и экогеодинамика регионов. Том 6 (16). Вып. 2. 2020 г. С. 232–243.
4. Бобра Т. В., Свербилова А. А. Мониторинг шумового загрязнения территории г. Симферополя // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 6 (72). № 2. 2020 г. С. 180–190.
5. ГОСТ 20444-85 «Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики».
6. ГОСТ Р 53188.1-2008 (МЭК 61672-1:2002) Шумомеры. Часть 1. Технические требования.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М., Минздрав России, 1996. - 8 с.
8. СНиП 23-03-2003 Защита от шума. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/ntd/551515>.
9. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М., 2010. 114 с.

T. V. Bobra¹
M. Yu. Kameneva²

Geoecological analysis and mapping of noise pollution in urban areas (on the example of Simferopol)

^{1,2}V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy, Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation
e-mail: tvbobra@mail.ru¹, m.yurjevnaa@yandex.ru²

Abstract. *The paper presents the main results of a comprehensive geoecological analysis, assessment and mapping of noise pollution in Simferopol. The essence of geoecological analysis is revealed, its methods and structure are determined when considering noise pollution. Approaches to cartographic modeling of the geophysical state of the urban environment by the level of noise pollution are presented in order to develop methodological support for geoecological analysis of urban landscapes. The results of geoecological analysis and mapping of noise pollution for the territory of Simferopol on the basis of field studies 2019-2021 are presented.*

Keywords: *noise pollution, geo-ecological analysis, urbanized territories, geoinformation technologies, cartographic modeling.*

References

1. Bobra T. V., Sverbilova A. A. Monitoring i analiz zagryazneniya atmosfernogo vozduha territorii g. Simferopolya // Uchyonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. Tom 6 (72). № 1. 2020 g. S. 156–167. (in Russian)

2. Otchet po nauchno-issledovatel'skoj rabote «Analiz ekologicheskogo sostoyaniya atmosfernogo vozduha v g. Simferopole na osnove monitoringovyh issledovanij», 2018 g., (nauchnyj rukovoditel': Bobra T.V.). Programma razvitiya KFU imeni V.I. Vernadskogo do 2024 g. (in Russian)
3. Bobra T. V., Sverbilova A. A. Monitoring i analiz transportnoj nagruzki v predelah gorodskogo okruga Simferopol' // Geopolitika i ekogeodinamika regionov. Tom 6 (16). Vyp. 2. 2020 g. S. 232–243. (in Russian)
4. Bobra T. V., Sverbilova A. A. Monitoring шумового загрязнения территории г. Симферополя // Uchyonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. Tom 6 (72). № 2. 2020 g. S. 180–190 (in Russian)
5. 5.GOST 20444-85 «SHum. Transportnye potoki. Metody izmereniya шумовой характеристики» (in Russian)
6. GOST R 53188.1-2008 (MEK 61672-1:2002) SHumomery. CHast' 1. Tekhnicheskie trebovaniya. (in Russian)
7. SN 2.2.4/2.1.8.562-96. SHum na rabochih mestah, v pomeshcheniyah zhilyh, obshchestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki. M., Minzdrav Rossii, 1996. - 8 s.
8. SNiP 23-03-2003 Zashchita ot shuma. URL: <http://www.complexdoc.ru/ntd/551515> (in Russian).
9. SP 42.13330.2011. Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastrojka gorodskih i sel'skih poselenij. M., 2010. 114 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 15.11.2022 г.

УДК 504.064

В. А. Бобылев¹

Е. А. Бураева¹

А. В. Сивцов¹

С. К. Сайфудинов²

Экологический мониторинг зоны наблюдения Ростовской АЭС

¹ ФГАОУ ВО Южный федеральный университет, НИИ
Физики, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
e-mail: slava_bobelev@mail.ru

² ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
Физический факультет, г. Ростов-на-Дону,
Российская Федерация
e-mail: buraeva_elena@mail.ru

Аннотация. Атомные электростанции (АЭС) в настоящее время являются абсолютно безопасными и экологически чистыми источниками электроэнергии, естественно, при соблюдении всех действующих правил и норм эксплуатации, это подтверждается различными отчетами, исследованиями. В Российской Федерации расположено 10 действующих АЭС, среди которых и Ростовская (ранее Волгодонская) с 4 реакторами, типа ВВЭР-1000. Мониторинг радиационной обстановки в зоне влияния АЭС необходим не только для контроля безопасности данного объекта, но и для информирования населения с целью снижения социальной напряженности. Результаты данной работы могут быть использованы для составления атласов радиоактивного загрязнения почв.

Ключевые слова: радиоцезий, АЭС, мониторинг, гамма-фон, почва.

Введение

Одним из параметров, определяющих радиационную обстановку в пределах санитарно-защитных зон и зон наблюдения предприятия ядерной топливной энергетики (ЯТЭ), является мощность эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД, мкЗв/ч) или гамма-фон. МЭД на предприятиях ЯТЭ контролируется как внутренними службами, так и при помощи автоматизированных систем (АСКРО). Результаты такого контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации представлены в онлайн-режиме [1], а также вместе с оценками концентраций радионуклидов в объектах экосферы в различных отчетах [2, 3].

Помимо официальных отчетов, радиационному контролю в санитарно-защитных зонах и в зонах наблюдения предприятий ядерного топливного цикла на территории Российской Федерации посвящено множество независимых исследований. Они охватывают исследования донных отложений и подземных вод [4-5], объемной активности ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в приземном слое воздуха [6], а также наземной экосистемы, где удельная активность ¹³⁷Cs в почве варьируется в широких пределах от 7,5 до 92,3 Бк/кг и МЭД гамма-излучения не превышает 0,15 мкЗв/ч [7-8]. В данной работе представлено независимое исследование почв в зоне наблюдения Ростовской АЭС.

Материалы и методы

Объектами исследования настоящей работы является каштановые почвы степной зоны Ростовской области, находящиеся вблизи Ростовской АЭС

(РоАЭС). Пробы почв отбирались каждый год в летнее (июнь-июль) и в осеннее (сентябрь) время на протяжении 22 лет с 1999 года.

Места отбора почв производились на залежных и выровненных целинных участках в тридцатикилометровой зоне наблюдения РоАЭС. На рисунке 1 указано расположение точек отбора проб.



Рис. 1. Карта-схема расположения контрольных участков исследования в зоне наблюдения Ростовской АЭС

Составлено авторами

На этих участках почва была не обработанной, а растения имели естественный характер произрастания. Почвы на контрольных участках представлены аллювиально-луговыми, каштановыми и темно-каштановыми почвами.

В рамках данной работы использовались полевые методы исследований. Измерения проводились с использованием дозиметров-радиометров, таких как: ДКС-96, с блоком детектирования БДКС-96с, ДРБП-03, СРП-88н. Гамма-съемка выполнялась методом «пешеходной гамма-съемке» по всей территории обследуемого участка на высоте 1 м над поверхностью земли. Измерение содержания ^{137}Cs в пробах почв проводилось на сцинтилляционном гамма-спектрометре «Прогресс-гамма».

Описательная статистика полученных данных была выполнена с использованием программного обеспечения Statistica 10. Проверку распределений на нормальность проводили с использованием тестов Колмогорова-Смирнова и

Шапиро-Вилка. Пробы почв отбирались с помощью механических приборов сбора проб и по установленной схеме.

Результаты и обсуждение

Радиационный фон природных и урбанизированных территорий основном обусловлен космическим излучением, плотностью потока радона с поверхности почв, а также излучением от радионуклидов, равномерно распределенных в почве. Основной вклад в радиационный фон вносят естественным радионуклидом, такие как: ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , а также искусственным радионуклидом ^{137}Cs .

Гамма-фон возле РоАЭС в течение двадцати лет варьируется в диапазоне от 0,01 мкЗв/ч до 0,24 мкЗв/ч, при средних значениях от 0,12 мкЗв/ч до 0,14 мкЗв/ч, что не превышает допустимый гамма-фон, установленный «Нормами радиационной безопасности», НРБ99/2009 (0,2 мкЗв/ч). Данные значения соответствуют средним значениям МЭД гамма-излучения по Ростовской области.

Распределение ^{137}Cs 0–10 см в слое почвы не подчиняется нормальному и логнормальному закону распределения (рис. 2).

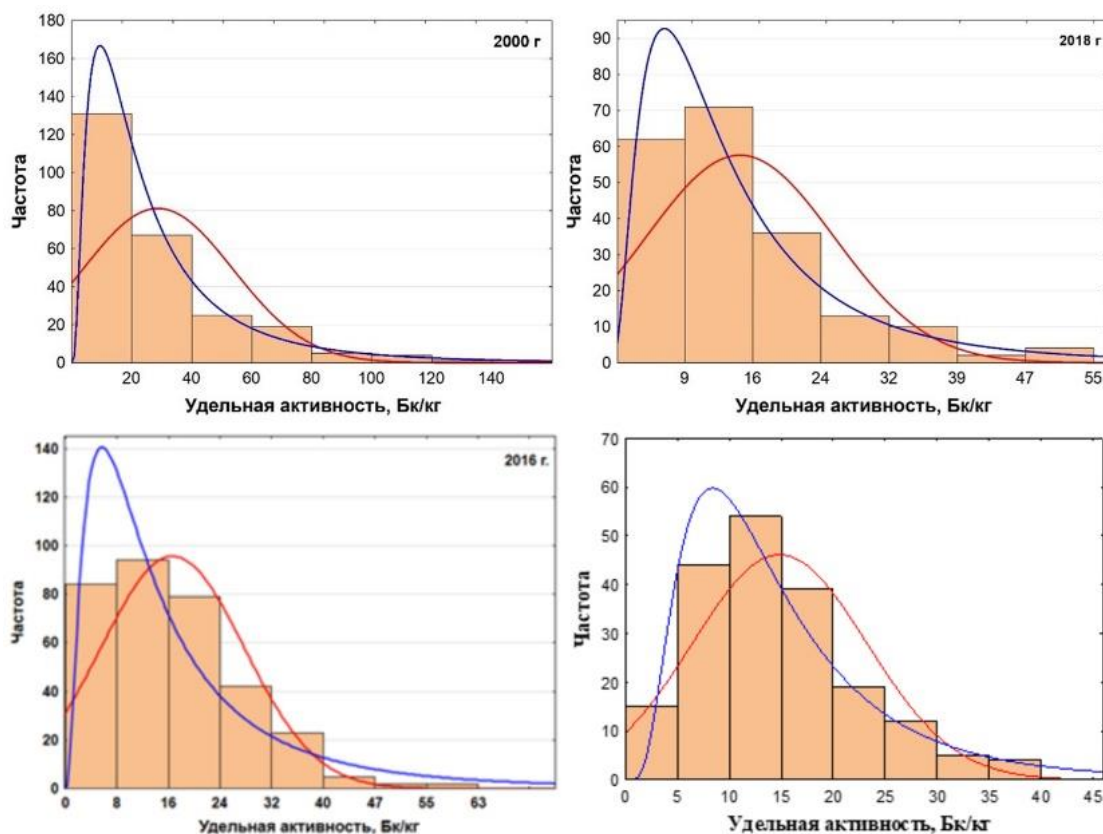


Рис. 2. Диаграмма распределения ^{137}Cs в 0–10 см слое почвы Ростовская АЭС
Составлено авторами

Удельная активность ^{137}Cs в тридцатикилометровой зоне наблюдения за 2000 год колеблется от 1 до 156 Бк/кг, со средним значением в 32,6 Бк/кг. В 2019 году минимальное и максимальное значение удельной активности ^{137}Cs в почве

0,7 Бк/кг и 55,3 Бк/кг соответственно и со средним арифметическим и средним геометрическим значением в 14,7 и 12,5 Бк/кг, соответственно. Полученные результаты радиоцеция в почвах зоны наблюдения РоАЭС характерны для Ростовской области. Минимальные значения ^{137}Cs фиксировались на КУ 201, это связано с тем, что на данном участке отбора почв на данном участке преобладает аллювиально-луговая почва с высоким содержанием песка (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1

Результаты статистической обработки удельной активности ^{137}Cs в 0–10 см слое почвы в зоне наблюдения РоАЭС

Параметр	Год			
	2000	2016	2018	2019
Минимум, Бк/кг	1,0	0,1	0,9	0,7
Максимум, Бк/кг	156,1	63,2	54,5	55,3
Среднее арифметическое, Бк/кг	28,6	16,4	14,7	14,7
Среднее геометрическое, Бк/кг	20,3	12,4	11,4	12,5
Медиана, Бк/кг	19	14,7	11,9	17,6
Мода, Бк/кг	12,3	21	5,9	13,4
Стандартная ошибка, Бк/кг	1,6	0,6	0,7	0,6
Стандартное отклонение	24,9	10,9	10,5	8,3
Дисперсия выборки	618,4	118,6	110,3	109,5
Эксцесс	4,3	1,5	2,5	2,6
Асимметричность	1,9	1	1,5	1,2
Распределение Колмогорова-Смирнова ($D/D_{\text{табл}}$)	0,163/0,107	0,075/0,047	0,122/0,092	0,122/0,092
Критерий Шапиро-Уилка, $W^2 / W_{\text{крит}}^2$	—	—	—	—
Количество измерений, шт.	253	331	198	193

Составлено авторами

Запасы по почвенному профилю ^{137}Cs с 2000 года в целом уменьшаются. Стоит отметить более высокие значения на КУ 3, на котором запас ^{137}Cs выше значений 2000 года, это связано с вынужденным смещением данного контрольного участка с выровненной территории на пологий склон овражно-балочной системы. На данном участке происходит непрерывный смыл радиоцеция по склону с его последующим накоплением на дне балки (табл. 2).

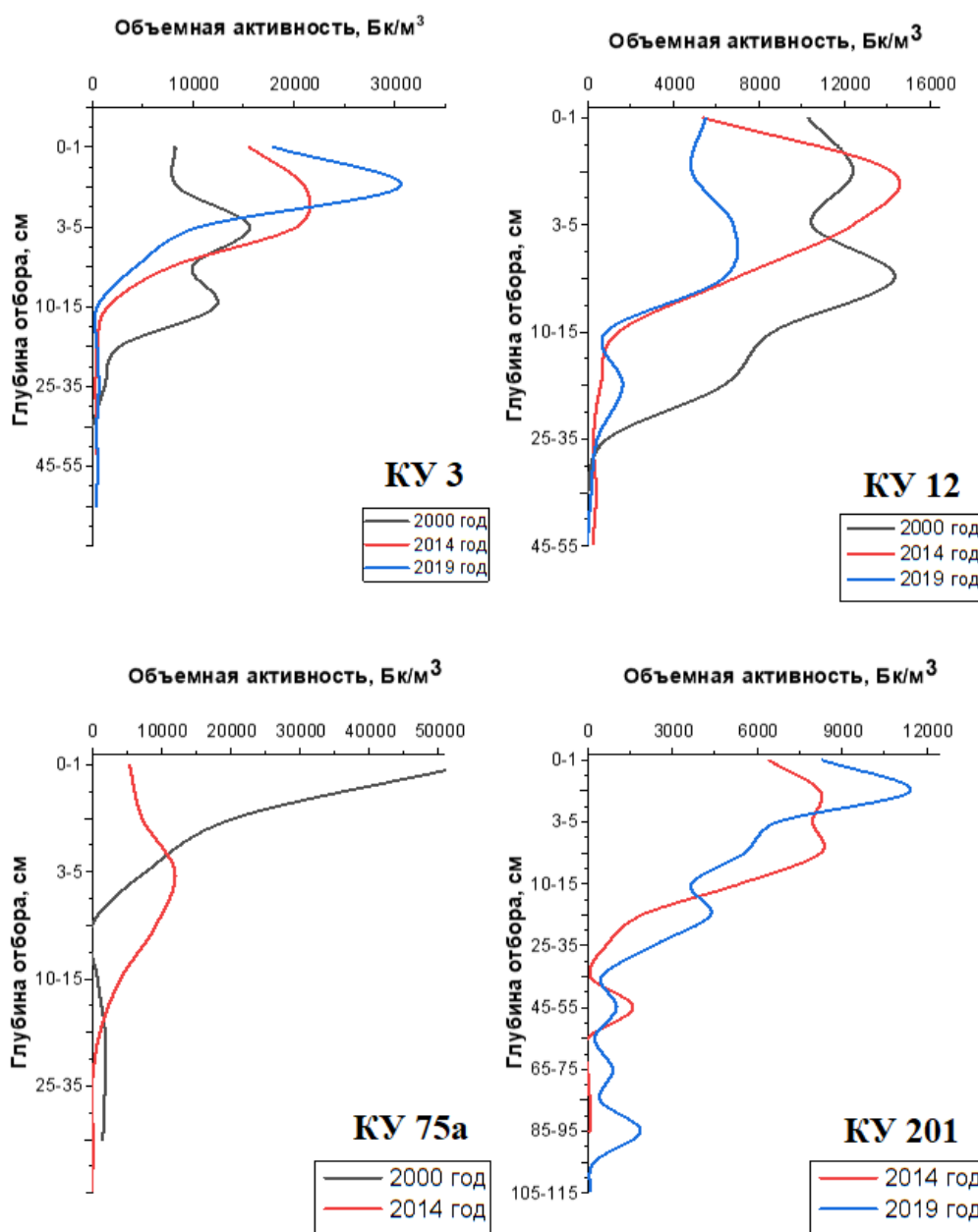


Рис. 3. Диаграмма распределения объемной активности ^{137}Cs по почвенному профилю на Ростовской АЭС

Составлено авторами

Выводы

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения в зоне наблюдения Ростовской АЭС с 2000 по 2022 гг. не изменяется и в среднем составляет 0,13–0,14 мкЗв/ч, что не превышает допустимый гамма-фон. Средняя удельная активность ^{137}Cs за 2019 год в 0–10 см слое почве вблизи Ростовской АЭС

составила 15 Бк/кг при минимальном и максимальном 1 Бк/кг и 55 Бк/кг соответственно. Полученные значения не превышают значения 2000 года.

Запасы радиоцезия в тридцатикилометровой зоне также уменьшается, за исключением КУ 3, из-за вынужденного смещения участка с выровненной территории на пологий склон овражно-балочной системы, и КУ 201, на данном участке преобладает аллювиально-луговая почва с высоким содержанием песка.

Таблица 2

Результаты статистической обработки запасов ^{137}Cs почвенных профилях
РоАЭС

Год	Объемная активность, Бк/м ³			
	3	12	75а	201
2000	58456	63444	89306	—
2014	68326	41890	33943	40767
2019	66660	27929	—	47756

Составлено авторами

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032) / (БА30110/20-3-07ИФ).

Литература

1. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома. [Электронный ресурс]. Режим доступа: russianatom.ru.
2. Отчет по экологической безопасности за 2021 год. Волгодонск: Росэнергоатом. Ростовская АЭС. 2022. 37 с.
3. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2021 году. Ежегодник. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», Росгидромет. 2022. 350 с.
4. Тихомиров О. А., Тихомирова Л. К. Мониторинг экологического состояния донных отложений водоема-охладителя Калининской АЭС. // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. 2007. № 3. С. 33–42.
5. Бураева Е. А. Радиоэкологический мониторинг водных экосистем района Ростовской АЭС. // Глобальная ядерная безопасность. 2012. № S (3). С. 83–92.
6. Крышев И. И., Булгаков В. Г., Крышев А. И., Каткова М. Н., Сазыкина Т. Г., Павлова Н. Н., Косых И. В., Гниломедов В. Д., Бурякова А. А., Газиев И. Я. Мониторинг радиоактивности приземного слоя воздуха и атмосферных выпадений в районе расположения АЭС. // Атомная энергия. 2019. Т. 126. № 4. С. 228–234.

7. Ковалёва Е. В., Черникова А. М. Радиоэкологический мониторинг территории вблизи Нововоронежской АЭС и её влияние на окружающую среду урболандшафтов. // Вектор ГеоНаук. 2021. Т. 4. № 1. С. 54–65.
8. Панов А. В., Трапезников А. В., Кузнецов В. К., Коржавин А. В., Исамов Н. Н., Гешель И. В. Радиационно-экологический мониторинг агроэкосистем в районе Белоярской АЭС. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. Т. 332. № 3. С. 146–157.

V. A. Bobylev¹
Ye. A. Buraeva¹
A. V. Sivtsov
S. K. Sayfudinov²

Environmental monitoring of the Rostov NPP observation zone

¹ Research Institute of Physics, Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation
e-mail: slava_bobelev@mail.ru

² Faculty of Physics, Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation
e-mail: buraeva_elena@mail.ru

Abstract. Nuclear power plants (NPP) are currently absolutely safe and environmentally friendly sources of electricity, of course, in compliance with all applicable rules and regulations of operation, this is confirmed by various reports and studies. There are 10 operating nuclear power plants in the Russian Federation, including Rostov (formerly Volgodonskaya) with 4 VVER-1000 type reactors. Monitoring of the radiation situation in the zone of influence of the NPP is necessary not only to control the safety of this facility, but also to inform the population in order to reduce social tension. The results of this work can be used to compile atlases of radioactive contamination of soils.

Keywords: radiocesium, NPP, monitoring, gamma background, soil.

References

1. Radiacionnaya obstanovka na predpriyatiyah Rosatoma. URL: russianatom.ru. (in Russian)
2. Otchet po ekologicheskoy bezopasnosti za 2021 god. Volgodonsk: Rosenergoatom. Rostovskaya AES. 2022. 37 s. (in Russian)
3. Radiacionnaya obstanovka na territorii Rossii i sopredel'nyh gosudarstv v 2021 godu. Ezhegodnik. Obninsk: FGBU «NPO «Tajfun», Rosgidromet. 2022– 350 s. (in Russian)
4. Tihomirov O. A., Tihomirova L. K. Monitoring ekologicheskogo sostoyaniya donnyh otlozhenij vodoema-ohladytelya Kalininskoj AES. // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya i geoekologiya. 2007. № 3. S. 33–42. (in Russian)
5. Buraeva E. A. Radioekologicheskij monitoring vodnyh ekosistem rajona Rostovskoj AES. // Global'naya yadernaya bezopasnost'. 2012. № S (3). S. 83–92. (in Russian)
6. Kryshev I. I., Bulgakov V. G., Kryshev A. I., Katkova M. N., Sazykina T. G., Pavlova N. N., Kosyh I. V., Gnilomedov V. D., Buryakova A. A., Gaziev I. YA. Monitoring radioaktivnosti prizemnogo sloya vozduha i atmosferynyh выпадений v

- rajone raspolzheniya AES. // Atomnaya energiya. 2019. T. 126. № 4. S. 228–234. (in Russian)
7. Kovalyova E. V., Chernikova A. M. Radioekologicheskij monitoring territorii vblizi Novovoronezhskoj AES i eyo vliyanie na okruzhayushchuyu sredu urbolandshaftov // Vektor GeoNauk. 2021. T. 4. № 1. S. 54–65. (in Russian)
 8. Panov A. V., Trapeznikov A. V., Kuznecov V. K., Korzhavin A. V., Isamov N. N., Geshel' I. V. Radiacionno-ekologicheskij monitoring agroekosistem v rajone Beloyarskoj AES // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2021. T. 332. № 3. S. 146–157. (in Russian)

Поступила в редакцию 10.10.2022 г.

УДК 911.3

Е. В. Денисова

Применение геоинформационных технологий для формирования устойчивой системы использования сельскохозяйственных угодий на основе почвенных обследований

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград
e-mail: denisov.00@mail.ru

Аннотация. Использование пространственных данных о наличии и состоянии земельных ресурсов, их местоположении, порядке использования, позволяет сформировать систему социально-экономических и экологических мероприятий, направленную на совершенствование земельной политики и эффективного управления земельными ресурсами. Качественное и количественное состояние почвенных угодий является определяющим для совершенствования структуры землепользования и выстраивания высокоэффективного сельскохозяйственного производства в разрезе муниципальных образований. В задачи исследования входило уточнение границ почвенных комплексов и разновидностей, их пространственного расположения, площадей на территории исследования. Уточнены персональные характеристики Харьковского муниципального образования Старополтавского района Волгоградской области: минимальные и максимальные высоты (21 м; 63 м), перепад высот по всей территории – 42 м, максимальная крутизна склона 2,67°. Общая площадь поселения 22438,0 га, из которых 16938,0 га или 75,5 % приходится на паашню. Крутизна склона на пахотных угодьях колеблется от 0,57° до 2,67°. Обследованию подлежали 107 участков паашни, средний угол склона по всем участкам паашни равен 1,56°. Уточнение почвенных разновидностей в границах поселения позволило выявить наиболее распространенные, а именно, каштановые с солонцами каштановыми 10-25 % площадью 7032,5 га (41,5 %). Конкретизация крутизны по основным видам почв в границах поселения определило ее значение – 0,6°, что способствует получению объективных и достоверных сведений на конкретной территории и проводить предварительную оценку использования земель сельскохозяйственного значения на перспективу. Предложен перечень мероприятий, направленный на формирование устойчивой системы ведения сельхозпроизводства для конкретной территории.

Ключевые слова: агроландшафт, геоинформационные технологии, зонирование, паашня, плодородие, режим использования.

Введение

Территории сельских поселений в текущих социально-экономических условиях являются сложными многофункциональными комплексами,

предназначенными для стабильного экономического подъема, расширения объемов производства сельскохозяйственной продукции, повышения уровня и качества жизни населения, эффективного ведения сельского хозяйства, а также рационального использования земель.

В сельской местности продуктивная земля выступает в качестве главного средства производства, она обладает плодородием, но и несет на себе наибольшую антропогенную нагрузку, для снижения которой необходимо научно-методическое обеспечение, основанное на современных исследованиях, как отдельных компонентов, так и всего агроландшафта [1; 2].

В населённых пунктах земля представляет собой лишь пространственный базис для размещения объектов капитального строительства (зданий, сооружений, объектов инфраструктуры и др.), а плодородие земель здесь не играет решающего значения [3].

Сохранение почвенного плодородия, рациональное использование земельных ресурсов является чрезвычайно важным и сложным вопросом современного земледелия, который необходимо осуществлять всеми землепользователями, с учетом местных условий и интенсивности протекания эрозионных процессов.

Почвенные обследования и изыскания необходимы для получения информации о состоянии земель, в том числе почвенного покрова, для целей выявления деградированных и нарушенных земель, а также для планирования мероприятий по эффективному планированию и организации использования угодий. Проведение таких обследований и изысканий с использованием аэрокосмических исследований, в совокупности с геоинформационными технологиями и компьютерным моделированием является особенно актуальным и востребованным.

Материалы и методы

Дистанционные способы и геоинформационные технологии позволяют выполнить тематическое картографирование по учету, использованию и сохранению земельных ресурсов, оценивать применяемые способы получения продукции, а также устанавливать ценность основного средства производства.

Для формирования устойчивой системы использования земельных угодий на территории исследуемого поселения, характера и наличия земельных ресурсов в его границах огромное значение имеют дистанционные методы исследований, которые обеспечивают достоверность и объективность полученной информации о состоянии и использовании земель всех категорий, их местоположения, площадях и позволяют сформировать комплексный системный подход к оценке земель, степени их вовлеченности в производственные процессы, а также уровень их деградации и сохранности [4-6].

Методология геоинформационного анализа базируется на точном позиционировании и размещении объектов исследуемой территории с использованием пространственных данных, специализированных геодезических, спутниковых систем, выполняющих съемку с определенной точностью. Точность геопозиционирования космоснимков определяется характеристиками съемочной аппаратуры спутников и составляет 0,5 разрешения изображения. Разрешение космоснимка для исследований пашни выбирается от 1 до 15 м.

Для геоинформационного анализа и реализации обработки пространственных данных используется программный комплекс QGIS 3.12, распространяемый свободно. Космоснимки в настоящее время являются основным источником объективной информации [7-9] об объектах изучения. Наиболее доступными для большинства исследователей являются космоснимки со спутников «Sentinel 2», «Landsat-8» или «Landsat-7», размещенные на ГИС - сервисах для свободного использования и позволяющие проводить весь комплекс исследований, связанных с получением информации о состоянии сельскохозяйственных угодий [10]. Для получения данных о высотах использовалась глобальная цифровая модель рельефа SRTM 3 (<https://scihub.copernicus.eu/dhus>, 2021; <https://srtm.csi.cgiar.org>, 2021). Для получения данной космофотокарты был использован снимки со спутника «Sentinel 2», от 08.07.2020 г. ID: L1C_T38UMU_A026344-2020-07-08 и ID: L1C – T38UNU-A026344-20200708.

Результаты и обсуждение

Почвенные обследования и изыскания необходимы для получения информации о состоянии земельных ресурсов, позволяют учитывать разнообразие условий использования природных ресурсов, уникальных почвенных характеристик каждого региона, устойчивость сельского хозяйства к погодным изменениям, а также адаптивных возможностей культивируемых растений в системе сельскохозяйственного использования.

Харьковское муниципальное образование расположено в северо-восточной части Старополтавского района Волгоградской области, на территории с координатами 50°25'23" с. ш. 46°48'57" в. д. Административным центром выступает с. Харьковка, с населением 920 человек и площадью 22809 га. Определены персональные характеристики поселения: минимальная отметка высоты – 21 м, максимальная – 63 м, перепад высот по всей территории составляет 42 м, максимальная крутизна склона 2,67°, среднее значение крутизны склона составляет 0,58°.

Природные особенности поселения и всего района в целом, являются благоприятными для развития растениеводства и животноводства. Большая площадь пашни поселения приходится на массивы каштановых комплексов с солонцами каштановыми 10-25 %, которые занимают 7032,5 га или 31,3 % поселения (табл. 1).

Таблица 1

Основные показатели, характеризующие Харьковское муниципальное образование Старополтавского района Волгоградской области

Наименование показателей	Значение	Единицы измерения
Площадь поселения	22438	га
Периметр	80,5	км
Перепад высот	42	м
Средний угол склона	0,58	град
Площадь исследуемой пашни	16938	га
Максимальный уклон пашни	2,67	град

Содержание гумуса	3,0	%
Балл бонитета	59	балл
Почвы и почвенные комплексы:		
- каштановые	5697,8	га
- каштановые с солонцами каштановыми 10-25%	7032,5	
- каштановые с солонцами каштановыми 25-50%	6242,0	
- светло-каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10-25%	518,9	
- каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25-50%	2791,3	
- солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 25-50%	101,2	

Составлено авторами

Картографический мониторинг является достаточно популярным в сельскохозяйственной отрасли и предназначен для слежения за состоянием, уровнем и интенсивностью использования угодий [11].

Уточнение границ типов почв и почвенных разновидностей в границах муниципального образования Старополтавского района способствует развитию дифференцированного сельскохозяйственного производства и направлено на экономический рост региона.

Качество сельскохозяйственных угодий определяется плодородием, который отражает балл бонитета. В исследуемом муниципальном образовании балл бонитета равен 59, что выше среднерайонного (56).

Высокая степень интенсивности сельскохозяйственного производства отражается в наличие распаханых участков пашни, площадью 16938 га. Общее количество обследованных участков пашни – 107, средний угол склона по всем участкам пашни составляет 1,56°. Большая часть пахотных угодий 15761,4 га (93,5 %) имеет средний уклон пашни 1,5°. Суммарная площадь участков пашни, расположенных на склонах более 2,5° составляет 1020,9 га или 6 % (рис. 1).

Уточнение средней крутизны по типам почв (табл. 2) позволило определить величину – 0,6°. Таким образом, на основе геоинформационного водная эрозия на 98,6 % территории не проявляется.

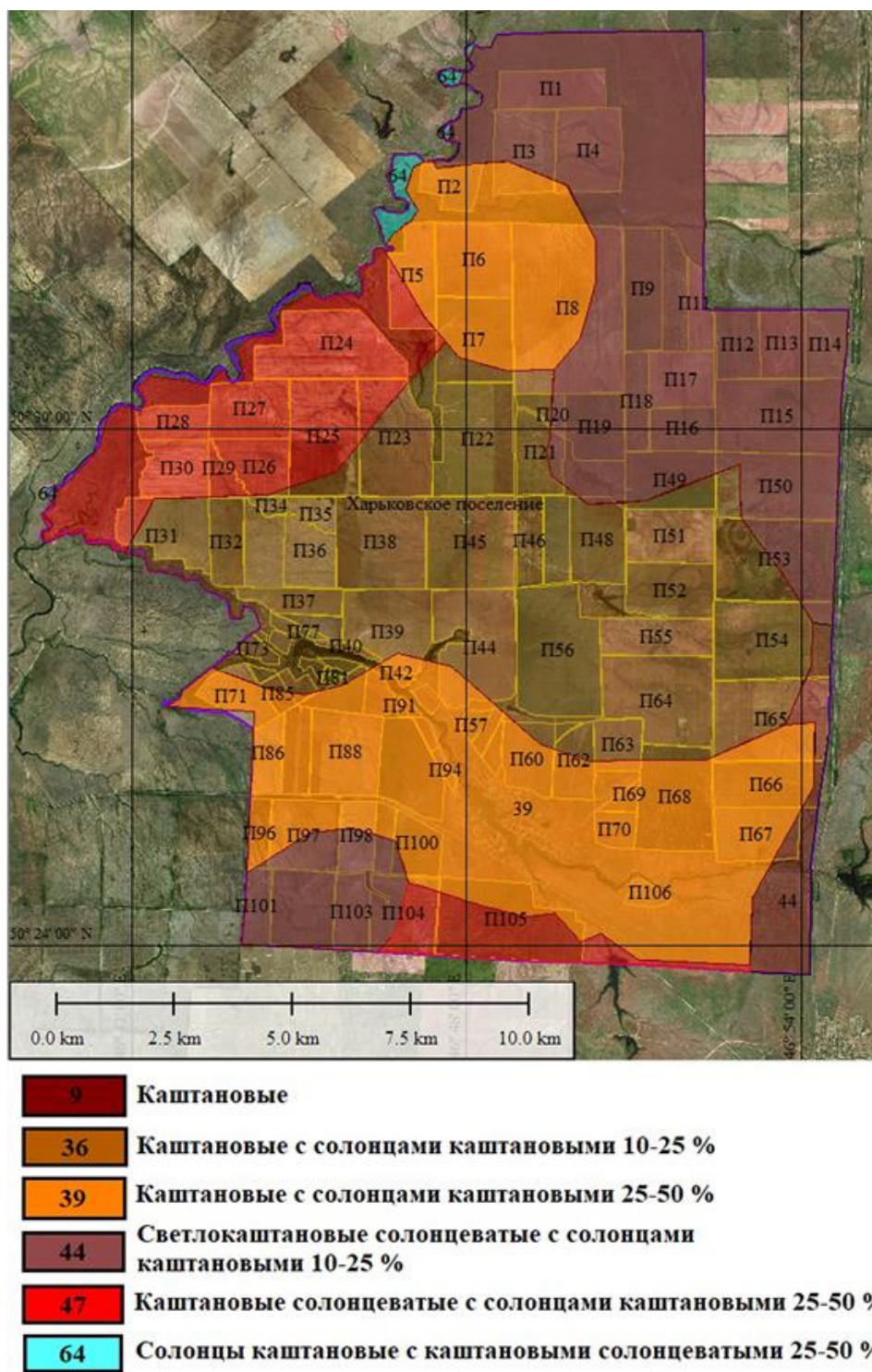


Рис. 1. Карта расположения контуров пашни на почвенных комплексах Харьковского муниципального образования

Составлено автором

Таблица 2

Характеристика почв и почвенных комплексов Харьковского муниципального образования

Индекс	Название почв и почвенных комплексов	Площадь, га	Содержание гумуса, %	Средняя крутизна по почвенному комплексу, град
9 (K ₂)	Каштановые	5697,84	3	0,57
36 (K ₂ -C ^K _{H*})	Каштановые с солонцами каштановыми 10-25%	7023,7	3	0,56
39 (K ₂ -C ^K _{H**})	Каштановые с солонцами каштановыми 25-50%	6245,0	3	0,58
44 (K ₁ ^{CH} -C ^K _{H*})	Светлокаштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10-25%	518,9	2	0,64
47 (K ₂ ^{CH} -C ^K _{H**})	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25-50%	2835,8	3	0,56
64 (C ^K _H -K ₂ ^{CH**})	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 25-50%	100,77	3	0,75
Итого		22422,0		

Составлено авторами

Выводы

В виду нарастающей угрозы разрушения земель, развитию эрозионных процессов необходимо прислушаться к исторически сложившимся законам природы и строить сельскохозяйственное производство на методиках устойчивой организации территории и использования земельных ресурсов, что позволит улучшить результат их производительности, снизит риск дальнейшего ухудшения эродированных земель, повысит урожайность возделываемых культур.

Возможности геоинформационных технологий направлены на решение сложных задач по моделированию агроландшафтов, предоставляют возможность исследовать в короткие сроки большие территории с высокой точностью и разрабатывать комплексные мероприятия по защите и поддержанию аграрного потенциала рассматриваемого региона, а также проводить предварительную оценку современного и перспективного использования земель сельскохозяйственного назначения.

Данный подход позволяет сформировать систему мероприятий, направленных на формирование устойчивой системы ведения сельскохозяйственного производства, а именно:

- мониторинг, учет и наблюдение за количественными и качественными изменениями земельных ресурсов в разрезе каждого муниципального поселения на основе современных геоинформационных методов и технологий;
- создание и обеспечение централизованного хранения информации в электронной форме, включая графическую часть;
- разработка современного картографического материала;
- применение адаптивной системы ведения производства для каждой конкретной территории.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием FNFE-2022-0003 «Теоретические основы функционирования и природно-антропогенной трансформации агролесомелиоративных комплексов в переходных природно-географических зонах, закономерности и прогноз их деградации и опустынивания на основе геоинформационных технологий, аэрокосмических методов и математического картографического моделирования в современных условиях».

Литература

1. Глотов А. А. Применение данных о рельефе для эффективного использования сельскохозяйственных земель // Геопрофи. 2013. № 4. С. 20–22.
2. Смирнова Л. Г., Нарожная А. Г., Кривоконь Ю. Л., Петрякова А. А. Применение геоинформационных систем для агроэкологической оценки земель при проектировании адаптивноландшафтных систем земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 11. С. 11–14.
3. Volkov S. N., Shapovalov D. A., Klyushin P. V., Shirokova V. A., Khutorova A. O. Solutions of problems in defining indicators of agricultural land within the framework of activities for the implementation of the concept of development monitoring in the Russian Federation, International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 2017, V. 17, no. 5, p. 819-828.
4. Мельникова Е. Б. Аэрокосмический мониторинг нарушенных сельскохозяйственных земель // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2010. № 2. С. 75–78.
5. Папаскири Т. В., Ананичева Е. П. Информационное взаимодействие с сервисами цифрового землеустройства // Московский экономический журнал. 2020. № 7. С. 260-267.
6. Papaskiri T. V., Kasyanov A. E., Alekseenko N. N., Semochkin V. N., Ananicheva E. P. and Shevchuk A. A. Digital land management, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 350 (2019) 012065 // 8p., doi:10.1088/1755-1315/350/1/012065 https://iopscience.iop.org/1755-1315/350/1/012065/pdf/EES_350_1_012065.pdf
7. Lidin K. L., Meerovich M. G., Bulgakova E. A., Vershinin V. V., Papaskiri T. V. Applying the theory of informational flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use, Espacios, 2018, no. 1(39), 12 p.
8. Rawat J. S., Kumar Manish. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India, The Egyptian Journ of Remote Sensing and Space Science, 2015, V. 18, Is. 1, p. 77–84.

9. Roy D.P., Wulder M.A., Loveland T.R. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research, *Remote Sensing of Environment*, 2014, no. 145, p. 154–172.
10. Erol H., Akdeniz F. A. Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data. *Int. Journ. of Remote Sens*, 2005, no. 26, p. 1229–1244.
11. Лебедев П.П., Сизов А.П., Донцов А.В. Карты в системе мониторинга земель // *Московский экономический журнал*. 2018. № 5(1). С. 66-74.

E. V. Denisova

Application of geoinformation technologies for the formation of a sustainable system of agricultural land use based on soil surveys

Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Melioration and Protective Aforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation
e-mail: denisov.00@mail.ru

Abstract. The use of spatial data on the availability and condition of land resources, their location, the order of use, allows us to form a system of socio-economic and environmental measures aimed at improving land policy and effective management of land resources. The qualitative and quantitative state of soil lands is crucial for improving the structure of land use and building highly efficient agricultural production in the context of municipalities. The objectives of the study included clarifying the boundaries of soil complexes and varieties, their spatial location, and areas in the study area. The personal characteristics of the Kharkiv municipality of the Staropoltavsky district of the Volgograd region have been clarified: minimum and maximum heights (21 m; 63 m), the height difference throughout the territory is 42 m, the maximum slope steepness is 2.67° . The total area of the settlement is 22438.0 ha, of which 16938.0 ha or 75.5 % is arable land. The slope steepness on arable land ranges from 0.57° to 2.67° . 107 plots of arable land were subject to the survey, the average slope angle for all plots of arable land is 1.56° . Clarification of soil varieties within the boundaries of the settlement allowed us to identify the most common, namely, chestnut with chestnut solonets 10-25 % with an area of 7032.5 hectares (41.5 %). The specification of the steepness of the main types of soils within the boundaries of the settlement determined its value – 0.6° , which contributes to obtaining objective and reliable information on a specific territory and to conduct a preliminary assessment of the use of agricultural land in the future. A list of measures aimed at the formation of a sustainable system of agricultural production for a specific territory is proposed.

Keywords: agrolandscape, geoinformation technologies, zoning, arable land, fertility, mode of use.

References

1. Glotov A. A. Primenenie dannykh o rel'efe dlya effektivnogo ispol'zovaniya sel'skokhozyaistvennykh zemel' [Application of relief data for efficient use of agricultural land], *Geoprofi*, 2013, no. 4, p. 20–22. (In Russian)

2. Smirnova L. G., Narozhnyaya A. G., Krivokon' Yu. L., Petryakova A. A. *Primenenie geoinformatsionnykh sistem dlya agroekologicheskoi otsenki zemel' pri proektirovanii adaptivnolandshaftnykh sistem zemledeliya* [Application of geoinformation systems for agroecological assessment of lands in the design of adaptive landscape farming systems], *Achievements of science and technology of agriculture*, 2011, no. 11, p. 11–14. (In Russian)
3. Volkov S. N., Shapovalov D. A., Klyushin P. V., Shirokova V. A., Khutorova A. O. *Solutions of problems in defining indicators of agricultural land within the framework of activities for the implementation of the concept of development monitoring in the Russian Federation*, *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*, 2017, V. 17, no. 5, p. 819-828.
4. Mel'nikova E. B. *Aerokosmicheskii monitoring narushennykh sel'skokhozyaistvennykh zemel'* [Aerospace monitoring of disturbed agricultural land], *Izv. universities Geodesy and aerial photography*, 2010, no. 2, p. 75–78. (In Russian)
5. Papaskiri T. V., Ananicheva E. P. *Informatsionnoe vzaimodeistvie s servisami tsifrovogo zemleustroistva* [Informational interaction with digital land management services], *Moscow Economic Journal*, 2020, no. 7, p. 260-267. (In Russian)
6. Papaskiri T. V., Kasyanov A. E., Alekseenko N. N., Semochkin V. N., Ananicheva E. P. and Shevchuk A. A. *Digital land management*, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 350 (2019) 012065 // 8 p., doi:10.1088/1755-1315/350/1/012065 https://iopscience.iop.org/1755-1315/350/1/012065/pdf/EES_350_1_012065.pdf
7. Lidin K. L., Meerovich M. G., Bulgakova E. A., Vershinin V. V., Papaskiri T. V. *Applying the theory of informational flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use*, *Espacios*, 2018, no. 1(39), 12 p.
8. Rawat J. S., Kumar Manish. *Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India*, *The Egyptian Journ of Remote Sensing and Space Science*, 2015, V. 18, Is. 1, p. 77–84.
9. Roy D. P., Wulder M. A., Loveland T. R. *Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research*, *Remote Sensing of Environment*, 2014, no. 145, p. 154–172.
10. Erol H., Akdeniz F. A. *Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data*. *Int. Journ. of Remote Sens*, 2005, no. 26, p. 1229–1244.
11. Lebedev P. P., Sizov A. P., Dontsov A. V. *Karty v sisteme monitoringa zemel'* [Maps in the land monitoring system], *Moscow Economic Journal*, 2018. no. 5(1), p. 66-74. (In Russian)

Поступила в редакцию 10.10.2022 г..

УДК 556.5:550.47

Е. В. Дульченко

Некоторые геохимические особенности природно-территориальных комплексов в окрестностях с. Хайрюзово (Камчатский край)

Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН»,
г. Петропавловск-Камчатский, Российская Федерация
e-mail: edulchenko@mail.ru

Аннотация. В процессе полевых работ, а также при анализе космо-аэрофотоснимков и карт были выделены 6 природно-территориальных комплексов (ПТК) в окрестностях с. Хайрюзово Камчатского края. Из наиболее крупных рек, взяты пробы воды на макрокомпонентный анализ. Дается микроэлементная характеристика грунтов и преобладающих типов растений.

Ключевые слова: микроэлементы, природно-территориальные комплексы (ПТК), геохимические особенности, макрокомпонентный анализ.

Введение

В процессе полевых работ, а также при анализе космо-аэрофотоснимков и карт были выделены 6 природно-территориальных комплексов (ПТК) в окрестностях с. Хайрюзово (Камчатский край) по проекту: «Природные ресурсы западного побережья Камчатки: изучение ресурсов и потенциала окружающей среды для развития местной экономики на территориях, традиционно населенных ительменами» (рис. 1).

Материалы и методы

В ходе пеших, конных, автомобильных, вездеходных, а также корабельных маршрутов, автором выполнено описание ПТК с попутными гидрогеохимическими, геохимическими и биогеохимическими опробованиями.

Опробование во всех выделенных ПТК проводилось по стандартным методикам [1]. В камеральный этап, отобранный материал после предварительной подготовки, которая сводится к сушке проб, их усреднению, измельчению, истиранию и озолению, поступил на полный спектральный анализ на 24 элемента и на атомно-адсорбционный анализ для определения содержания ртути (Hg). Лабораторный анализ проводился в Центральной лаборатории Камчатской поисково-съемочной экспедиции, имеющей сертификат на проведение экологических исследований.

Результаты и обсуждение

Сочетание особенностей географического положения, рельефа, климата, геологического строения, гидрогеологического и гидрологического режимов сформировало весьма своеобразную совокупность природно-территориальных комплексов (ПТК) между реками Ковран и Сопочная Камчатского края:

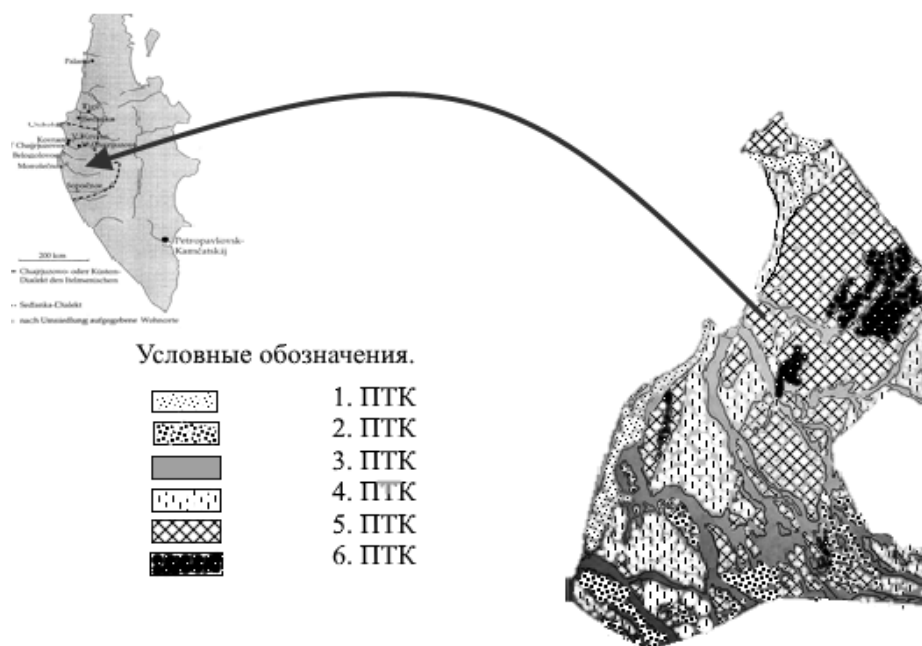


Рис. 1. Природно-территориальные комплексы в окрестностях с. Хайрюзово
Составлено автором

1. ПТК приморских равнин на современном морском и озерном аллювии. Приурочен к Западно-Камчатской низменности, вытянутой узкой полосой вдоль Охотского моря. Представлен ландшафтами торфяно-сфагновых болот, мокрых лугов и кочкарных тундр, сформированных на валунно-галечном и щебенистом материале с песчаным, супесчаным, реже суглинистым и глинистым заполнителями.

2. ПТК слабо всхолмленных поверхностей на среднечетвертичных флювиогляциальных и гляциальных отложениях. Сформированы преимущественно в южной и юго-восточной части изучаемой площади, на крупнообломочных грубоокатанных грунтах с преимущественно суглинистым и глинистым заполнителем, линзами и прослоями весьма пластичных глин, покрытых стланиковой растительностью, реже кустарниковой тундрой и крайне редко – каменноберезняками.

3. ПТК речных долин на древнем и современном аллювии. Этот комплекс имеет спорадическое распространение и приурочен к долинам основных водотоков. Представлен пойменными лесами из тополя, ивы, чозении, ольхи, с шеломайником в сочетании с сырыми высокотравными лугами и пойменными болотами.

4. ПТК плоских водоразделов на неогеновых осадочных и туфогенно-осадочных отложениях. Развита в центральной и северо-западной частях изучаемой площади, приурочена к пологим водоразделам основных водотоков, которые сформированы на смятых в складки осадочных породах. Преимущественно это переслаивание песчаников, аргиллитов, алевролитов с линзами и прослоями углей, кремнистых пород и конкреций. На этих структурах преобладают каменно, реже белоберезняки, с подлеском из ольхового и кедрового стланика, рябины, с высокотравной растительностью. На склонах развиты кочкарные тундры и торфяные болота.

5. ПТК низких гор и холмов на палеогеновых терригенно-осадочных отложениях. Комплекс наиболее хорошо представлен в Утхолокских горах, а также в западных предгорьях Срединного хребта на юго-востоке изучаемой площади. Сформирован на фрагментах складчатых структур, сложенных терригенно-осадочными, метаморфизированными породами, реже вулканогенно-осадочным и вулканогенным материалом и их элювиально-делювиальным чехлом. Как правило, это обособленно стоящие холмы или локальные низкогорные массивы, склоны которых в нижней части покрыты каменноберезниками, в верхней – стланиковой растительностью с преобладанием кедрового стланика. На вершинах встречаются гольцовые тундры.

6. ПТК хребтов и низких гор на меловых вулканогенных образованиях. На изучаемой территории этот комплекс имеет локальное распространение и приурочен к хребтам Медвежий и Пенсантайн, к массиву горы Белой в районе села Хайрюзово и к массиву на юго-востоке площади. Грунтовым субстратом для ПТК служат наиболее древние на изучаемой площади породы - базальты мелового возраста, а также их элювиальные и делювиальные образования. В нижней части склонов наиболее широко развиты каменно, а в районе г. Белой белоберезники с подлеском из ольхового стланика, рябины, жимолости, иногда кедрового стланика, а также стланиковая растительность, вдоль мелких водотоков - моховые болота. На гольцах и коренных обнажениях развиты накипные лишайники [2, 3].

Основным миграционным путем для микроэлементов в выделенных ПТК служат реки. Из наиболее крупных взяты пробы воды на макрокомпонентный анализ [4, 5] (табл. 1). Грунтовым субстратом для этих ландшафтных форм и рек является галечный, валунно-галечный материал с песчаным, супесчаным, реже - глинистым заполнителем. Гальки и валуны, как правило, хорошо окатаны и представлены осадочными, реже вулканогенными породами. Пески гравелистые и крупные. Материал хорошо отсортирован.

Таблица 1

Основные гидрохимические характеристики наиболее крупных рек
изучаемой площади

Река	Сегмент реки	Ph	Солевой состав
Ковран	с. Ковран	7,0	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Ca}} \frac{37}{10} \frac{\text{Cl}}{\text{Mg}} \frac{17}{4} \frac{\text{SO}_4}{4}$
Хайрюзовая	устье	7,1	$\frac{\text{HCO}_3}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{59}{41} \frac{\text{SO}_4}{\text{Ca}} \frac{33}{39} \frac{20}{\text{Mg}}$
	среднее течение	6,3	$\frac{3\text{HCO}_3}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{64}{54} \frac{\text{SO}_4}{\text{Ca}} \frac{27}{32} \frac{13}{\text{Mg}}$
	исток	6,6	$\frac{\text{HCO}_3}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{88}{63} \frac{\text{Cl}}{\text{Ca}} \frac{12}{25} \frac{12}{\text{Mg}}$
Тихая	устье	6,3	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Mg}^+} \frac{86}{52} \frac{\text{Cl}}{\text{Ca}^+} \frac{10}{34} \frac{10,3}{\text{NH}_4^+}$
	среднее течение	6,2	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Ca}} \frac{89}{40} \frac{\text{Cl}}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{11}{33} \frac{27}{\text{Mg}}$
	исток	6,7	$\frac{\text{HCO}_3}{\text{Ca}^+} \frac{74}{56} \frac{\text{Cl}}{(\text{Na}+\text{K})} \frac{23}{27} \frac{16}{\text{Mg}}$

Быстрая (Хайрюзвка)	устье	7,1	$\frac{\text{HCO}_3 59 \text{SO}_4 33}{(\text{Na}+\text{K}) 41 \text{Ca} 39 \text{Mg} 20}$
	среднее течение	6,32	$\frac{\text{HCO}_3 64 \text{SO}_4 27}{(\text{Na}+\text{K}) 41 \text{Ca} 32 \text{Mg} 13}$
Морошечная	-	6,2	$\frac{\text{HCO}_3 73 \text{Cl} 21}{(\text{Na}+\text{K}) 16 \text{Ca} 7 \text{Mg} 8}$
Сопочная	-	6,6	$\frac{\text{HCO}_3 24,4 \text{Cl} 7,1}{\text{Ca} 10 \text{Mg} 8,9 (\text{Na}+\text{K}) 4,14}$
Дождевая вода	-	6,4	$\frac{\text{HCO}_3 24,4 \text{Cl} 14,2}{\text{Ca} > 10 (\text{Na}+\text{K}) 7,86 \text{Mg} 5,6}$

Составлено по [4, 5]

Микроэлементная характеристика грунтов и преобладающих видов растительности приводится в таблицах 2, 3. Таблицы содержат исходные данные для анализа накопления микроэлементов различными типами растений, наиболее характерных для выделенных ПТК.

Таблица 2

Среднее содержание микроэлементов в почво-грунтах для природно-территориальных комплексов в окрестностях с. Хайрюзово ($1 \times 10^{-4}\%$)

Микроэлементы	Распространение в почвах континентов [6]	Региональный фон вулканических почв Камчатки [7]		ПОЧВО-ГРУНТ					
		Северная провинция	Южная провинция	1	2	3	4	5	6
				ПТК n=13	ПТК n=10	ПТК n=7	ПТК n=11	ПТК n=10	ПТК n=10
Sc	8	9,98	5,31	15	20	15	18,5	12	17,5
Cu	23	58,86	40	33,3	30	33	32	37	30
Pb	20	6,27	10	30	30	25	27	27	30
Ti	3700	2953,8	3000	4330	7000	4250	4730	3670	4330
Mn	500	547,66	400	630	1500	675	3760	1500	630
Ga	20	12,32	10	20	30	-	18,7	18	20
V	90	92,37	61,4	90	150	75	130	90	90
Cr	60	43,39	17,7	40	70	53	40	37	40
Ge	-	-	-	-	3	3	-	-	-
Ni	20	18,14	6,6	20	30	14	14,2	17	20
Ba	500	396	200	500	700	425	414	400	500
Be	-	-	-	1	1,5	-	1	-	1
Mo	2	1,72	1,93	2	2	1,6	2	2,3	2
Sn	4	1,66	1,7	2	2	1,6	2	2,8	2
Y	25	7,80	10	15	10	15	17	20	15
Li	-	-	-	47	30	38	40	10	47
Zr	300	150,58	155,67	200	300	175	200	166	200
Ag	0,1	0,06	0,1	0,7	0,3	3,8	0,5	0,5	0,7
Yb	-	-	-	2	2	1,8	2	2	2

Zn	60	37,31	21,2	80	100	60	116	117	80
Co	9	6,03	5,9	15	20	12	16	10	15
Sr	220	139,14	40	150	300	25	200	300	150
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Составлено автором с использованием источников [6, 7]

Таблица 3

Среднее содержание микроэлементов в типах растительности природно-территориальных комплексов в окрестностях с. Хайрюзово ($1 \times 10^{-4}\%$)

Микроэлемент	Содержание в золе растительности континентов [8]	ЖИМОЛОСТЬ (<i>Lonicera caerulea</i>) [9] (ветки с листьями)					КЕДРОВЫЙ СТЛАНИК (<i>Pinus pumila</i>) [9] (ветки с хвоей)						ШИШКИ (кедровый стланик)	
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	Все ПТК n=8
		ПТК n=10		ПТК n=10	ПТК n=10		ПТК n=10	ПТК n=10	ПТК n=10	ПТК n=5	ПТК n=13	ПТК n=10	ПТК n=10	
Sc	-	-	Нет данных	10	8	Нет данных	-	-	10	10	12,5	10	-	9,4
Cu	200	35		52	48		40	30	30	45	38	30	40	50
Pb	50	40		32	40		30	40	20	45	40	40	40	130
Ti	650	450		488	525		300	400	400	350	760	500	400	600
Mn	4800	450		440	440		500	500	500	1000	960	500	1000	775
Ga	1	-		0,6	-		-	-	-	-	0.85	-	-	0.38
V	30	-		-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,8
Cr	35	-		-	-		-	-	-	-	3.1	10	-	9
Ge	-	-		-	-		-	-	-	-	0.31	-	-	-
Ni	40	30		23	24.5		15	15	10	40	30	30	30	2
Ba	450	1100		520	566		500	300	500	500	625	300	300	375
Be	2	-		-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
Mo	12	1,25		1	1,1		1	1	1	1	1,3	1	1	1
Sn	5	1		1	1		1	1	-	1	1	1	1	1
Y	15	10		1	10		-	10	10	10	10	10	1	10
Li	30	-		-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	150	60	56	66	50	50	70	65	70	70	70	66		
Ag	0,6	0,05	0,1	0,1	0,1	0,15	0,1	0,25	0,1	0,1	0,1	0,16		
Yb	-	1	0,1	1	-	1	1	1	1,5	1	1	0,9		
Zn	1000	70	220	208	70	100	50	125	170	150	100	225		
Co	20	-	3	6,5	-	-	-	3,5	4,0	-	3	2,9		
Sr	800	550	920	600	700	100	1000	-	560	-	100	213		
Sb	0,1	12,5	20	125	-	-	-	175	115	300	100	-		

Составлено автором с использованием источников [8, 9]

Из литературных источников известны данные о распространении микроэлементов в почвах континентов, а также регионального фона Северной и Южной провинции вулканических почв Камчатки, всего три позиции. С наименьшим содержанием элемента и будем сравнивать. Так, для почво-грунтов отмечено превышение в содержания скандия (Sc) - от 2,26 в ПТК низких гор и холмов; до 3,77 в ПТК слабо всхолмленных поверхностей, содержания свинца (Pb) – от 3,98 в ПТК речных долин до 4,78 в 1, 2 и 6. ПТК, содержания титана (Ti) – от 1,27 в ПТК до 2,37 в ПТК, марганца (Mn) – от 1,58 в ПТК приморских равнин и ПТК хребтов и низких гор до 9,4 в ПТК плоских водоразделов; для ванадия (V) - от 1,22 в ПТК № 3 до 2,44 в ПТК № 2. Для галлия (Ga), хрома (Cr), никеля (Ni) и бария (Ba) превышения содержания наблюдаются соответственно от 3, 3,95, 4,55 и 3,5 в

ПТК № 2. Самое большое превышение наблюдается для серебра (Ag) - от 5 до 63,3 во всех ПТК. Для цинка (Zn) – от 1,33 до 5,52, кроме ПТК №3, для кобальта (Co) – от 1,69 до 3,39 по всем ПТК, для стронция (Sr) – от 1,36 до 7,5 во втором и пятом ПТК, а также для молибдена (Mo) – от 1,34 до 1,15 в ПТК № 5. Содержания меди (Cu), олова (Sn) и циркония (Zr) полностью ложатся между содержаниями регионального фона вулканических почв Камчатки и распространением микроэлементов в почвах континентов.

Опять же, из литературных источников известно о содержании элементов в золе растительности континентов [8]. Так, для жимолости (*Lonicera caerulea*) [9] превышение ванадия (Ba), в порядке убывания, 2,44 в первом ПТК, 1,26 в четвертом ПТК, 1,16 в третьем ПТК и 1,11 в шестом ПТК; для стронция (Sr) – 1,25 в третьем ПТК, для сурьмы (Sb) – 1250 в четвертом ПТК, 200 в третьем ПТК, 125 в первом ПТК. Кедровый стланик (*Pinus pumila*) [9] демонстрирует превышение для титана (Ti) – 1,17 в четвертом ПТК, ванадия (Ba), в порядке убывания, 1,39 в ПТК №4, 1,11 в ПТК №№ 2 и 3, стронция (Sr) – 1,25 в ПТК № 2 и сурьме (Sb) - 3000 в ПТК № 5, 1750 в ПТК № 3, 1150 и 1000 в ПТК № 6. Все остальные элементы не превышают содержание микроэлементов в золе растительности континентов.

Выводы

Данные таблицы 1 характеризуют различия химического состава основных рек рассматриваемой территории по разным элементам их протяженности. Кроме этого, данные иллюстрируют общий качественный вынос химических элементов с территории выделенных ПТК в бассейн Охотского моря.

По почво-грунтам больше всего превышений отмечено в ПТК № 2 (7 случаев), ПТК № 5 (5 случаев) и ПТК № 3 (3 случая). ПТК № 3 имеет промывной режим, так как он приурочен к долинам основных водотоков, для ПТК слабо всхолмленных поверхностей (№ 2) на среднечетвертичных флювиогляциальных и гляциальных отложениях, возможно, еще идет активное «выветривание». Превышения в ПТК №5 – низких гор и холмов на палеогеновых терригенно-осадочных отложениях – объяснить затруднительно.

Приведенные данные могут служить для характеристики различий микроэлементного состава по объединенным на основе сходных признаков рельефа, геологического возраста, выраженности формообразующих процессов, преобладающим типам растительности ПТК.

В результате работ впервые получены биогеохимические характеристики выделенных в ходе исследований природно-территориальных комплексов, между реками Ковран и Сопочная, а также данные о микроэлементном составе ряда ресурсов, традиционно используемых коренным, местным населением и дикими животными.

Во всех рассматриваемых в работе пробах содержание ртути (Hg) не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК).

Литература

1. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1: 1000 000 / ИМГРЭ. Москва, 1999. 104 с.

2. Геологическая карта СССР. Масштаб 1: 1000 000 (новая серия). Лист О-57 (58) – Палана. Объяснительная записка / Министерство геологии СССР, ВСЕГЕИ. Л., 1989. 105 с.
3. Дульченко Е. В., Кастен Э. Геохимические особенности природно-территориальных комплексов юга Тигильского района // Ресурсы традиционного природопользования народов Севера и Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1996. С. 25-27.
4. Геологическое строение и гидрогеологич. условия бассейнов рек Квачиной, Ковран и Тихой (отчет партии № 626 за 1957 г. По ю-з части листа О-57) / Калининкова Н. Е. Веревкин С. Д. / [Текст] 203 стр., 22 стр. текст. прил. (ВГФ; 5 ГУ; ТГФ). № 780. Ивн. № 1348 // Геологическая изученность СССР т. 23 РСФСР. Камчатская и Курильские острова Сахалинской обл. период 1918 – 1960. Вып. 11. Рукописные работы. 486 с. Москва: Недра, 1978. С. 128.
5. Отчет о ком. геол. и гидрогеолог. съемке м. 1:500 000, провед. Пар-ей № 601 в 1955-1956 гг. на 3. побережье п-ва Камчатка Матер. к государст. геолог. и гидрогеолог. картам СССР м-ба 1: 500 000 Лист №-57-1, Y11 №-56-Y11, X11 / Составили: Соловьев Н.Е, Толстихин О.Н. Волков К.Г. / [Текст] 279 стр. 202 стр. текст. прил. (ВГФ; ТГФ; ВСЕГЕИ; 5ГУ). № 976. Ивн. № 1358 // Геологическая изученность СССР т. 23 РСФСР. Камчатская и Курильские острова Сахалинской обл. период 1918 – 1960. Вып. 11. Рукописные работы. 486 с. Москва: Недра, 1978. С 139, 140, 175.
6. Ярошевский А. А. Проблемы современной геохимии / А.А. Ярошевский. Новосибирск, 2004. 194 с.
7. Захарихина Л. В. Генетические и геохимические особенности почв Камчатки / Л. В. Захарихина, Ю. С. Литвиненко; Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН. М. : Наука, 2011. 245 с.
8. Добровольский В. В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1987. 272 с.
9. Якубов В. В. Растения Камчатки: Полевой атлас / В. Якубов. М.: Путь, Истина и Жизнь, 2007. 264 с.

E. V. Dulchenko

Some geochemical features of natural-territorial complexes in the surroundings of Khayryuzovo village (Kamchatka Region)

Kamchatka branch of the Institution of the Russian Academy of Sciences of the Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russian Federation
e-mail: edulchenko@mail.ru

Abstract. *In the process of field research, as well as in the analysis of satellite and aerial photographs and maps, 6 natural-territorial complexes were identified in the surroundings of Khayryuzovo village, Kamchatka Region. Water samples were taken from the largest rivers for macrocomponent analysis. Microelement characteristics of soils and prevailing types of plants are given.*

Keywords: *microelements, natural-territorial complexes, geochemical features, macrocomponent analysis.*

References

1. Trebovaniya k proizvodstvu i rezul'tatam mnogocелеvogo geohimicheskogo kartirovaniya masshtaba 1: 1000 000 / IMGRE. Moskva, 1999. 104 s. (in Russian)
2. Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1: 1000 000 (novaya seriya). List O-57 (58) – Palana. Ob"yasnitel'naya zapiska / Ministertvo geologii SSSR, VSEGEI. L., 1989. 105 s. (in Russian)
3. Dul'chenko E. V. Geohimicheskie osobennosti prirodno-territorial'nyh kompleksov yuga Tigil'skogo rajona // Resursy tradicionnogo prirodopol'zovaniya narodov Severa i Dal'nego Vostoka. Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamshat, 1996. S. 25-27. (in Russian)
4. Geologicheskoe stroenie i gidrogeologich. usloviya bassejnov rek Kvachinoj, Kovran i Tihoj (otchet partii № 626 za 1957 g. Po yu-z chasti lista O-57) / Kalinnikova N.E. Verevkin S.D. / [Tekst] 203 str., 22 str. tekst. pril. (VGF; 5 GU; TGF). № 780. Ivn. № 1348 // Geologicheskaya izuchennost' SSSR t. 23 RSFSR. Kamchatskaya i Kuril'skie ostrova Sahalinskoj obl. period 1918 – 1960. Vyp. 11. Rukopisnye raboty. 486 s. Moskva: Nedra, 1978. S. 128. (in Russian)
5. Otchet o kom. geol. i gidrogeolog. s'emke m. 1:500 000, proved. Par-ej № 601 v 1955-1956 gg. na Z. poberezh'e p-va Kamchatka Mater. k gosudarst. geolog. i gidrogeolog. kartam SSSR m-ba 1: 500 000 List №-57-1, Y11 №-56-Y11, X11 / Sostavili: Solov'ev N.E, Tolstihin O.N. Volkov K.G. / [Tekst] 279 str. 202 str. tekst. pril. (VGF; TGF; VSEGEI; 5GU). № 976. Ivn. № 1358 // Geologicheskaya izuchennost' SSSR t. 23 RSFSR. Kamchatskaya i Kuril'skie ostrova Sahalinskoj obl. period 1918 – 1960. Vyp. 11. Rukopisnye raboty. 486 s. Moskva: Nedra, 1978. S. 139, 140, 175. (in Russian)
6. Yaroshevskij A. A. Problemy sovremennoj geohimii / A.A. Yaroshevskij. Novosibirsk, 2004. 194 s. (in Russian)
7. Zaharihina L. V. Geneticheskie i geohimicheskie osobennosti pochv Kamchatki / L.V. Zaharihina, YU.S. Litvinenko; Nauchno-issledovatel'skij geotekhnologicheskij centr DVO RAN. M. : Nauka, 2011. 245 s. (in Russian)
8. Dobrovol'skij V. V. Geografiya mikroelementov. Global'noe rasseyanie / V.V. Dobrovol'skij. M.: Mysl', 1987. 272 s. (in Russian)
9. Yakubov V. V. Rasteniya Kamchatki: Polevoj atlas M.: Put', Istina i Zhizn', 2007. 264 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 08.11.2022 г.

УДК 550.4.02+550.4.08+ 550.43

В. А. Жердев
А. Ю. Ильин
Е. А. Бураева
Ю. В. Попов

Элементный состав атмосферных аэрозолей г. Ростов-на-Дону

ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
e-mail: steamqazw430@mail.ru

Аннотация. В работе представлено исследование элементного состава атмосферных аэрозолей в приземном слое воздуха с использованием электронного микроскопа для рентгенофазного и энергодисперсионного анализа, а также мессбауэровского спектрометра. Использованы пробы атмосферных аэрозолей, отобранные в г. Ростов-на-Дону в окрестностях и, непосредственно, в НИИ физики ЮФУ в 2021 году. Приведены данные по форме и составу полученных частиц. Показано, что наибольшая доля тяжелых частиц в образцах представляет собой соединения оксидов железа.

Ключевые слова: радиоактивность, аэрозоли, элементный состав, содержание металлов.

Введение

Атмосферные аэрозоли – одни из важнейших составляющих атмосферы, именно они проявляют активное участие в формировании различных процессов воздушной оболочки Земли. Наличие аэрозольных частиц в составе атмосферы обуславливает многие свойства таких газовых сред, в том числе и атмосферного воздуха, важнейшей среды обитания для существования человечества.

Изучение состава атмосферных аэрозолей становится всё более актуальным из-за постепенного ежегодного изменения климата Земли, повышения давления окружающей нас среды и многих других смежных факторов.

В связи с вышесказанным целесообразно проведение анализа данных по элементному составу атмосферных аэрозолей для контроля содержания естественных и искусственных радионуклидов в приземном слое атмосферы, а также для оперативного выявления радиоактивного техногенного загрязнения в воздухе [1-4].

Материалы и методы

Отобранные образцы сухой пыли были отсеяны таким образом, что для анализа данных использовались мельчайшие частицы, представляющие собой атмосферные аэрозоли с осевшим на них макродисперсным слоем пыли.

Для исследования отобранных образцов на мессбауэровском спектрометре использовалось два диапазона фракций пыли – 0,25-0,063 мм и <0,063 мм. Кроме того, магнитные и немагнитные фракции рассматривались отдельно. Анализ проводился с целью получения данных о концентрации железа, окружающей структуры и валентности железа в соединениях.

Для проведения рентгенофазного и энергодисперсного анализа были использованы частицы диаметром <0,063 мм. Анализ проводился с помощью электронного микроскопа VEGA II LMU. Устройство микроскопа обеспечивает

мгновенный переход от режима получения электронных изображений, полученных при больших увеличениях линзы, к режиму точечного анализа элементного состава образцов той или иной микросферы в составе атмосферных аэрозолей. Работа микроскопа происходит без механической смены апертур или механической юстировки каких-либо элементов внутри колонны устройства, что существенно сократило время анализа и подготовки данных при работе с микрочастицами.

Результаты и обсуждение

В ходе рентгенофазного и энергодисперсионного микроанализа, проведённого с помощью электронного микроскопа VEGA II LMU, были получены следующие электронные изображения отобранных образцов аэрозольной пыли (рис. 1–3).



Рис. 1. Электронные изображения образцов атмосферной пыли фракции $<0,063$ мм

Составлено авторами

Общий вид материала пробы представляет из себя наличие генетически разнородных частиц с преобладающими микросферами (продуктами сжигания твердого топлива) и частицами железных сплавов – фрагментами техногенных материалов. Поверхность микросфер напылена углеродом, также важно уточнить, что легкие элементы (легче Na) не определяются (в том числе в составе OH^- , H_2O , CO и прочие).

Далее, выборочно рассматривая определённую микросферу в составе отобранной пробы, было получено её электронное изображение, а также спектры относительной концентрации элементов в составе отобранной пробы.

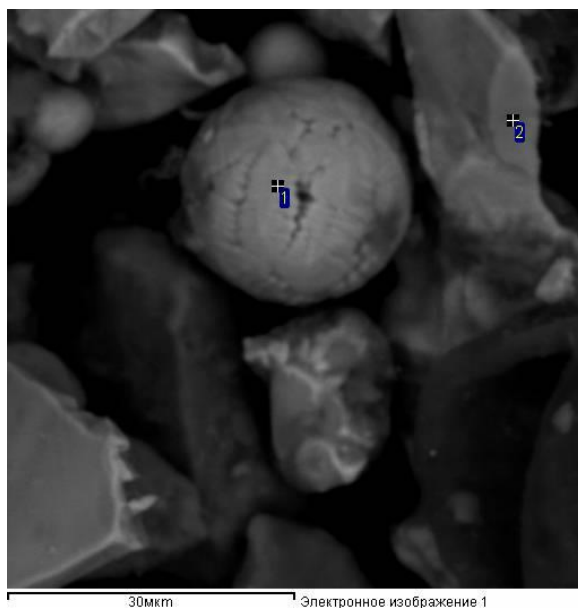


Рис. 2. Микросфера (1) и частица железного сплава с поверхностной коррозией.

Составлено авторами

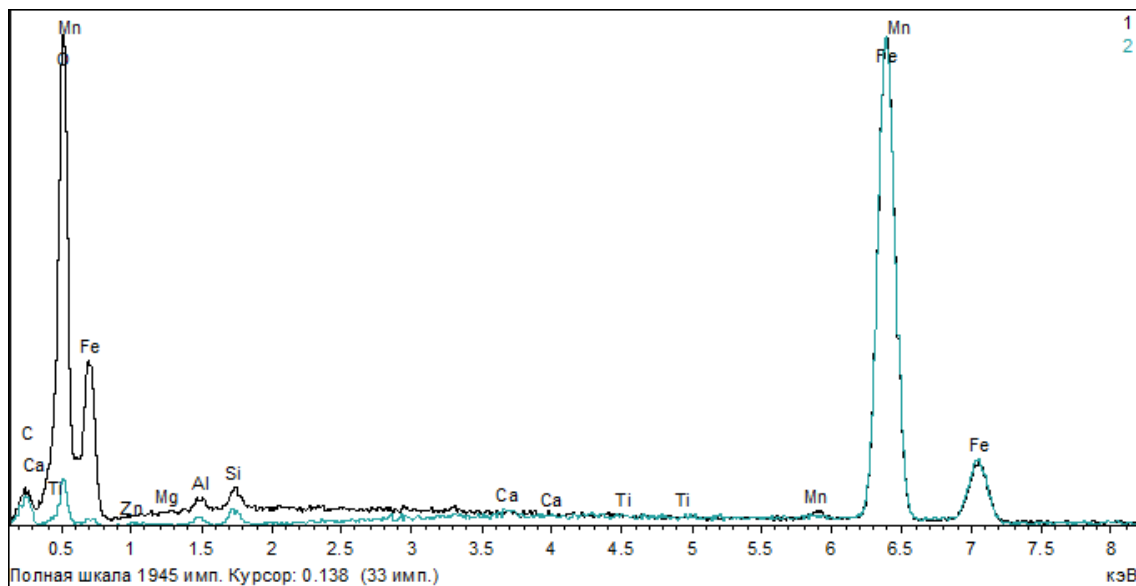


Рис. 3. Спектр относительной концентрации элементов исследуемой микросферы (1)

Составлено авторами

Ориентируясь на данный спектр, можно сделать вывод, что в обеих частицах преобладает содержание соединений оксида железа. Его массовая доля в образцах составляет порядка 95%.

Результатом мессбауэровской спектроскопии образцов при комнатной температуре (300 K) стали спектры, представленные на рис. 4 и 5.

В данных спектрах прослеживается схожий преобладающий пик, что говорит об одной валентности преобладающих соединений железа. Данные,

полученные из данных спектров, указывают на доминирующее содержание соединений железа Fe^{3+} . Эти данные, в свою очередь, позволяют предположить то, что основную массу частиц представляют собой ферригидриты и лепидокрокиты.

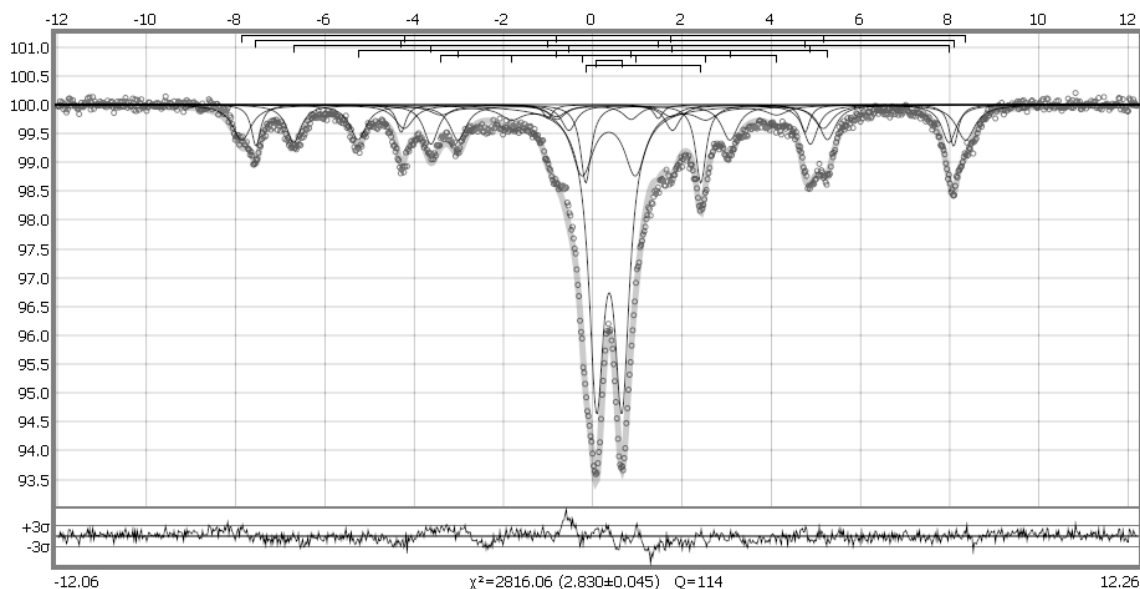


Рис. 4. Спектр частиц диаметром 0,25-0,063 мм при температуре 300 К

Составлено авторами

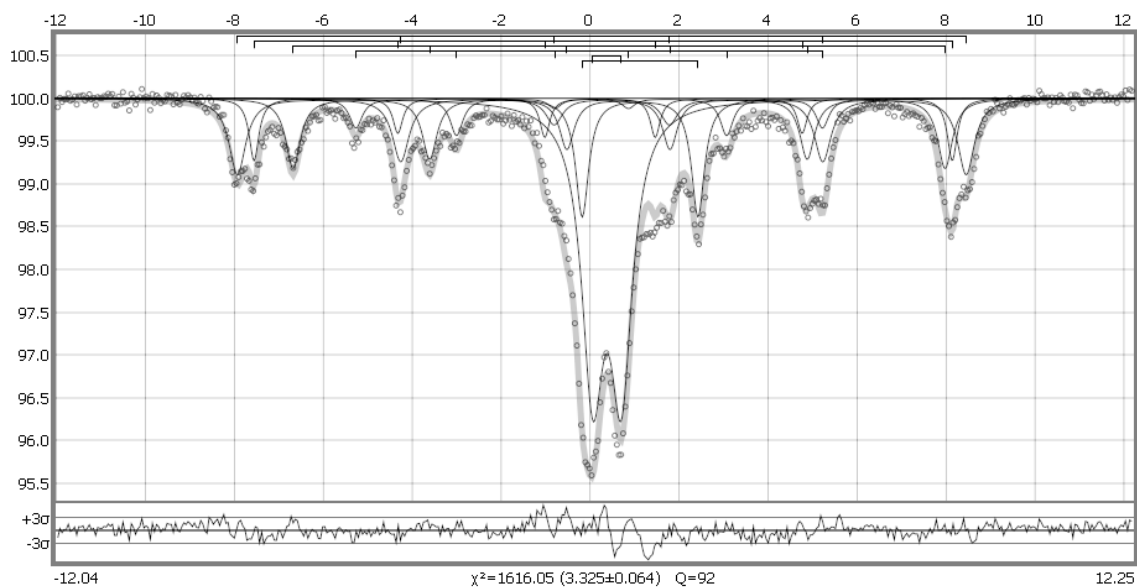


Рис. 5. Спектр частиц диаметром <0,063 мм при температуре 300 К

Составлено авторами

Выводы

В результате исследования мы пришли к следующим результатам:

1. Общий вид материала отобранных проб представляет собой наличие генетически разнородных частиц с преобладающими микросферами (продуктами сжигания твердого топлива) и частицами железных сплавов – фрагментами техногенных материалов.

2. В образцах аэрозольной пыли обнаружены соединения следующих элементов Fe, Mg, Al, Si, Ca, Ti, Mn, Zn, K.

3. Оксиды железа и диоксид кремния являются основными преобладающими соединениями во всех полученных спектрах.

4. Высокое содержание оксида железа связано с грунтовым происхождением отобранных образцов, а также с выбросами предприятий черной металлургии. Показатели диоксида кремния связаны также с высоким количеством выбросов предприятий черной металлургии.

5. Химический состав выбрасываемых аэрозольных частиц определяется особенностями используемого топлива и теплоэнергопроизводства, что напрямую влияет на относительную концентрацию элементов в отобранных образцах Si, Al, Fe, Ca, Ti.

Литература

1. Медведева С. А. Тимофеева С. С. Физико-химические процессы в техносфере: Учебное пособие. Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. 224 с.
2. Райст П. Аэрозоли: Введение в теорию : пер. с англ.. М. : Мир, 1987. 278 с.
3. Спурный К. Н. Аэрозоли. М.: Атомиздат, 1989. 256 с.
4. Фукс Н.А. Механика аэрозолей. М.: Эксмо, 2009. 351 с.

V. A. Zherdev
A. Yu. Ilyin
E. A. Buraeva
Y. V. Popov

Elemental composition of atmospheric aerosols of Rostov-on-Don

Southern Federal University, Rostov-on-Don,
Russian Federation
e-mail: steamqazw430@mail.ru

Abstract. The paper presents study of the elemental composition of atmospheric aerosols in the surface layer of air using an electron microscope for X-ray phase and energy dispersion analysis, as well as a Mossbauer spectrometer. Samples of atmospheric aerosols taken in Rostov-on-Don in the surroundings and directly at the Research Institute of Physics (Southern Federal University) in 2021 were used. Data on the shape and composition of the obtained particles are given. It is shown that the largest proportion of heavy particles in the samples are compounds of iron oxides.

Keywords: radioactivity, aerosols, elemental composition, metal content.

References

1. Medvedeva S. A., Timofeeva S. S. Fiziko-himicheskie processy v tekhnosfere: Uchebnoe posobie. Vologda: Infra-Inzheneriya, 2017. 224 s. (in Russian)
2. Rajst P. Aerosoli: Vvedenie v teoriyu : per. s angl.. M. : Mir, 1987. 278 s. (in Russian)
3. Spurnyj K. N. Aerosoli. M.: Atomizdat, 1989. 256 s. (in Russian)
4. Fuks H. A. Mekhanika aerosolej. M.: Eksmo, 2009. 351 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 22.10.2022 г.

УДК 551.4

А. Н. Качур¹

Г. П. Скрыльник²

**Развитие геосистем национального парка
«Берингия» на современном фоне
Восточной Чукотки**

^{1,2}Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Центр
ландшафтно-экологических исследований,
г. Владивосток, Российская Федерация

¹e-mail: kachur@tigdvo.ru

²e-mail: skrylnik@tigdvo.ru

Аннотация. Созданию национального парка предшествовало советско-американское соглашение в 1993 году об организации международного парка. После расширения его площади, официальная дата создания считается 10 июня 2013 г. (Распоряжение Правительства Российской Федерации за № 947-р). Парк расположен в 3-х административных районах Чукотского автономного округа (Провиденском, Чукотском и Иультинском), занимая отдельные участки (Колючинский, Чегитунский, Дежневский, Мечигменский, Провиденский) общей площадью 1819454 га [1].

Цели и задачи предусматривали рассмотрение общих черт организации полярных ландшафтов (в частности, национального парка на фоне развития геосистем Восточной Чукотки), а также показ их современного геоэкологического состояния и вскрытие возможных природных рисков.

Геоморфологические и ландшафтно-экологические материалы получены в ходе многолетних тематических исследований на Чукотке (1957-1959, 1971-1973 г.г.). Эти данные до сих пор отличаются актуальностью, поскольку до сих пор не опубликованы и характеризуются комплексностью и, в известной мере, тематической неповторимостью.

Рассматриваемые пространства в прошлом располагались в центральной части обширной материковой суши – древней Берингии (термин впервые предложил в 1925 г. академик П.П. Сушкин), расширяющейся к северу от Чукотки и Аляски. Эта суша соединяла два крупнейших материка нашей планеты — Евразию и Северную Америку, являясь широким сухопутным мостом между ними.

Устойчивость современных геосистем на территории национального парка сильно зависит от проявления деструктивных процессов на соседних территориях, в последнее время активно вовлекаемых в хозяйственный оборот. Так, в ходе хозяйственного освоения северных территорий и усиливающегося вмешательства в их естественную природную обстановку активизируются все мерзлотные процессы, при ведущей роли термокарста. В зависимости от форм вмешательства человека, нарастание активности большинства мерзлотных процессов, приводящих к нежелательным последствиям в практике народного хозяйства, будет происходить чаще скачкообразно. Эти процессы еще больше могут усилиться из-за возрастания напряженности естественных и антропогенных аномальных явлений и процессов: глобальных – потепления или похолодания климата, и прогнозируемого повышения-понижения уровня океана; континентальных – динамики границ природных зон, а также региональных –

направленного изменения соотношений океанических и континентальных влияний; локальных – смены типов природопользования. При этом следует учитывать, что устойчивость природных систем соседних территорий сильно зависит от фактора места объектов и типа и масштабов антропогенного вмешательства.

Ключевые слова: национальный парк, Берингия, устойчивость, геосистемы, геоэкологические риски.

Введение

Территориально национальный парк «Берингия» расположен в 3-х административных районах Чукотского автономного округа (Провиденском, Чукотском и Иультинском), занимая площадь 1819454 га. С востока и юга они омываются водами Берингова моря, а на севере Чукотского моря (рис. 1).



Рис. 1. Обзорная схема национального парка «Берингия» в пределах Восточной Чукотки

Составлено авторами

Между мысом Дежнёва и Аляской находятся острова Диомиды – Ратманова и Крузенштерна (Little Diomedes). Первый из них принадлежит России, второй – США. Между ними по меридиану 180° проходит линия смены календарных дат.

Цели и задачи предусматривали рассмотрение общих черт организации полярных ландшафтов (в частности, национального парка на фоне развития геосистем Восточной Чукотки), а также показ их современного геоэкологического состояния и вскрытие возможных природных рисков.

Материалы и методы

Данные многолетних геоморфологических и ландшафтно-экологических исследований получены в ходе тематических работ на Чукотке (1957-1959, 1971-1973 г.г.). Эти материалы исследований до сих пор отличаются их актуальностью, поскольку характеризуются комплексностью и, в известной мере, тематической неповторимостью.

В исследованиях применены известные «методы сквозного изучения комплексной географической оболочки» – сравнительно-географический, информационный, палеогеографический [20].

Результаты и обсуждение

Общие черты ландшафтной структуры Восточной Чукотки.

Древние корни территории национального парка «Берингия». Рассматриваемые пространства в прошлом располагались в центральной части обширной материковой суши (древней Берингии). Гипотетическая схема истории Берингийской суши иллюстрируется информативными материалами [2]. Эта суша соединяла два крупнейших материка нашей планеты — Евразию и Северную Америку, являясь широким сухопутным мостом между ними. Сходство этих противоположностей подтверждается природой орографических соединительных звеньев между Севером Дальнего Востока и горными цепями Аляски (схожим геологического строения горных районов Чукотки и о. Врангеля с возвышенностями Командорских и Алеутских островов; сходством современной флоры и фауны по обе стороны Берингова пролива) [2]. При этом указанный мост многократно то исчезал, то вновь появлялся (предположительно более 6 раз) – в ходе многократных морских трансгрессий и регрессий. Последнее соединение Азии и Америки произошло около 20 тысяч лет назад, а около 10 тысяч лет назад оно окончательно исчезло, т.к. на рубеже голоцена возник настоящий пролив. В условиях современной продолжающейся морской трансгрессии возрождение былой (в первоначальном ее виде) Берингийской суши не произойдет.

Рельеф и геологическое строение обладают неповторимыми чертами [3, 4]. Например, единственные на Дальнем Востоке глубоководные фьорды и термальные источники (от +38 °С до +97°С) [5].

Процессы рельефообразования развивались на фоне различных (неотектонических и современных) движений земной коры. В рельефе господствуют горные сооружения Чукотского нагорья (рис. 2), реже – низменные пространства Колючинско-Мечигменской депрессии.

Современный климат. Формирование климата нацпарка происходит в условиях сравнительно высоких широт и резких контрастов подстилающей поверхности в системе «суша – океан».

Радиационный баланс здесь менее 20 ккал/см². Этот показатель не имеет аналогов в умеренных широтах северного полушария [6].

Анализ климатообразующих факторов вскрывает прямые и обратные связи. Так, Берингово море зимой сильно охлаждается и летом становится причиной преобладания холодной и сырой погоды (хотя в это время до 60% бывает малооблачная погода), особенно в прибрежных районах. С другой стороны, и рельеф оказывает влияние на климат [7]:

- температур (средние летние температуры на всей территории 1-8°C; безморозный период около 90 дней) за период наблюдений 1894-1980 гг.;
- осадков (годовые суммы до 500 мм);
- направления и средних скоростей ветра, м/сек (зимой – 4,7; весной – 3,9; летом – 3,3; осенью – 4,0; среднегодовые – 4,0);
- максимальных скоростей ветра (1 раз в год превышают 40 м/сек и 1 раз в 20 лет до 50 м/сек);
- суровости погоды (жестоко морозная погода занимает до 10-15%);
- силы и количества метелей (северной пурги с низовой метелью и часто при ясном небе и сильным морозом; южной пурги с повышением температуры воздуха, которое сопровождается снегопадом с возникновением плотного снежного покрова мощностью до 50-70 см и с многометровыми снежными «забоями» в ложбинах, у подветренных склонов и в высоких кустарниках; иногда в обеих обстановках с оттепелью);
- колебания мощности снежного покрова (от 5 до 70 см).



Рис. 2. Общий вид низкоргорной части Чукотского нагорья (со снежниками на склонах восточной экспозиции и с участками каменистой тундры), предгорной равнины и долины р. Танюрер, занятых лесотундровым ландшафтом. Снимок – в направлении с юга на север (начало августа 1972 г.).

Источник: фото Б.И. Втюрина

Сочетание всех природных факторов почти повсюду имеет отрицательный знак и вызывает *формирование специфического климата*:

- с прохладным летом (в августе при средней температуре до 4°C);
- с очень холодной (средние показатели температуры воздуха в январе до минус 32°C), многоснежной зимой (до 8 месяцев, с октября по май); в районе пролива Сенявина снег лежит 220 дней.
- с летними заморозками и неравномерным увлажнением (коэффициент увлажнения 1,33).

Благоприятный климат присущ лишь отдельным островкам в небольших межгорных пространствах, где средние температуры воздуха достигают +5 – +8°C [14].

Вечная мерзлота. Рассматриваемая территория относится к особому краю вечной мерзлоты (подземного оледенения). Она контролирует динамику полярных ландшафтов.

В криогенном плане отличительные особенности Восточной Чукотки могут быть охарактеризованы как: а) противоречивое соседство и контрастное чередование талых и мерзлых пород; б) широчайший спектр мощностей (от 0 до 700 и более метров) и среднегодовых температур вечномерзлых грунтов (от 0°C до минус 11°C и ниже; в) высокие тренды увеличения-уменьшения температуры воздуха, из-за чего территория попадает в область высокого метеогеокриологического риска; г) полный набор криогенных процессов и явлений в организации восходящего и нисходящего развития вечной мерзлоты [8]. Среди указанных процессов выделяются морозобойное трещинообразование, возникновение структурных грунтов (каменных многоугольников, кругов и т.д.), формирование жильных льдов и соответствующих им полигональных поверхностных образований, солифлюкция (медленное пластично-вязкое течение грунтов по пологим склонам), наледеобразование, термокарст [9]. Для всего района в целом наиболее типично, с одной стороны, жильное льдообразование (даже на самых низких высотных уровнях – морских косах), а с другой – развитие термокарста по повторно-жильным и инъекционным льдам.

Почвенный покров. Под влиянием сурового климата почвообразовательные процессы на территории Восточной Чукотки отличаются замедленным и малоемким биологическим круговоротом. Преобладающие почвы относятся к тундровым – торфянисто- и торфяно-глеевым [10].

Флора и животный мир отличаются богатством флоры (арктических тундр) и фауны (снежные бараны, моржи, горбатые киты; огромные птичьи базары – 150 видов птиц) [11].

Общее геозкологическое состояние Восточной Чукотки и возможные риски на территории национального парка Берингия

Геоморфологическое зонирование (рис. 3) оказывает помощь при прогнозировании реальных ландшафтно-экологических ситуаций в пределах нацпарка.

Изменение климата, в ходе его прошедшего потепления, оказало значительное влияние на состояние ГС за счет возрастающих аномальных явлений. С 2007 по 2017 год среднегодовая температура грунта (МАГТ) в Арктике увеличилась на 0,5°C. Эти изменения вызывали активизацию экзогенных криогенных процессов [12]. В пределах полярных пространств отмеченные изменения сопровождались интенсивной деградацией вечной мерзлоты [13], наряду с развитием термокарста [14]. Прогнозирование будущего состояния арктических геосистем затруднено образованием положительных и отрицательных обратных связей [15], вызванных изменениями климата и окружающей среды.

Наблюдения на метеостанциях Восточной Чукотки (Колючино, Неттан, Уэлен, Дежнева пост, Ратманова, Лаврентия, Провидения, Чаплина мыс) свидетельствовали об устойчивом тренде к повышению температуры воздуха, начиная с 1970-х гг. Но в настоящее время это повышение прекратилось.

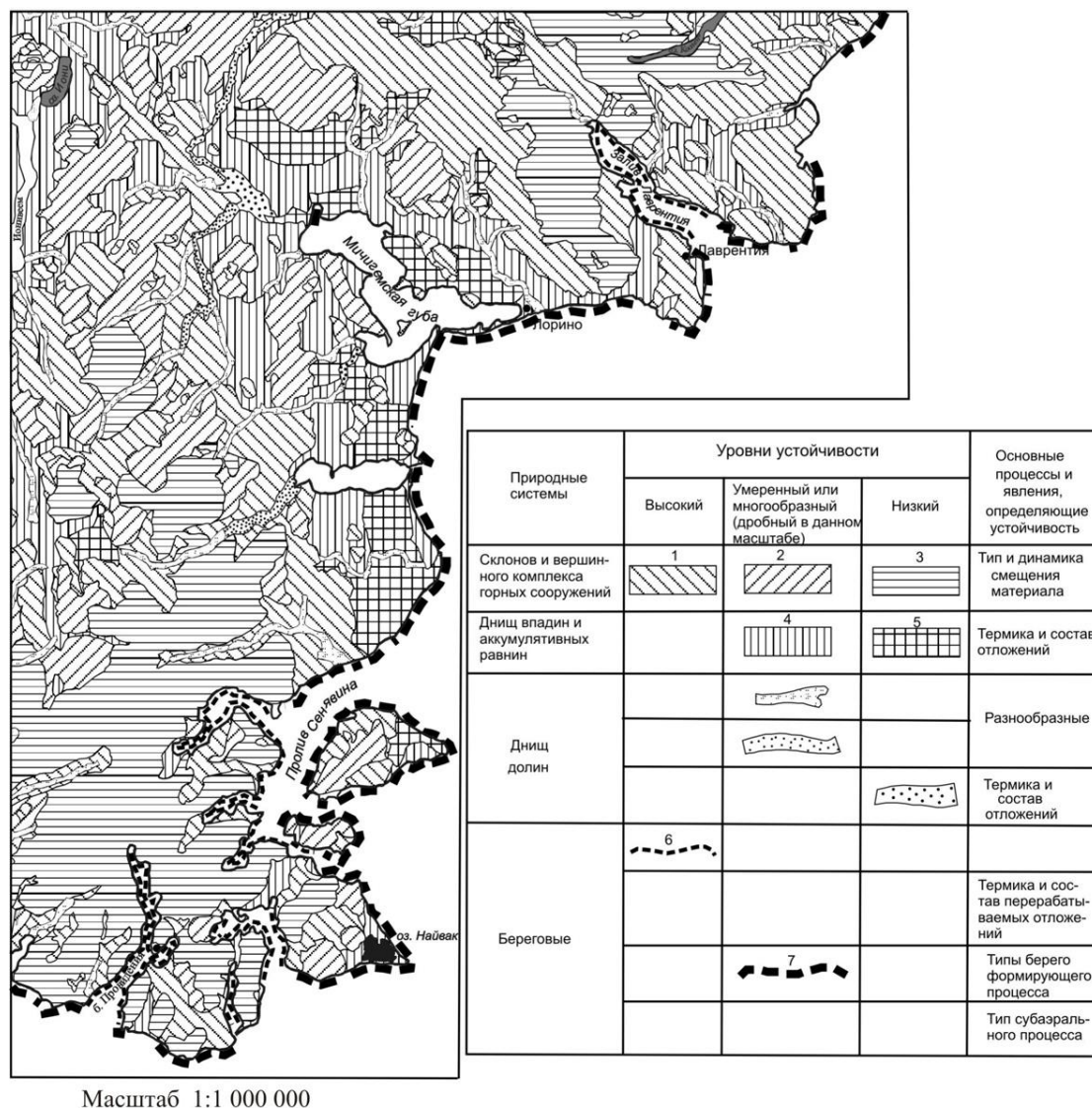


Рис. 3. Картохема зонирования по устойчивости геосистем Восточной Чукотки (м-б 1:500 000)

Составлено: Крылов И.И., Скрыльник Г.П., 2003

Действительно, потепление на Земле сказывается в росте уровня мирового океана, снижении площади снега и морских льдов, таянии ледников и деградации вечной мерзлоты. Но не повсеместно. Существуют регионы, где потепление «приостановилось» и дальше не происходит. Так, в Северной Атлантике существует небольшой район, где из-за замедления течения Гольфстрима и соответствующего снижения переноса им тепла и, вероятно, с изменением движения потоков воздуха на полюсе, отмечается локальное снижение температуры воздуха [14, 16]. В этом ряду находятся и регионы Арктики [17]. Такой эффект снижения потепления сказывается с запада на восток, во всяком случае до побережья Баренцева моря.

Своего максимума потепление климата в Арктике достигло в 1970-1980-е годы и далее начало замедляться и постепенно снижаться до настоящего. Так, «по аналогии с событиями двух закончившихся циклов солнечной активности можно

заключить, что сохранение высоких темпов потепления Арктики в обозримой перспективе маловероятно» [18, с. 129]. Об этом также может свидетельствовать уменьшение площади и количества термокарстовых озер на Чукотке, как показателя снижения деградации вечной мерзлоты (по аэрокосмическим материалам и данным автора).

С этим совпадают и выводы международных экспертов о начавшемся похолодании климата [19]. Последнее, по исследованиям автора, характеризуется усилением и на всей территории российского Дальнего Востока.

Таким образом, фоновая направленность развития мерзлоты на территории Восточной Чукотки уже существенно меняется. Начавшееся общее зимнее похолодание, на фоне сократившегося глобального потепления, на Чукотке оконтуривает отдельные геоэкологические риски (из-за усиления морозобойного трещинообразования в направлении разрушения отдельных геосистем).

В целом устойчивость геосистем на территории национального парка, естественно, сильно зависит от проявления деструктивных процессов на соседних территориях, в последнее время активно вовлекаемых в хозяйственный оборот. Так, в ходе хозяйственного освоения северных территорий и усиливающегося вмешательства в их естественную природную обстановку активизируются все мерзлотные процессы, при ведущей роли термокарста. В зависимости от форм вмешательства человека, нарастание активности большинства мерзлотных процессов, приводящих к нежелательным последствиям в практике народного хозяйства, будет происходить чаще скачкообразно. Эти процессы еще больше могут усилиться из-за возрастания напряженности естественных и антропогенных аномальных явлений и процессов: глобальных – потепления или похолодания климата, и прогнозируемого повышения-понижения уровня океана (А.П. Каплин, 1995 г.); континентальных – динамики границ природных зон, а также региональных – направленного изменения соотношений океанических и континентальных влияний; локальных – смены типов природопользования. При этом следует учитывать, что устойчивость природных систем соседних территорий сильно зависит от фактора места объектов и типа и масштабов антропогенного вмешательства.

В дополнение к вышесказанному необходимо обратить внимание на актуальные тематические разработки мерзлотоведов, полученные в последнее время. Предложен ландшафтный подход, который позволяет оценить уязвимость ландшафта к внешним воздействиям для удаленных и малоизученных регионов. При этом оценка уязвимости криогенных ландшафтов проводится с использованием комплексного мультикачественно-количественного метода. Экспертный метод оценки уязвимости ландшафта состоит из ряда процедур, включая выбор факторов, влияющих на устойчивость ландшафта, установление взаимосвязей между факторами и оценку влияния этих факторов с помощью весов. Этот метод может быть применен на предпроектной стадии хозяйственного освоения, инженерных изысканий и экологического мониторинга [12].

Следует подчеркнуть, что на территории нацпарка, в обстановке намечающейся континентализации климата и заповедности территории, природные риски, по сравнению с соседними пространствами, невелики и ландшафты, сохраняют свою изначальную устойчивость.

В настоящее время в геосистемах нацпарка, находящихся практически в ненарушенном состоянии, встречаются от прошлого времени единичные и незначительные антропогенные трансформации. Если заповедность территории будет нарушена, то в пределах нацпарка возможно появление катастрофических нарушений, аналогичных тем, что уже произошли в пределах Восточной Чукотки [4]. Для иллюстрации можно привести примеры последних, как потенциальных опасностей для нацпарка, в случае если в нем возникнут нарушения норм экологической безопасности и (или) пройдут нежелательные следующие мероприятия:

1. *Не соблюдение правил пожарной безопасности.* Возникнут пожары, как это имело место на Чукотке в июле-августе 2020 г., когда бушевало 87 пожаров на площади 214, 8 тыс. га. В это время были отмечены площадные возгорания сухих тундровых участков, но за пределами территории нацпарка. Они привели к уничтожению естественных комплексов и переформированию геоэкологической обстановки. Для восстановления геосистем до исходного состояния потребуются десятки, а возможно, и сотни лет.

2. *Устройство временных дорог.* Могут проявиться многие трансформации, сходные тем, что наблюдаются вдоль трасс между северными поселками и особенно вокруг Шахтерского, Депутатского и др. Так, в результате многократного проезда тракторов и вездеходов (в отличие от традиционных и обычных в тундре транспортных средств в виде нарт в собачьих упряжках) развиваются серьезные нарушения ландшафтов. Поскольку колеи-борозды от гусеничного транспорта большей частью сильно обводнены, временные дороги прокладываются по соседству с прежними. В результате тундра, вдоль временных трасс и вокруг большинства чукотских поселков, в настоящее время «распахана», лишена растительного покрова и изобилует возникшими термокарстовыми рытвинами, водороедами, провалами, оврагами и озерами самых различных очертаний. Процессы оврагообразования, термокарста, солифлюкции и морозобойного трещинообразования после своего возникновения протекают дальше уже без вмешательства человека.

Существующие между поселками насыпные грунтовые дороги промерзают, в результате препятствуя поверхностному и поддёрновому стоку. Вдоль дорог формируются линейные рытвины и промоины. Так, вдоль насыпной дороги от бывшего аэропорта до пос. Шахтерского, ориентированной поперек склона, с 1964 по 1972 год образовались овраги глубиной до 3 м [9].

3. *Строительство любых хозяйственных объектов.* Вскрытие поверхностных покровов приводит к площадным просадкам и развитию оврагообразования (например, в пределах поселка Канчалан).

4. *Локальное сведение растительности.* С этим связано возникновение термокарста и появление на трансформированных участках долгоживущих солифлюкционных потоков. Так, вырубка, удаление и особенно травянисто-кустарникового покрова вызывает в теплый период к активизации термокарста и оплывинно-солифлюкционных движений. В результате появляются антропогенно-естественные геосистемы.

Выводы

Ландшафты Национального парка «Берингия» характеризуются относительно простой организацией. При этом, к сожалению, эти ландшафты сильно уязвимы со стороны антропогенных воздействий.

«Снятие» возможных экологических рисков и нормализация природных обстановок на территории национального парка «Берингия» возможно в итоге проведения охранных мероприятий, но обязательно при минимизации антропогенного пресса на соседних территориях. Только в этом случае возможно сохранение устойчивого развития геосистем национального парка Берингия.

Следует помнить, что равновесие организации геосистем национального парка «Берингия» в целом играет существенную роль и в сохранении природы Северо-Восточной Азии.

Литература

1. Бакланов П. Я., Железнов-Чукотский Н. К., Качур А. Н., Романов М. Т. Эколого-географическое обоснование российской части Международного природного парка «Берингия». Вестник ДВО РАН. 2000. № 4 (92). С. 55-73.
2. Сочава В. Б. К истории флоры южной части азиатской Берингии // Ботанический журнал. 1933. Т. 18. №4. С. 30-44.
3. Шило Н. А. Рельеф и геологическое строение // Север Дальнего Востока (монография) / колл. авторов, АН СССР, СВКНИИ. Отв. ред. член-корр. АН СССР Н.А. Шило. М.: Наука, 1970. 488 с.
4. Качур А. Н., Скрыльник Г. П. Современная структура и устойчивость геосистем Восточной Чукотки // Арктика и Антарктика. 2019. № 2. С. 1-15.
5. Кондратов А. М. Была земля Берингия. Магадан: кн. изд-во, 1981. 200 с.
6. Клюкин Н. К. Климат // Север Дальнего Востока (монография) / колл. авторов, АН СССР, СВКНИИ. Отв. ред. член-корр. АН СССР Н.А. Шило. М.: Наука, 1970. С. 101-132.
7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Вып. 33. Магаданская область, Чукотский автономный округ Магаданской области. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 284 с.
8. Котов А. Н. Многолетнемерзлые породы // Труды НИЦ "Чукотка". Вып. 5. Магадан: изд-во СВНИЦ ДВО РАН, 1997. С. 9-13.
9. Короткий А. М., Коробов В. В., Скрыльник Г. П. Аномальные природные процессы и их влияние на состояние геосистем юга российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2011. 265 с.
10. Таргульян В. О. Почвообразование и выветривание в холодных областях. М., Наука, 1971. 270 с.
11. Север Дальнего Востока / колл. авторов, АН СССР, СВКНИИ ; отв. ред. Н. А. Шило. Москва: Наука, 1970. 488 с.
12. Maslakov A. A., Belova N. G., Baranskaya A. V.; Romanenko F. A. Massive ice beds of the eastern coast of the Chukchi Peninsula under climate change: some results of the 2014-2018 expeditions // Geophys. Res. Lett. 2018, 4, 30–43.
13. Farquharson L. M., Romanovsky V. E., Cable W. L., Walker D. A., Kokelj S. V., Nikolsky D. A. Climate change leads to widespread and rapid development of

- thermokarst in very cold permafrost in the Canadian high Arctic // *Geophys. Res. Lett.* 2019, 46, 6681-6689.
14. Nitze I., Grosse, G., Jones B.M., Romanovsky V.E., Boike J. Remote sensing quantifies widespread abundance of permafrost region disturbances across the Arctic and Subarctic // *Nat. Commun.* 2018, 9, 1–11.
 15. Jorgenson M.T., Romanovsky V., Harden J., Shur Y., O'Donnell J., Schuur E.A., Kanevskiy M., Marchenko S. Resilience and vulnerability of permafrost to climate change // *Can. J. For. Res.* 2010, 40, 1219–1236.
 16. МГЭИК. Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [основная группа авторов, Р.К. Пачаури и Л.А. Мейер (ред.). МГЭИК, Женева, Швейцария. 163 с.
 17. Smith L.C., Sheng Y., Macdonald G.M., Hinzman L.D. Disappearing Arctic lakes // *Science*. 2005. Vol. 308. No. 5727. 1429 p.
 18. Ловелиус Н. В., Ретеюм А. Ю. Циклы солнечной активности в Арктике // *Общество. Среда. Развитие*. 2018. № 1. С. 128-130.
 19. Глобальная служба атмосферы (ГСА) – Global Atmosphere Watch Programme (Электронный ресурс. URL: <https://public.wmo.int/.../programmes/global-atmosphere-watch-programme> (дата обращения: 16.06.2018).
 20. Марков К. К., Добродеев О. П., Симонов Ю. Г., Суетова И. А. Введение в физическую географию. М.: Высшая школа, 1973. 184 с.

A. N. Kachur¹,
G. P. Skrylnik²

Development of geosystems of "Beringia" national park on the modern background of Eastern Chukotka

Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Center for Landscape and Ecological Research, Vladivostok

¹e-mail: kachur@tigdvo.ru

²e-mail: skrylnik@tigdvo.ru

Abstract. *The creation of the national park was preceded by a Soviet-American agreement in 1993 on the organization of an international park. After expanding its area, the official date of creation is June 10, 2013 (Decree of the Government of the Russian Federation No. 947-r). The park is located in 3 administrative districts of the Chukotka Autonomous Okrug (Providensky, Chukotsky and Iultinsky), occupying separate areas (Kolyuchinsky, Chegitunsky, Dezhnevsky, Mechigmensky, Providensky) with a total area of 1819454 ha [1].*

The goals and objectives included consideration of the general features of the organization of polar landscapes (in particular, the national park against the background of the development of geosystems in Eastern Chukotka), as well as showing their current geoecological state and revealing possible natural risks.

Geomorphological and landscape-ecological materials were obtained in the course of many years of case studies in Chukotka (1957-1959, 1971-1973). These data are still relevant, since they have not yet been published and are characterized by complexity and, to a certain extent, thematic uniqueness.

The areas under consideration in the past were located in the central part of the vast continental landmass - ancient Beringia (the term was first proposed in 1925 by Academician P.P. Sushkin), expanding north of Chukotka and Alaska. This land connected the two largest continents of our planet - Eurasia and North America, being a wide land bridge between them.

The stability of modern geosystems on the territory of the national park is highly dependent on the manifestation of destructive processes in neighboring territories, which have recently been actively involved in economic turnover. Thus, in the course of the economic development of the northern territories and the increasing intervention in their natural environment, all permafrost processes are activated, with the leading role of thermokarst. Depending on the forms of human intervention, the increase in the activity of most permafrost processes, leading to undesirable consequences in the practice of the national economy, will occur more often in leaps and bounds. These processes may further intensify due to the increase in the intensity of natural and anthropogenic anomalous phenomena and processes: global - warming or cooling of the climate, and predicted rise-decrease in ocean level; continental - the dynamics of the boundaries of natural zones, as well as regional - directed changes in the ratio of oceanic and continental influences; local - change of types of nature management. At the same time, it should be taken into account that the stability of the natural systems of neighboring territories strongly depends on the factor of the location of objects and the type and scale of anthropogenic interference.

Keywords: national park, Beringia, stability, geosystems, geoecological risks.

References

1. Baklanov P. YA., ZHeleznov-CHukotskij N. K., Kachur A. N., Romanov M. T. Ekologo-geograficheskoe obosnovanie rossijskoj chasti Mezhdunarodnogo prirodnogo parka «Beringiya». Vestnik DVO RAN. 2000. № 4 (92). S. 55-73. (in Russian)
2. Sochava V. B. K istorii flory yuzhnoj chasti aziatskoj Beringii // Botanicheskij zhurnal. 1933. T. 18. №4. S. 30-44. (in Russian)
3. SHilo N. A. Rel'ef i geologicheskoe stroenie // Sever Dal'nego Vostoka (monografiya) / koll. avtorov, AN SSSR, SVKNII. Otv. red. chlen-korr. AN SSSR N.A. SHilo. M.: Nauka, 1970. 488 s. (in Russian)
4. Kachur A. N., Skryl'nik G. P. Sovremennaya struktura i ustojchivost' geosistem Vostochnoj CHukotki // Arktika i Antarktika. 2019. № 2. S. 1-15. (in Russian)
5. Kondratov A. M. Byla zemlya Beringiya. Magadan: kn. izd-vo, 1981. 200 s. (in Russian)
6. Klyukin N. K. Klimat // Sever Dal'nego Vostoka (monografiya) / koll. avtorov, AN SSSR, SVKNII. Otv. red. chlen-korr. AN SSSR N.A. SHilo. M.: Nauka, 1970. S. 101-132. (in Russian)
7. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR. Seriya 3. Mnogoletnie dannye. CHasti 1–6. Vyp. 33. Magadanskaya oblast', CHukotskij avtonomnyj okrug Magadanskoj oblasti. L.: Gidrometeoizdat, 1990. 284 s. (in Russian)
8. Kotov A. N. Mnogoletnemerzlye porody // Trudy NIC "CHukotka". Vyp. 5. Magadan: izd-vo SVNC DVO RAN, 1997. S. 9-13. (in Russian)

9. Korotkij A. M., Korobov V. V., Skryl'nik G. P. Anomal'nye prirodnye processy i ih vliyanie na sostoyanie geosistem yuga rossijskogo Dal'nego Vostoka. Vladivostok: Dal'nauka, 2011. 265 s. (in Russian)
10. Targul'yan V. O. Pochvoobrazovanie i vyvetrивание v holodnyh oblastyah. M., Nauka, 1971. 270 s. (in Russian)
11. Sever Dal'nego Vostoka / koll. avtorov, AN SSSR, SVKNII ; otv. red. N. A. SHilo. Moskva : Nauka, 1970. 488 s. (in Russian)
12. Maslakov A. A., Belova N. G., Baranskaya A.V.; Romanenko F. A. Massive ice beds of the eastern coast of the Chukchi Peninsula under climate change: some results of the 2014-2018 expeditions // Geophys. Res. Lett. 2018, 4, 30–43. (in Russian)
13. Farquharson L. M., Romanovsky V. E., Cable W. L., Walker D. A., Kokelj S. V., Nikolsky D. A. Climate change leads to widespread and rapid development of thermokarst in very cold permafrost in the Canadian high Arctic // Geophys. Res. Lett. 2019, 46, 6681-6689. (in English).
14. Nitze I., Grosse, G., Jones B. M., Romanovsky V. E., Boike J. Remote sensing quantifies widespread abundance of permafrost region disturbances across the Arctic and Subarctic // Nat. Commun. 2018, 9, 1–11. (in English).
15. Jorgenson M. T., Romanovsky V., Harden J., Shur Y., O'Donnell J., Schuur E. A., Kanevskiy M., Marchenko S. Resilience and vulnerability of permafrost to climate change // Can. J. For. Res. 2010, 40, 1219–1236. (in English).
16. MGEIK. Izmenenie klimata, 2014 g.: Obobshchayushchij doklad. Vklad Rabochih grupp I, II i III v Pyatyj ocenochnyj doklad Mezhpripravitel'svennoj gruppy ekspertov po izmeneniyu klimata [osnovnaya gruppa avtorov, R. K. Pachauri i L. A. Mejer (red.). MGEIK, ZHeneva, SHvejcarsiya. 163 s. (in Russian)
17. Smith L. C., Sheng Y., Macdonald G. M., Hinzman L. D. Disappearing Arctic lakes // Science. 2005. Vol. 308. No. 5727. 1429 p. (in English).
18. Lovelius N. V., Reteyum A. YU. Cikly solnechnoj aktivnosti v Arktike // Obshchestvo. Sreda. Razvitie. 2018. № 1. S. 128-130. (in Russian)
19. Global'naya sluzhba atmosfery (GSA) – Global Atmosphere Watch Programme (Elektronnyj resurs. URL: <https://public.wmo.int/.../programmes/global-atmosphere-watch-programme> (data obrashcheniya: 16.06.2018). (in Russian)
20. Markov K. K., Dobrodeev O. P., Simonov YU. G., Suetova I. A. Vvedenie v fizicheskuyu geografiyu. M.: Vysshaya shkola, 1973. 184 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 20.09.2022 г.

УДК 504.61.054(470.23-25) + 614.7

С. М. Клубов^{1,2}
В. Ю. Третьяков^{2,3}
В. В. Дмитриев³

Особенности поступления биогенных элементов с водосборного бассейна городской реки (на примере р. Волковки Санкт-Петербурга)

¹ ГБУ ДО ДТ «У Вознесенского моста» Адмиралтейского района Санкт-Петербурга, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: klubov_stepan@mail.ru

² ФГОУ ВО Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: v_yu_tretyakov@mail.ru

³ ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

e-mail: vasily-dmitriev@rambler.ru

Аннотация. При определении объёмов поступления загрязняющих веществ в городские реки часто переоценивается такой источник поступления загрязняющих веществ как сточные воды и недооценивается поверхностный сток. В статье приведены результаты расчёта величины поступления соединений азота и фосфора с поверхностным стоком и сточными водами в реку Волковку Санкт-Петербурга в 2017-2021 годах. По результатам исследования установлено, что лишь около одной пятой этой величины поступает со сточными водами. Большая часть этих биогенных элементов поступает с поверхностным стоком с водосборного бассейна.

Ключевые слова: загрязнение малых рек, сточные воды, поверхностный сток.

Введение

Проблема загрязнения городских рек в крупных агломерациях, подобных Санкт-Петербургу является актуальной и часто обсуждаемой в научных публикациях. Основными источниками загрязнения рек являются сточные воды, поверхностный сток и воды притоков. Часто в качестве основной причины загрязнения городских рек рассматривают сточные воды [1]. Однако это не всегда так. В городах поверхностный сток аккумулирует большие массы загрязняющих веществ и биогенных элементов. При этом он, в отличие от сточных вод, не подвергается очистке. Основной причиной недооценки вклада поверхностного стока является отсутствие простой и унифицированной методики оценки поступления субстанций в его составе [2].

Цель исследования – определение основного источника поступления азота и фосфора с поверхностным стоком и сточными водами в реку Волковку в 2017-2021 годах.

Материалы и методы

Малая река Волковка – это одна из самых загрязненных рек Санкт-Петербурга [3]. Река протекает на юге города. Её водосборный бассейн включает сельскохозяйственные угодья, пустыри, зоны промышленных предприятий, районы многоэтажной жилой застройки, зоны зелёных насаждений, кладбища. Протяженность реки – чуть более 15 км [4]. В неё осуществляется более 100 выпусков. Исследование Волковки позволяет оценить характерные объёмы поступления азота и фосфора с поверхностным стоком и сточными водами в малые реки урбанизированных территорий.

На реке Волковке, как и на большинстве малых рек Санкт-Петербурга, отсутствуют створы регулярных наблюдений ФГБУ «Северо-западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [5]. В качестве источника гидрохимической информации о качестве воды в р. Волковке, как приемнике сточных вод, нами использованы данные регулярных наблюдений ГУП «Водоканал СПб». Створы предприятия расположены в нижнем и верхнем течении реки (рис. 1). Данные регулярных наблюдений ГУП «Водоканал СПб» за качеством воды в р. Волковке, данные об объёмах и химическом составе сбрасываемых сточных вод в реку в 2017-2021 гг. были предоставлены Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга. Для определения среднегодового расхода воды в р. Волковке в 2018-2020 гг. нами был проведён ряд измерений расхода методом поверхностных поплавков. Также были использованы данные монографии Р.А. Нежиховского [6].

Для выявления вклада сточных вод и загрязненного поверхностного стока в загрязнение р. Волковки была определена масса поступивших азота и фосфора в составе сточных вод и поверхностного стока с водосбора (рис. 1).

Масса сбрасываемого загрязняющего вещества, поступающего в водный объект со сточными водами за квартал года, рассчитывается по формуле 1 [7]:

$$M_k = C_{ск} \cdot V_k / 1000 \quad (1)$$

Здесь M_k – масса сбрасываемого загрязняющего вещества за квартал в тоннах, $C_{ск}$ – среднеквартальная концентрация загрязняющего вещества (г/м^3), V_k – суммарный за год объём сбрасываемых сточных вод (тысяч м^3). Для определения массы субстанции, поступившей в водный объект за год, суммируются величины поступления субстанции (M_k) за все четыре квартала.

Масса сбрасываемого загрязняющего вещества, поступающего в водный объект с дождевым или талым стоком, а также поливочными водами, рассчитывается по формуле 2 [7]:

$$M_d(M_T)(M_M) = C_d(C_T)(C_M) \cdot W_d(W_T)(W_M) / 1000 \quad (2)$$

Здесь $M_d(M_T)(M_M)$ – массы поступающего загрязняющего вещества в составе талых, дождевых и поливочных вод в тоннах, $C_d(C_T)(C_M)$ – концентрации загрязняющего вещества в этих водах (г/м^3), $W_d(W_T)(W_M)$ – объёмы стока дождевых, талых и поливочных вод (тысяч м^3).

Расчет поверхностного стока за год производится по формуле 4 [7]:

$$M_{\Pi} = M_d + M_T + M_M \quad (3)$$

Объёмы поступающих в реку дождевых, талых и поливочных вод вычислялись в соответствии с рекомендациями ФГУП «НИИ ВОДГЕО» [7]. Расчет поступающих дождевых и талых вод выполнялся по формуле 4 [7]:

$$W_d(W_m)=10h_d(h_m)\psi_d(\psi_m)F \quad (4)$$

Здесь $W_d(W_m)$ – объём дождевых или талых вод в тыс. м³, $h_d(h_m)$ – слой осадков за тёплый или холодный период года в мм в соответствии с фактическими климатическими данными [8], $\psi_d(\psi_m)$ – общий коэффициент стока в соответствии с таблицей 1, F – площадь стока в гектарах.

Расчет поступающих поливомоечных вод производился по формуле 5 [7]:

$$W_m=10mk\psi_mF_m \quad (5)$$

Здесь W_m – общий годовой объём поливомоечных вод в тыс. м³, m – удельный расход воды на одну мойку, k – среднее количество моек в году, ψ_m – коэффициент стока для поливомоечных вод.

Доля поступления азота или фосфора в реку Волковку со сточными водами определялась по формуле 6:

$$P = (\sum M_k / (\sum M_k + M_{\text{п}})) * 100 \quad (6)$$

Здесь P – доля (в %) азота или фосфора, поступающего в реку Волковку со сточными водами от его суммарного поступления, $\sum M_k$ – масса субстанции, поступившей со сточными водами за год в тоннах, $M_{\text{п}}$ – масса субстанции, привносимой в р. Волковку с поверхностным стоком в тоннах.

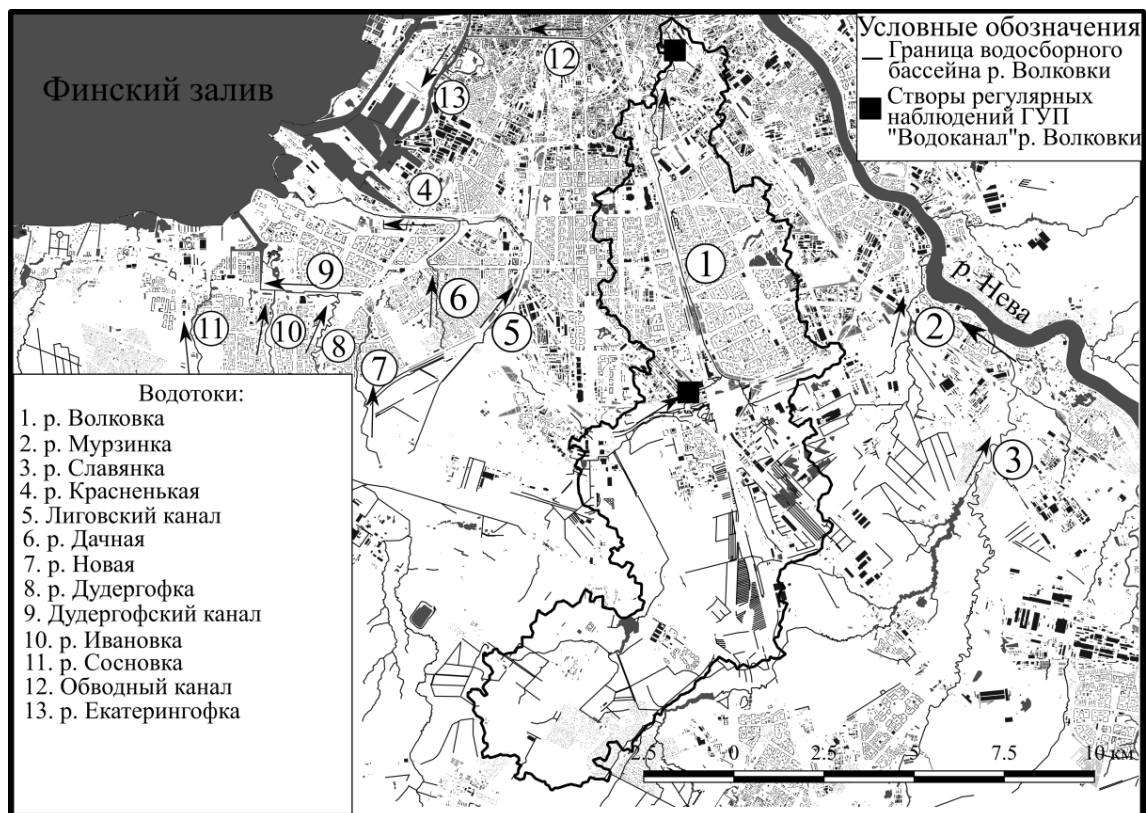


Рис. 1. Карта-схема водосборного бассейна реки Волковки в Санкт-Петербурге

Составлено авторами

Для расчётов величин поступления этих биогенных элементов с водосборного бассейна реки Волковки по формулам 2-5 нами с помощью геоинформационного моделирования впервые были определены границы её водосборного бассейна. Водосборный бассейн реки Волковки был выделен на

основании находящейся в свободном доступе цифровой модели рельефа ASTER [9], содержащей искажения, вызванные отражением радиолокационного сигнала от крыш зданий, сооружений и т.д. Исходный растр высот цифровой модели рельефа был преобразован в матрицу истинных высот поверхности с использованием инструментов QGIS и карты высот поверхности Санкт-Петербурга. Для этого были выделены ячейки растра, целиком расположенные на поверхности рельефа, и преобразованы в точечные объекты. Затем была выполнена интерполяция высоты рельефа между точками его истинных значений с генерацией матрицы высот без искажений. Обработка этой матрицы далее осуществлялась в среде ArcGIS. На матрице высот с использованием инструмента «Fill» были заполнены локальные понижения. Затем были определены линии стока с использованием инструмента «Flow direction». С помощью инструмента «Watershed» был выделен водосбор реки Волковки, далее преобразованный в полигональный векторный слой (рис. 1).

Для определения площадей различных типов подстилающей поверхности на водосборе р. Волковки была выполнена классификация с обучением в ГИС QGIS. Был использован мультиспектральный снимок со спутника Sentinel-2 за 25 июня 2020 года (безоблачная сцена T35VPG), загруженный с сайта геологической службы США [9]. Для дешифрирования различных классов подстилающей поверхности был создан композитный растровый слой по данным красного, зелёного и ближнего инфракрасного каналов.

Классификация с обучением была выполнена с помощью модуля QGIS «Dzetsaka classification dock», затем классифицированный растр был векторизован. В среде QGIS были вычислены суммарные площади различных типов поверхности в пределах водосбора р. Волковки, а также их доли в общей площади водосбора (таблица 1).

Результаты и обсуждение

С 2017 по 2021 год доли поступления азота и фосфора со сточными водами в общем объёме поступления этих биогенных элементов с водосборного бассейна реки Волковки увеличились с 14-16 % до 21-22 %, но эти доли не превышают 25 % (рис. 2).

Рисунок 2 показывает, что в 2017 году доли поступления форм азота и фосфора со сточными водами были самыми низкими за весь период наблюдений. Вероятно, это вызвано тем, что 2017 год характеризовался максимальным количеством атмосферных осадков за этот период времени (рис. 3).

Выводы

По результатам исследования установлено, что доли поступления азота и фосфора со сточными водами с водосбора р. Волковки в 2017-2021 гг. составляли около 20 % от суммарной величины поступления этих биогенных элементов в р. Волковку. При этом имела место незначительная межгодовая изменчивость этих долей. Вероятно, эти колебания были вызваны изменчивостью годовой суммы атмосферных осадков. Большее количество осадков, поступающих на водосборный бассейн реки, увеличивает количества азота и фосфора, поступающих в реку в составе поверхностного стока. И наоборот, снижение

объёма атмосферных осадков приводит к снижению величины суммарного поступления азота и фосфора с поверхностным стоком.

По результатам наших исследований именно поверхностный сток с водосборного бассейна является основным источником поступления азота и фосфора в реку Волковку. Разумеется, сточные воды также являются важным источником поступления азота и фосфора, но их доля составляет лишь около 20 % от общего поступления этих биогенных элементов со сточными водами и поверхностным стоком.

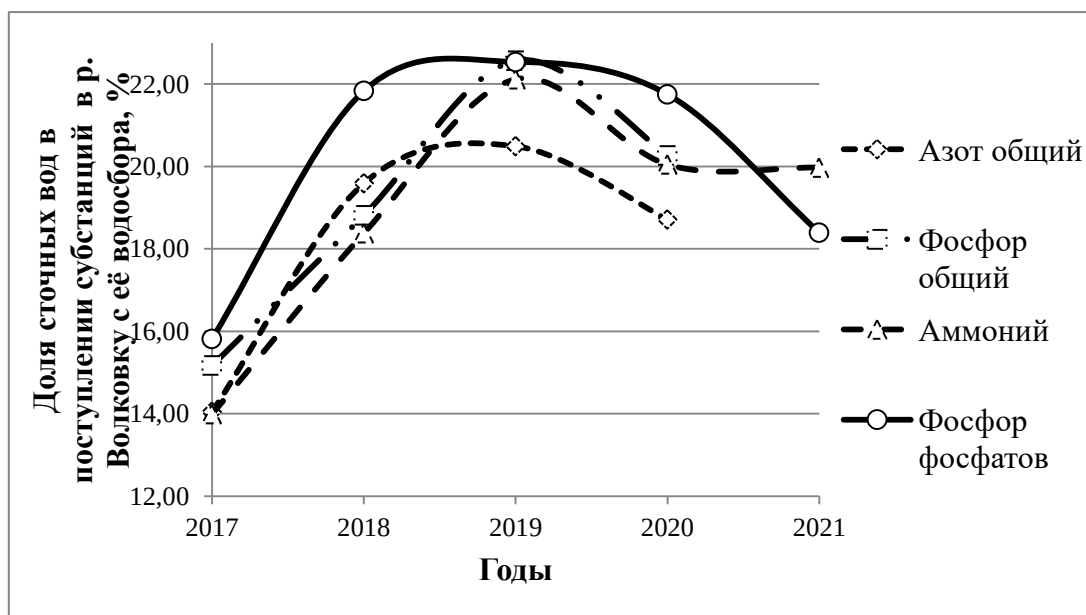


Рис. 2. Динамика доли поступления форм азота и фосфора в р. Волковку со сточными водами с её водосбора

Составлено авторами

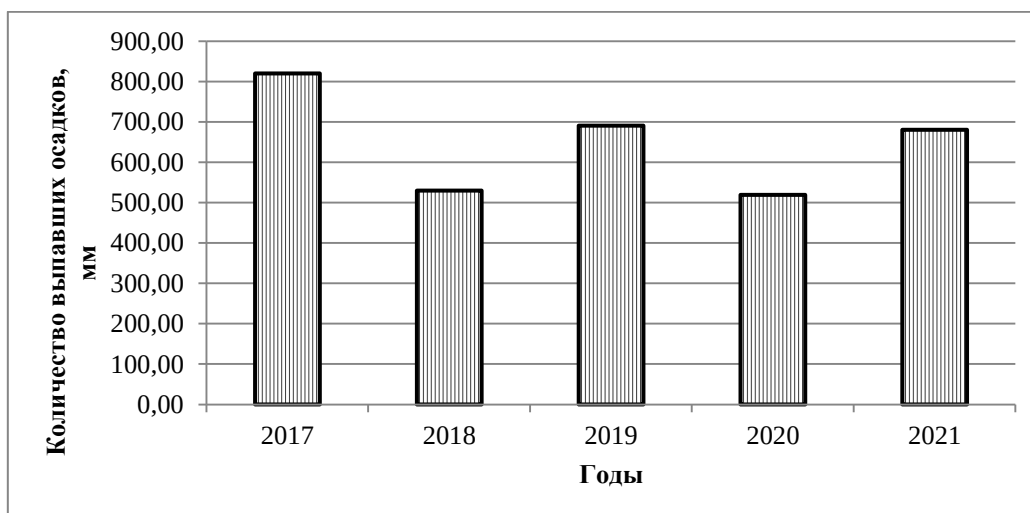


Рис. 3. Ежегодное количество осадков в 2017-2021 гг.

Составлено по [8]

Литература

1. Справочник по гидрохимии, под ред. А. М. Никанорова, Л.: Гидрометеиздат, 1989. 390 с.
2. Кондратьев С. А. Оценка биогенной нагрузки на Финский залив Балтийского моря с российской части водосбора // Водные ресурсы. 2011. Т. 38. №1. С. 56-64.
3. Клубов С. М., Третьяков В. Ю. Оценка загрязнённости вод рек Санкт-Петербурга с использованием отчетных материалов ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2019. Т.5(71). №3. С. 160-174.
4. Клубов С. М., Третьяков В. Ю. Оценка пространственного распределения загрязнения реки Волковки // Метеорологический вестник. 2018. Т. 10. №1. С. 12-30.
5. Серебрицкий И. А., Григорьев И. А. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2017 году. СПб: Сезам-принт, 2018. 448 с.
6. Нежиховский Р. А. Река Нева и Невская губа. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 84 с.
7. Швецов В. Н. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий. М.: Издательство ВСТ, 2006. 57 с.
8. Погода и климат [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=26063>.
9. Сайт геологической службы США [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

S. M. Klubov^{1,2}

V. Yu. Tretyakov^{2,3}

V. V. Dmitriev³

Features of the receipt of biogenic elements from the catchment basin of the urban river (on the example of the Volkovka River of Saint Petersburg)

¹ GBU DO DT "At the Voznesensky Bridge" Admiralteysky district of St. Petersburg

e-mail: klubov_stepan@mail.ru

² Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

e-mail: v_yu_tretyakov@mail.ru

³ St. Petersburg State University, St. Petersburg

e-mail: vasiliiy-dmitriev@rambler.ru

Abstract. Usually scientists do not pay enough attention to the flow of nutrients with surface runoff into urban rivers. They overestimate the danger of income of nutrients with wastewater. The paper presents results of evaluation of the total nitrogen and phosphorus income with the surface runoff and the wastewater into the Volkovka River of St. Petersburg in 2017-2021. According to the results, the income of the biogenic elements into the Volkovka River with wastewater is equal to about 20 % of the total intake. The bulk of the substances enters the Volkovka River with the surface runoff from the catchment area.

Keywords: water pollution small rivers, wastewater, runoff

References

1. Spravochnik po gidrokhimii, pod red. A.M. Nikanorova, L.: Gidrometeoizdat, 1989. 390 s. (In Russian)
2. Kondrat'ev S. A. Ocenka biogennoj nagruzki na Finskij zaliv Baltijskogo morya s rossijskoj chasti vodosbora // Vodny'e resursy. 2011. T. 38. №1. S. 56-64. (In Russian)
3. Klubov S. M., Tret'yakov V. Yu. Ocenka zagryaznyonosti vod rek Sankt-Peterburga s ispol'zovaniem otchetny'x materialov GUP «Vodokanal Sankt-Peterburga» // Ucheny'e zapiski Kry'mskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2019. T.5(71). №3. s. 160-174. (In Russian)
4. Klubov S. M., Tret'yakov V. Yu. Ocenka prostranstvennogo raspredeleniya zagryazneniya reki Volkovki // Meteorologicheskij vestnik. 2018. T. 10. №1. S. 12-30. (In Russian)
5. Serebriczkiy I. A., Grigor'ev I. A. Oxrana okruzhayushhej. sredy, prirodopol'zovanie i obespechenie e'kologicheskoy bezopasnosti v Sankt-Peterburge v 2017 godu. SPb: Sezam-print, 2018. 448 s. (In Russian)
6. Nezhixovskij R. A. Reka Neva i Nevskaya guba. L.: Gidrometeoizdat, 1981. 84 s. (In Russian)
7. Shveczov V. N. Rekomendacii po raschetu sistem sbora, otvedeniya i ochistki poverxnostnogo stoka s selitebny'x territorij. – M.: Izdatel'stvo VST, 2006. 57 s. (In Russian)
8. Pogoda i klimat URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=26063> (In Russian)
9. Sajt geologicheskoy sluzhby` SShA URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Поступила в редакцию 10.10.2022 г.

УДК 504.45:551.48

И. И. Кучменова

Изменения гидрохимического режима воды основных рек Кабардино-Балкарского высокогорного природного заповедника

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,
г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика
e-mail: ira_kuchmenova@mail.ru

Аннотация: В данной статье приведены результаты анализа гидрологических и гидрохимических данных по основным рекам заповедника с 2008 по 2017 гг., произведена систематизация данных и выявлена связь концентраций суммы ионов, ионов кальция и гидрокарбонатных ионов с расходами воды. Для анализа изменения гидрохимического режима рек использованы данные по трем пунктам за 10 лет наблюдений.

В период половодья сумма ионов на реках Черек Балкарский, Черек Безенгийский и Чегем изменяется от 41 до 78 мг/дм³, в межень сумма ионов колеблется от 88 до 148 мг/дм³. Таким образом, по химическому составу вода рек относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция.

Гидрохимический режим рек Чегем, Черек Балкарский и Черек Безенгийский характеризуется связью $C = f(Q)$, которая для Σ ионов ($R^2 = 0,73$) и гидрокарбонатных ионов ($R^2 = 0,72$) является наиболее тесной. Концентрация главных ионов в речных водах имеет обычно тенденцию к уменьшению с ростом расходов воды в реках.

Ключевые слова: Чегем, Черек Балкарский, Черек Безенгийский, мониторинг, главные ионы, расход воды.

Введение

Изучение гидрологического и гидрохимического режима рек Кабардино-Балкарского государственного высокогорного заповедника является актуальной задачей в связи с тем, что в высокогорной части водосборов рек Чегем, Черек-Балкарский и Черек Безенгийский нет антропогенного воздействия и гидрохимический режим этих рек можно считать условно фоновым [1].

В данной статье приведены результаты анализа гидрологических и гидрохимических данных по основным рекам заповедника с 2008 по 2017 гг., произведена систематизация данных и выявлена связь концентраций суммы ионов, ионов кальция и гидрокарбонатных ионов с расходами воды. Для анализа изменения гидрохимического режима рек использованы данные по трем пунктам за 10 лет наблюдений.

Материалы и методика исследований

Материалом для исследования послужили данные мониторинга поверхностных вод на территории ФГБУ «Кабардино-Балкарский государственный природный высокогорный заповедник» и данные наблюдений по гидрологическим постам Кабардино-Балкарского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Проанализированы данные по расходам, минерализации и ионному составу

Изменения гидрохимического режима воды основных рек Кабардино-Балкарского высокогорного природного заповедника

воды в створах гидрологических постов на р. Чегем – с. Н.Чегем, р. Черек Балкарский – с. Бабугент и р. Черек Безенгийский – с. Бабугент.

Реки Чегем, Черек Балкарский и Черек Безенгийский протекают на территории Кабардино-Балкарского высокогорного природного заповедника. Река Чегем представлена отрезком своего течения от истока протяженностью 8 км, со своими составляющими р. Башиль-Аузусу и р. Гара-Аузусу 14 и 15 км [2], соответственно. Река Черек Балкарский 25 км, с составляющими р. Дыхсу (4,8 км) и р. Карасу (10,8 км) [3]. Река Черек Безенгийский 14 км [4] и её правый приток р. Мижирги 2,4 км. На указанных реках пункты отбора проб воды представлены на рис. 1.

Целью работы является описание характера изменений расходов воды и среднемноголетних концентраций ионного состава в воде главных рек Кабардино-Балкарского государственного высокогорного заповедника.

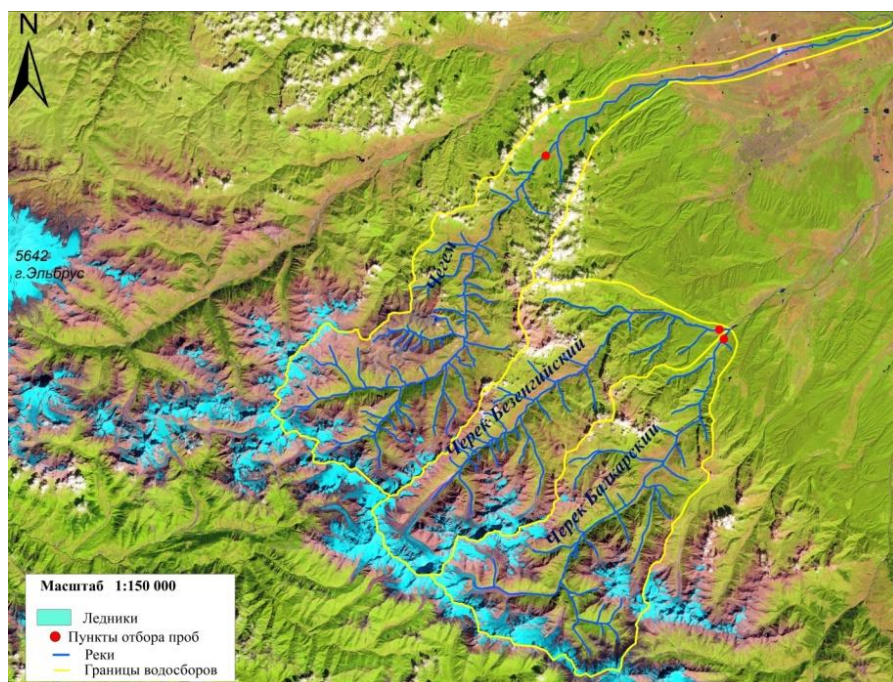


Рис. 1. Пункты отбора проб воды на р. Черек Балкарский, р. Черек Безенгийский и р. Чегем

Составлено авторами

Результаты и их обсуждение

Важнейшим фактором формирования химического состава поверхностных вод и режима его внутреннего изменения является водный режим рек. Исследуемые реки расположены в соседних долинах и имеют схожие характеристики годового стока. По классификации водного режима Б.Д. Зайкова исследуемые реки относятся к тянь-шаньскому типу [5]: невысокое растянутое половодье ледникового генезиса, в зимний период – неосложненная паводками межень, обусловленная грунтовым питанием.

Внутригодовое изменение стока на исследуемых реках имеет схожий характер: малые значения стока в меженный период с ноября по март, обусловленное исключительно грунтовым питанием, плавное по мере возрастания темпа таяния ледников увеличение стока до максимального значения в июле – августе, уменьшение величины стока к ноябрю с падением температуры воздуха и уменьшением интенсивности таяния ледников (рис. 2).

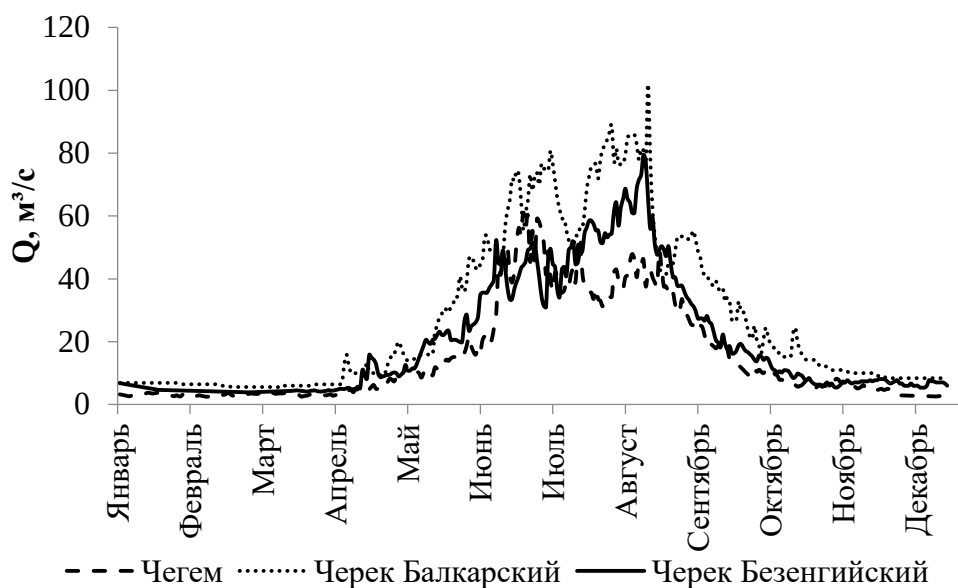


Рис. 2. Характерные гидрографы для р. Чегем, р. Черек Балкарский, р. Черек Безенгийский

Составлено авторами

В период половодья сумма ионов на исследуемых реках изменяется от 41 мг/дм³ до 78 мг/дм³. В период межени сумма ионов колеблется от 88 мг/дм³ до 148 мг/дм³. Максимальные значения суммы ионов характерны для всех рек в период зимней межени: р. Чегем (148 мг/дм³) в 2017 г., р. Черек Балкарский (132 мг/дм³) в 2011 г., р. Черек Безенгийский (122 мг/дм³) в 2008 г. и 2011 г. Минимальные значения суммы ионов характерны для исследованных рек в период осенне-летнего половодья: р. Чегем (41 мг/дм³) в 2011 г., р. Черек Балкарский (73 мг/дм³) в 2013 г., р. Черек Безенгийский (74 мг/дм³) в 2014 г. (рис. 3).

Соотношение $C_{\max}/C_{\min}$ для изучаемых рек в период с 2008 по 2017 гг. колеблется от 1,2 до 3,6. Максимальные значения $C_{\max}/C_{\min}$ характерны для р. Чегем и р. Черек Балкарский, притоки которых в летний период имеют ледниковое питание. Минимальные значения $C_{\max}/C_{\min}$ характерны для р. Черек Безенгийский, это можно объяснить тем, что в значительной части притоков Черек Безенгийского в течение всего года преобладает подземное питание.

Для исследуемых рек средний ионный состав воды в период с 2008 по 2017 гг. изменяется в следующих пределах: ионы кальция 15 – 18 мг/дм³, ионы магния 2 – 4 мг/дм³, гидрокарбонатные ионы 53 – 54 мг/дм³, сульфатные ионы 10 – 16 мг/дм³, хлоридные ионы 0,2 – 1,6 мг/дм³.

Наиболее тесные обратные связи для исследуемых рек наблюдаются в зависимости концентраций суммы ионов, гидрокарбонатных ионов и ионов кальция с расходами воды. Наиболее тесные связи $C = f(Q)$ характерны для Σ ионов и HCO_3^- (рис. 4). Концентрация суммы ионов, гидрокарбонатных ионов и ионов кальция имеет обычно тенденцию к уменьшению с ростом расходов воды в реках.

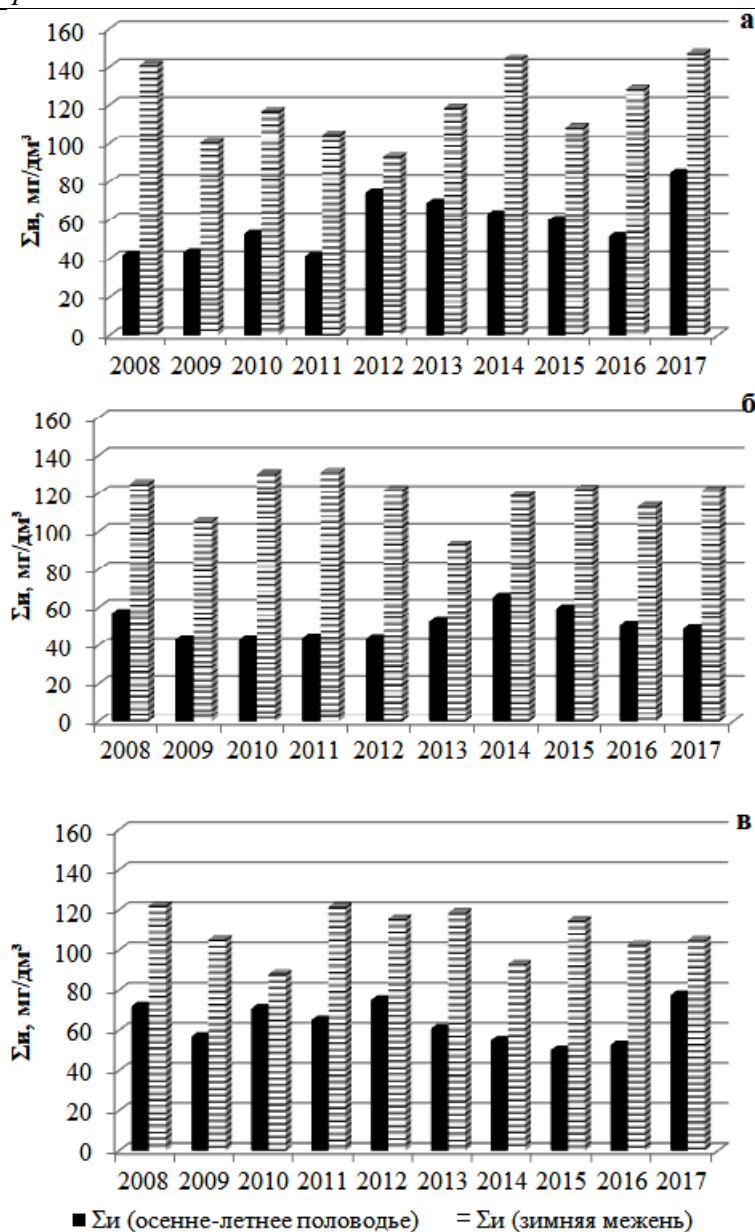


Рис. 3. Изменение значений суммы ионов с 2008 по 2017 гг. в разные фазы водного режима для р.Чегем (а); р.Черек Балкарский (б); р.Черек Безенгийский (в)

Составлено авторами

Выводы

В период половодья сумма ионов на реках Черек Балкарский, Черек Безенгийский и Чегем изменяется от 41 до 78 mg/dm^3 , в межень сумма ионов колеблется от 88 до 148 mg/dm^3 . Таким образом, по химическому составу вода рек относится к гидрокарбонатному классу, группе кальция.

Гидрохимический режим рек Чегем, Черек Балкарский и Черек Безенгийский характеризуется:

– тесными связями $C = f(Q)$, которые могут аппроксимироваться линейными уравнениями вида: $\Sigma_{ионов} = -1,81x + 123$ ($R^2=0,73$), $\text{HCO}_3^- = -1,27x + 79$ ($R^2=0,72$), $\text{Ca}^{2+} = -0,28x + 22$ ($R^2=0,54$);

– концентрация главных ионов в речных водах имеет обычно тенденцию к уменьшению с ростом расходов воды в реках.

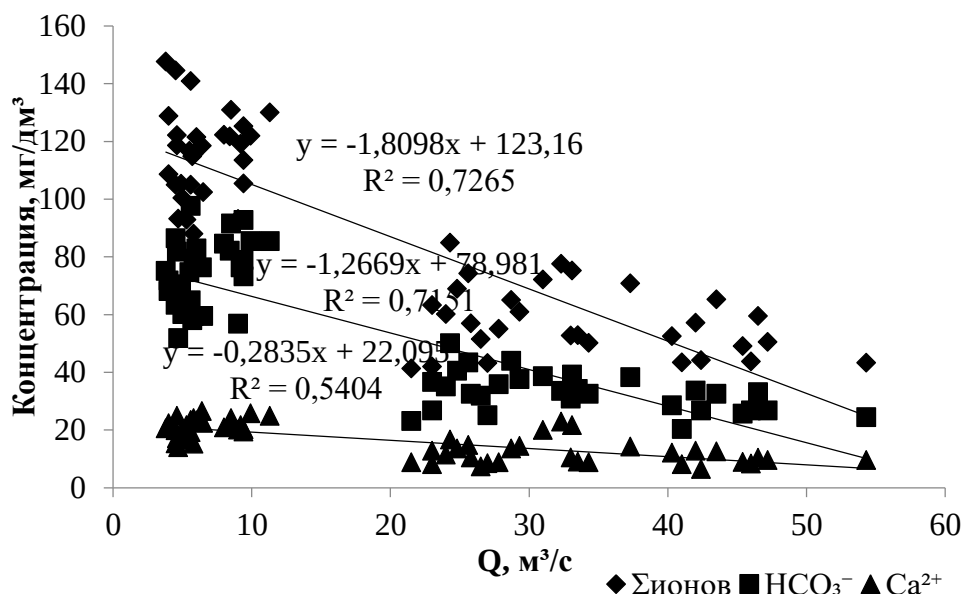


Рис. 4. Общие изменения тесноты связи Σ ионов, гидрокарбонатных ионов, ионов кальция с расходами воды для р.Чегем, Черек Балкарский и Черек Безенгийский в период осенне-летнего половодья и зимней межени за 2008 – 2017 гг.

Составлено авторами

Литература

1. Кучменова И. И., Фролова Н. Л., Газаев Х.-М. А., Кондратьева Л. Е., Атабиева Ф. А. Обобщение результатов многолетних исследований по изучению основных показателей качества воды рек на территории Кабардино-Балкарского заповедника // Вода; химия и экология, № 10-12, 2018. С. 109-118.
2. Газаев Х.-М. М., Атабиева Ф. А., Кучменова И. И., Жинжакова Л. З. Пространственно-временная изменчивость гидрохимических показателей ледниковой реки Чегем // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2015. № 4. С. 36 – 44.
3. Газаев Х.-М. М., Атабиева Ф. А., Кучменова И. И., Жинжакова Л. З. Гидролого-гидрохимические характеристики ледниковой реки Черек Балкарский // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2016. № 5. С. 35-48.
4. Газаев М. А., Атабиева Ф. А., Кучменова И. И., Жинжакова Л. З. Особенности формирования химического состава воды ледниковой реки Черек Безенгийский // Вода: Химия и Экология. 2016. №3. С. 73-76.
5. Панов В. Д., Базелюк А. А., Лурье П. М. Река Терек. Гидрография и режим стока // Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2015. 607 с.

I. I. Kuchmenova

Changes in the hydrochemical regime of water in the main rivers of the Kabardino-Balkar High Mountain Nature Reserve

High-mountain Geophysical Institute, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russian Federation
e-mail: ira_kuchmenova@mail.ru

Abstract: This article presents the results of the analysis of hydrological and hydrochemical data on the main rivers of the reserve from 2008 to 2017, systematized the data and revealed the relationship between the concentrations of the sum of ions, calcium ions and hydrocarbonate ions with water discharges. To analyze changes in the hydrochemical regime of rivers, data were used at three points over 10 years of observations.

During the flood period, the amount of ions on the rivers Cherek Balkarsky, Cherek Bezengiysky and Chegem varies from 41 to 78 mg/dm³, during low water the amount of ions ranges from 88 to 148 mg/dm³. Thus, according to the chemical composition, the water of the rivers belongs to the hydrocarbonate class, the calcium group.

The hydrochemical regime of the Chegem, Cherek Balkar and Cherek Bezengi rivers is characterized by the relationship $C = f(Q)$, which is the closest for Σ ions ($R^2 = 0,73$) and hydrocarbonate ions ($R^2 = 0,72$). The concentration of the main ions in river waters usually tends to decrease with increasing water flow in rivers.

Keywords: Chegem, Cherek Balkarsky, Cherek Bezengiskiy, monitoring, main ions, water consumption.

References

1. Kuchmenova I. I., Frolova N. L., Gazaev H.-M. A., Kondrat'eva L. E., Atabieva F. A. Obobshchenie rezul'tatov mnogoletnih issledovanij po izucheniyu osnovnyh pokazatelej kachestva vody rek na territorii Kabardino-Balkarskogo zapovednika // Voda; himiya i ekologiya, № 10-12, 2018. S. 109-118 (In Russian)
2. Gazaev H.-M. M., Atabieva F. A., Kuchmenova I. I., ZHinzhakova L. Z. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' gidrohimicheskikh pokazatelej lednikovoj reki CHEgem // Vodnoe hozyajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie. 2015. № 4. S. 36 – 44 (In Russian)
3. Gazaev H.-M. M., Atabieva F. A., Kuchmenova I. I., ZHinzhakova L. Z. Gidrologo-gidrohimicheskie harakteristiki lednikovoj reki CHErek Balkarskij // Vodnoe hozyajstvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie. 2016. № 5. S. 35-48. (In Russian)
4. Gazaev M. A., Atabieva F. A., Kuchmenova I. I., ZHinzhakova L. Z. Osobennosti formirovaniya himicheskogo sostava vody lednikovoj reki CHErek Bezengiiskij // Voda: Himiya i Ekologiya. 2016. №3. S. 73-76 (In Russian)
5. Panov V. D., Bazelyuk A. A., Lur'e P. M. Reka Terek. Gidrografiya i rezhim stoka // Rostov-na-Donu: Donskoj izdatel'skij dom, 2015. 607 s. (In Russian)

Поступила в редакцию 10.09.2022 г.

УДК 556.536.2

Н. Н. Малышева
Е. Ф. Чебанова
В. А. Бабенко¹

Анализ динамики русловых деформаций в нижнем течении реки Кубань

ФГОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина», Краснодар,
Российская Федерация
e-mail: toriba12@mail.ru¹

Аннотация. Авторами проведено обследование русла Кубани от Краснодарского гидроузла до устья для выявления деформаций в нижнем течении реки и разработки мероприятий по их восстановлению. Выполнен ретроспективный анализ формирования деформаций берегов Кубани в нижнем течении реки; исследование гидрологического режима рукавов р. Кубань и р. Протока. Для регулирования потока в русле рекомендуется использовать комбинированные регуляционные сооружения, которые будут сочетать традиционные материалы с посадкой кустарников и деревьев.

Ключевые слова: русло, деформация, меандрирование, система обвалования, наводок, противопаводковая защита территории, сток реки, наносы.

Введение

На Нижней Кубани противоэрозионные и противопаводковые мероприятия имеют длительную историю и обусловлены угрозой подтопления населенных пунктов и прилегающих территорий, земель сельскохозяйственного назначения. В процессе освоения плавневой зоны, строительства мелиоративных систем инженерного типа для выращивания риса и культур рисового севооборота, строительство дамб обвалования носило стратегическое значение [1].

В нижнем течении реки Кубань делится на два рукава Протока и Кубань. Так как пропускная способность русла реки составляет не более 900-1000 м³/с, а рукавов Кубань и Протока около 500 м³/с и фактические расходы воды редко, но превышали 2000 м³/с и 800 м³/с, потребовалось строительство надежной системы обвалования.

Таблица 1

Попуски в нижний бьеф Краснодарского водохранилища
согласно правилам эксплуатации, м³/с

Обеспеченность по стоку	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
75%	718	434	516	219	87,3	140	174	129	72	80	140	279
95%	564	333	393	118	80	105	135	108	60	67	115	215

Составлено авторами

Данные таблицы показывают, что сбросные расходы в течение года варьируют с учетом нужд водопотребителей Нижней Кубани. максимальное

значение сброса в нижний бьеф Краснодарского водохранилища наблюдаются в мае $718 \text{ м}^3/\text{с}$ с началом поливного сезона на рисовых оросительных системах, минимальные – $72 \text{ м}^3/\text{с}$ в январе (санитарный расход).

После строительства Краснодарского водохранилища, которое зарегулировало русло Кубани, угроза наводнений и подтоплений территории западной зоны региона в нижнем течении водного объекта была минимизирована. В настоящее время максимальные расходы воды ниже Краснодарского гидроузла составляют порядка $1000 \text{ м}^3/\text{с}$ по рукавам Кубань - Протока на «Раздере» в пределах Тиховского вододелительного узла – порядка $500 \text{ м}^3/\text{с}$ [4].

Таким образом, водный режим не способствует промыву паводочного русла и на отдельных участках, оно постепенно заносится и зарастает древесной растительностью. В большей степени это наблюдается там, где развивался процесс незавершенного меандрирования, в различное время года он прерывается, когда снижаются попуски воды в нижний бьеф Краснодарского водохранилища (табл. 1).

Кроме того, помимо нормированных попусков из Краснодарского водохранилища, необходимо учитывать и паводковое явления, пик которых накладывается на таяние снега в горах в бассейне р. Кубань и, как правило, проходит в мае-июне, тем самым увеличивая приток в водохранилище. В этой связи для поддержания баланса указанного водного объекта, максимальные сбросы воды в нижний бьеф осуществляются максимальными сбросными расходами, которые достигают $1200 \text{ м}^3/\text{с}$ [3]. Эрозионные процессы в вершине излучины при этом усиливаются.

В настоящее время берега рек Кубань и Протока ниже Краснодарского водохранилища обвалованы практически по всей длине, как на правом берегу, так и на левом, и служат противопаводковой защитой территории. Но система дамб обвалования находится на стадии аварийности, что снижает их надежность при пропуске паводков, особенно в вегетационный период, когда расходы по рукавам реке Кубань максимальны в связи с орошением риса [2].

В этой связи целью работы является обследование русла реки Кубани от Краснодарского гидроузла до устья для выявления деформаций системы обвалования в нижнем течении реки и разработки мероприятий по их восстановлению.

Материалы и методы

Благодаря картографическому материалу разных годов съемок удалось провести анализ русловых деформаций на рукаве Протока, который идет от Тиховского гидроузла до устья. Этот материал был приведен к единому масштабу – 1:10000.

Основным материалом была судоходная карта реки Кубани от Азовского моря до станицы Усть-Лабинской, 1914 года издания в городе Санкт-Петербург. На эту карту накладывались лоцманские карты разных годов, а именно 1949, 1964 и 1985-х годов. Так же учтены материалы, где съемки проводились и позже 1985 года. Были определены особенности происходящий деформаций русла реки и скорости плановых деформаций на основе совмещения карт разных годов.

Результаты и обсуждение

Между двумя смежными излучинами реки, которые входят в перекат Гончаровский, расположен участок реки Протока в районе хутора Бараниковский. На нем протекают деформации русла по типу ограниченного меандрирования. В вершинах излучин наблюдаются наибольшие деформации русла реки и составляют до 3 – 4,5 м/год. Особенно часто эти деформации наблюдаются в районе водозабора на Петровско-Анастасиевской оросительной системе. Агрессивность потока обуславливает, размыв на этом участке, который прижимается к левому берегу, и конфигурацией головного сооружения водозабора, который в свою очередь способствует размыву защитной дамбы. Динамика русловых деформаций наблюдается со времен прошлого века (рис. 1).

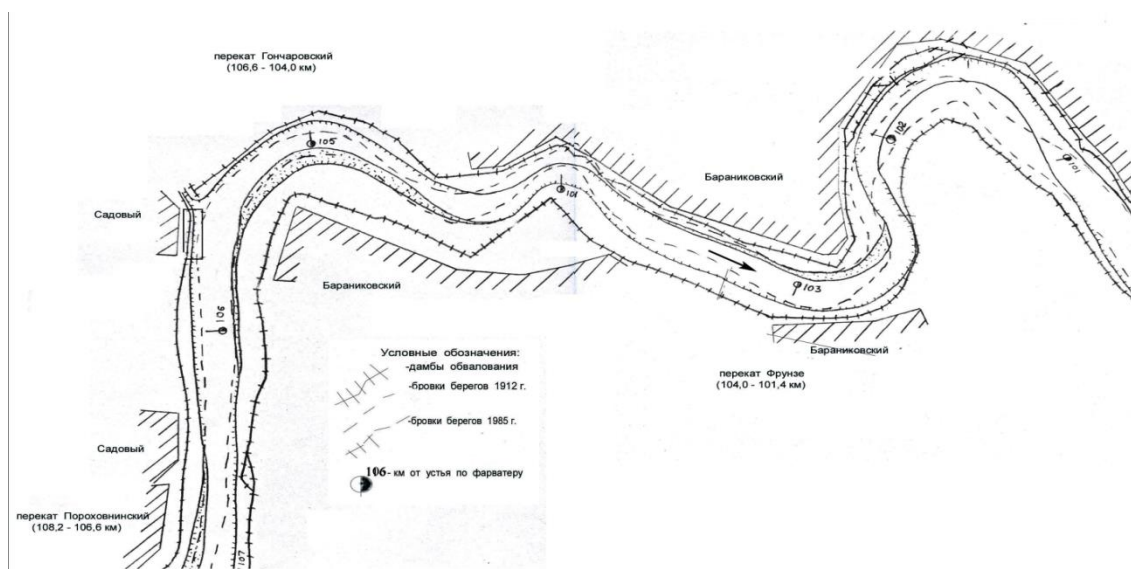


Рис. 1. Динамика русловых деформаций реки Протока
Составлено авторами

На исследуемом участке русловые деформации в основном заключаются в размыве берега в вершинах излучин. Также сюда можно отнести и внутрирусловые переформирования в пределах пойменных берегов. Знакопеременный характер носят высотные деформации, но эрозионные процессы превалируют над аккумуляторными. Интегральным показателем, происходящих в русле реки процессов, является изменение расходов воды и во времени кривых связи уровней [6].

Гидропост в городе Славянск-на-Кубани, после проведения ряда исследований и наблюдений, отметил постепенную посадку уровня воды, начиная с 1961 года, которая продолжается и в нынешнее время. За это продолжительное время наблюдений было выявлено, что величина отметок уровня при постоянном расходе воды достигла 2-3 сантиметров в год, общая величина составляет почти 1 метр. Весь этот процесс начался из-за открытия Гриневско-Артарского канала и уменьшения стока наносов вследствие строительства Краснодарского водохранилища. Но основную роль сыграли систематические выемки песка из русла Протоки и бифуркационные процессы у «Раздера».

К узлу разделения общего русла на главные дельтовые рукава можно условно отнести участки реки от 119 км до 116 км по реке Кубани и до 132 км – по Протоке (рис. 2).

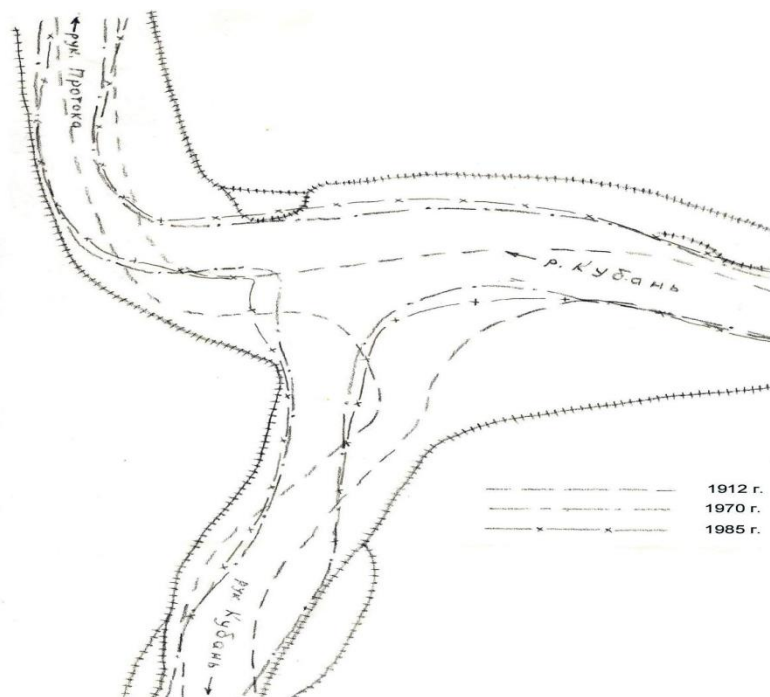


Рис. 2. Динамика русловых деформаций р. Кубань в «Раздерском» узле
Составлено авторами

Основная особенность плановых деформаций заключается в последовательном неуклонном смещении узла бифуркации русла вправо и некотором сползании вниз по Протоке [5]. Каждый узел разветвления проходит известный естественный цикл развития: зарождения, становления и отмирания. Каждый из этих этапов характерен определенным соотношением морфометрических характеристик. В частности, во время фазы отмирания на одном из рукавов происходят процессы формирования морфометрических элементов, которые характеризуют и способствуют его отмиранию, а именно, кос, побочней, перекатов и увеличения угла отклонения. Судя по этим показателям, рукав Кубань вступил в фазу отмирания. По лоцманским и топографическим картам разных лет проведен анализ плановых смещений русла реки Кубани на участке «Раздерского» узла за период 1911–1985 г.г. На совмещенных планах видно, что данный узел понемногу смещается в сторону правого рукава – Протоки. В течение 75 лет было замечено, что смещение русловых бровок в плане достигло более 150 метров. Происхождение этих процессов объясняется тем, что в ходе наблюдений было установлено постепенное, естественное нарастание левобережного побочня. Он расположен, примерно, в 100–650 метрах выше разделения русла реки Кубани на рукава [7].

Более интенсивному нарастанию побочня, в последние 30 лет, способствовало и то, что при прокладке судоходных прорезей в «Раздерском» узле складирование песка производилось в основном на левобережный побочень. Вновь намытый песок в течение нескольких лет закрепляется кустарником и

ивняком, при подъемах уровня здесь отлагаются наносы и, таким образом происходит дополнительное нарастание побочня по высоте, и он становится практически неразмываемым [4].

В результате искусственного и естественного нарастания левобережного побочня изменяется гидравлика потока в «Раздерном» узле и размываются правые берега рукавов. На рукаве Кубань правый берег размылся на 150 метров, на рукаве Протока на 100 метров. Правый берег основного русла Кубани размылся примерно на 160 метров.

На сегодняшний день рукав Кубань отделяется от основного русла под углом, примерно равным, 275° . К такому значению привели плановые деформации русла Кубани в узле. Но стоит отметить, что в 1911 году этот угол составлял примерно 250° , а значит в Протоке угол был равен 230 и 220° .

К глубинным деформациям приводили такие виды работ, как дноуглубительные, русловыпрямительные и карьерные. Так если еще в 1971 г. средние глубины русла и наибольшие по стрелжню на рукаве Кубань были больше чем на Протоке, то уже в 1978 г. это соотношение начало меняться в пользу рукава Протока. Одновременный свал глубин к правому берегу и его переработка привели к интенсивному нарастанию побочня на основном русле Кубани, а также образованию побочня на рукаве Кубани. В это время, площадь живого сечения наращивал рукав Протока. Это происходило, в основном, за счет углубления русла, что естественно не могло не сказаться на перераспределении стока воды в пользу Протоки. Проведенные ранее исследования и наблюдения русловых деформаций на Нижней Кубани показали, что глубинные деформации на 40 % за счет осветленного потока и на 60 % зависят от углубления русла благодаря выборки песка на строительные нужды. По предположительным данным Кубанского речного пароходства, с 1978 года и по 1990 год, из русел рек Кубани и Протоки ниже, было извлечено почти 9 млн. м^3 песка.

Из рукава Кубань такие выборки осуществлялись на участке ст. Троицкая – ст. Варениковская, а в русле рукава Протока на участке от «Раздер» до ст. Гривенская, причем из Протоки была добыта большая часть. Простой расчет показывает, что только за счет этой выборки средняя величина понижения уровня на участке составляет 0,64 метра, при общей около 1 метра.

Таким образом, в процессе исследований выявлены участки, на которых дамбы обвалования находятся в аварийном состоянии и наблюдаются процессы их разрушения. Водооградительные валы, на отдельных участках, находятся достаточно близко от кромки берегов (или даже уже сами стали кромкой). По этой причине валы во время очередного паводка могут разрушиться. Но процесс разрушения продолжался даже после того, как на таких участках строили обходные валы, в результате чего их образовалось по 3 линии. На таких участках целесообразно выполнить комплекс защитных мероприятий.

Заключение

Основными причинами, влияющие на интенсивность разрушения берегов реки, можно считать строительство крупных, регулирующих гидроузлов, изменивших свой водный режим реки и способствующих сокращению стока наносов и естественные деформации русла реки, которые протекают в условиях осветленного потока. Это заключение было выявлено в ходе анализа русловых

деформаций на реке Кубань в узле деления на рукава Кубань и Протока, а также в ходе проведения гидрологического режима.

Для защиты территорий от затопления начали строить дамбы обвалования на рукаве Протока. Так же устраивали обходные участки дамб на случай их подмыва. Долгое время эксплуатации дамб обвалования на защищаемой территории привело к тому, что за их пределами построились многочисленные гражданские объекты, такие как, мелиоративные, инженерные сети и населенные пункты. Проблема заключается в том, что возможности устройства обходных дамб без вреда и переноса этих объектов в настоящее время и в современных условиях просто нет.

Необходимость выполнения защитно-регуляционных мероприятий на этом участке, которые включают в себя береговое укрепление и руслорегулирование, обуславливается тем, что эти мероприятия защитят дамбу обвалования от размыва. Использование комбинированных регуляционных сооружений для регулирования потока поможет сочетать традиционные материалы, такие как камень и габионы, с посадкой деревьев и кустарников.

Литература

1. Авакян К. М., Агарков В.Д., Алексеенко Е.В., Андрусенко В.В. и др. Система рисоводства Краснодарского края. Краснодар, 2011. 340 с.
2. Деркачев С. В. Берегоукрепление и руслорегулирование река Протока вблизи х. Бараниковский // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. статей по материалам 72-й науч.- практ. конф. студентов по итогам НИР за 2016 год. Краснодар, 2017. С.121–124.
3. Деркачев С. В. Эколого-адаптивный подход как способ сохранения плодородия пахотных земель в низовьях Кубани // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. 2019. №2 (февраль). URL: <http://akademnova.ru/page/875550>.
4. Коробка А. Н., Орленко С. Ю., Алексеенко Е. В., Малышева Н. Н. и др. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. Краснодар, 2015. 352 с.
5. Овсепьян В. С., Чебанова Е. Ф. Биологический способ защиты берегов рек от размыва // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. статей по матер. IX Всеросс. конф. молодых ученых. Краснодар, 2016. С. 843-844.
6. Чебанова Е. Ф. Деформации русла реки Кубани между Краснодарским и Федоровским гидроузлами // «Наука в современном обществе: Закономерности и тенденции развития». Сборник ст. международной научно-практической конференции, 2017. С. 57-60.
7. Чебанова Е. Ф. Формирование стока наносов реки Кубани в нижнем бьефе Краснодарского гидроузла // Рыбохозяйственные и русловые гидротехнические сооружения: Сб. статей. Новочеркасск: Новочеркасский ордена «Знак Почета» инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова, 1988. С. 87-94.

N. N. Malysheva
E. F. Chebanova
V. A. Babenko¹

Analysis of the dynamics of channel deformations in the lower reaches of Kuban river

I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russian Federation

¹e-mail: toriba12@mail.ru

Abstract: *The authors conducted a survey of the channel of the Kuban from the Krasnodar hydroelectric complex to the mouth to identify deformations in the lower reaches of the river and develop measures for their restoration. A retrospective analysis of deformations of the Kuban river banks in the lower reaches was carried out; study of the hydrological regime of the branches of Kuban river and Protoka river. To regulate the flow in the channel, it is recommended to use combined regulation structures that will combine traditional materials with the planting of shrubs and trees.*

Keywords: *channel, deformation, meandering, embankment system, flood, flood protection of the territory, river flow, sediment.*

References

1. Avakyan K. M. Agarkov V. D., Alekseenko E. V., Andrusenko V. V. Rice growing system of the Krasnodar Territory - Krasnodar, 2011. 340 p. (in Russian).
2. Derkachev S. V. Bank protection and channel regulation of the Protoka River near x. Baranikovsky // Scientific support of the agro-industrial complex. - Sat. articles based on the materials of the 72nd scientific-pract. conf. students based on the results of research for 2016. Krasnodar, 2017. P.121 - 124. (in Russian).
3. Derkachev S. V. Ecological-adaptive approach as a way to preserve the fertility of arable land in the lower reaches of the Kuban // Academy of Pedagogical Ideas "Innovation". Series: Student Scientific Bulletin. 2019. No. 2 (February). URL: <http://akademnova.ru/page/875550> (in Russian).
4. Box A. N. The system of farming of the Krasnodar Territory on an agrolandscape basis. Krasnodar, 2015. 352 p. (in Russian).
5. Ovsepyan V. S., Chebanova E. F. Biological way to protect river banks from erosion // Scientific support of agro-industrial - Sat. articles on mater. IX All-Russian. conf. young scientists. 2016. S. 843-844. (in Russian).
6. Chebanova E. F. Deformations of the channel of the Kuban River between the Krasnodar and Fedorovsky hydroelectric facilities // "Science in Modern Society: Patterns and Development Trends". Sat. Art. international scientific and practical conference: 2 parts, 2017. P.57-60. (in Russian).
7. Chebanova E. F. Formation of sediment runoff of the Kuban River in the downstream of the Krasnodar hydroelectric complex // Fishery and channel hydraulic structures. - Sat. articles. State Agroindustrial Committee of the USSR; Novocherkassk Order "Badge of Honor" Engineering and Land Reclamation Institute. A.K. Kortunova, Novocherkassk, 1988, P.87-94. (in Russian).

Поступила в редакцию 28.09.2022 г.

УДК 502.4

М. Ю. Меньшакова¹
Р. И. Гайнанова²

Проблемы регулирования туристского потока на ООПТ на примере Мурманской области

ФГБОУ ВО «Мурманский арктический
государственный университет», г. Мурманск,
Российская Федерация

¹e-mail: dendrobium@yandex.ru

²e-mail: gaynanova@mail.ru

Аннотация. Развитие туризма рассматривается как один из инструментов интеграции ООПТ в социально-экономическое развитие регионов. Данный подход ставит задачу поиска баланса между рекреационным освоением и реализацией природоохранных функций ООПТ. Эффективным механизмом обеспечения устойчивого развития территорий является нормирование рекреационных нагрузок при развитии туристического потенциала с учетом специфики каждой ООПТ. В статье приведён анализ нормативно-правовой базы в сфере регулирования туристского потока, нормирования рекреационных нагрузок и определения рекреационной ёмкости природных территорий. Показано, что значимость устойчивого развития туризма и рекреации отражена в законодательстве о туристской деятельности, в сфере лесных отношений и ООПТ. Установлено, что методические подходы для определения рекреационной ёмкости разработаны преимущественно для территорий, расположенных в лесной зоне РФ, что ограничивает возможности их применения для наиболее аттрактивных ООПТ Мурманской области с горными и тундровыми ландшафтами. Регулирование рекреационных нагрузок в Арктической зоне требует разработки адаптированных методик определения рекреационной ёмкости с учетом соответствующих типов ландшафтов.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории (ООПТ), регулирование, устойчивое развитие, экологический туризм, рекреационная нагрузка, рекреационная ёмкость, природный парк.

Введение

В Российской Федерации устойчивое развитие регионов все чаще связывают с развитием внутреннего туризма. Наиболее актуально это для тех регионов, в которых социально-экономическое развитие обеспечивалось за счет функционирования узко специализированных промышленных предприятий, зачастую являющихся градообразующими. Спад производства или закрытие таких предприятий становятся критическими факторами для экономического положения таких муниципалитетов. В Мурманской области действует целый ряд предприятий, играющих ключевую роль в социально-экономическом развитии территорий их присутствия: АО «Кольская ГМК» для города Мончегорск и Печенгского муниципального округа, АО «Олкон» для города Оленегорск с подведомственной территорией, АО «Ковдорский ГОК» для города Ковдор, ООО «Ловозерский ГОК» для п.г.т. Ревда и с. Ловозеро, АО «Апатит» и АО «СЗФК» для городов Апатиты, Кировск и н.п. Коашва. Закрытие плавильного цеха

АО «Кольская ГМК» в пгт Никель в 2019 году привело к необходимости разработки новой концепции развития муниципального образования, и в качестве одного из направлений предложено развитие и продвижение туристского продукта на территории присутствия предприятия. Таким образом, реализация туристского потенциала может рассматриваться как альтернатива промышленному производству в условиях необходимости принятия мер по стабилизации социально-экономической ситуации территорий.

Примечательно, что в приведенном примере с закрытием плавильного цеха концепция социально-экономического развития муниципального образования предусматривает реализацию туристического потенциала находящегося на его территории природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» - одной из наиболее популярных ООПТ региона, где в качестве турпродукта предлагается экстремальный туризм.

Мурманская область в целом имеет значительные возможности для развития туристической отрасли, что обусловлено географическим положением, транспортной доступностью, высоким разнообразием природных аттрактантов. Привлекательность региона связана с возможностью наблюдения за северными сияниями, пребывания на территории в период полярной ночи и полярного дня, посещения самой северной точки европейской части России, организации лыжных, горных, водных и рыболовных туров, бердвотчинга, геологических, ботанических и этнографических экскурсий. Туристский потенциал региона позволяет сформировать туристские продукты на самый разный вкус и бюджет.

Высокая оценка аттрактивности региона дана в целом ряде работ [1-4]. ООПТ Мурманской области имеют значительный потенциал для развития экологического туризма [5, 6]. Данное направление туризма оценивается как наиболее щадящий, природоориентированный, вид туризма, не наносящий существенного вреда экосистемам. Тем не менее, туризм, связанный с отдыхом в природных экосистемах, неизбежно создает угрозы для их состояния и зачастую приводит к различным повреждениям, количественное определение степени опасности и ущерба от которых затруднительно.

Отводя туризму роль драйвера социально-экономического развития, региональные власти создают предпосылки для увеличения туристского потока. Это осуществляется за счет продвижения региональных турпродуктов, а также государственной поддержки субъектов туристической индустрии Правительством Мурманской области. Благодаря принятым мерам за последние пять лет число туристов, посетивших регион, возросло с 330 тыс. до 486,2 тыс. человек, в том числе увеличивается поток туристов на ООПТ. Долгое время развитие туризма на охраняемых территориях сдерживалось за счет их труднодоступности, отсутствия инфраструктуры туристского назначения (объектов размещения, общественного питания и т.д.). Для наиболее популярных природных парков Мурманской области «Териберка» и «Полуострова Рыбачий и Средний» влияние данных факторов постепенно снижается за счет увеличения количества турфирм, строительства на граничащих с ООПТ участках объектов инфраструктуры.

В этой связи возникает острая необходимость нормирования туристского потока. И если в заповедниках, имеющих наиболее строгий природоохранный режим, исключающий возможность посещения территории без сопровождения сотрудника и предусматривающий запрет на посещение наиболее ценных участков, то риски, связанные с нерегулируемой рекреацией, в национальных и

природных парках, заказниках и памятниках природы, на которых возможно самостоятельное пребывание туристов, становятся все более очевидными. Важность оценки таких рисков и урегулирования конфликта между развитием туризма и охраной окружающей среды на ООПТ подчеркивается многими авторами [7-12].

Для разработки мер по нормированию туристического потока большое значение имеет определение рекреационной ёмкости территории. Корректная оценка рекреационной ёмкости является обязательным условием принятия рациональных решений по регулированию рекреационных нагрузок. Существуют различные подходы к оценке этого параметра [13], при этом специфика территорий, расположенных в Арктической зоне РФ, как правило, не учитывается. Тем не менее определение рекреационной ёмкости не является обязательным требованием, закреплённым на уровне нормативно-правовых актов, регулирующих создание и функционирование ООПТ.

Цель данной работы заключалась в анализе нормативно-правовой базы нормирования туристического потока и определения рекреационной ёмкости территорий, расположенных в Мурманской области.

Материалы и методы

Были проанализированы нормативно-правовые акты и ведомственные документы, определяющие государственную политику в области туризма, развития, функционирования и управления ООПТ, а также нормативные документы в сфере лесных отношений, регулирующие рекреационное освоение лесов.

Результаты и обсуждение

Анализ нормативно-правовых документов выявил пробелы и несоответствия в действующем законодательстве, которые не позволяют создать работающие механизмы оценки рекреационной ёмкости туристических территорий. В Стратегии развития туризма до 2035 года [14] проведение такой оценки фактически отражено как обязанность органов власти и хозяйствующих субъектов. Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» [15] декларирует необходимость нормирования рекреационных нагрузок.

Лесное законодательство РФ предусматривает обязательную оценку рекреационной ёмкости при использовании лесов в рекреационных целях с помощью Временной методики [16], которая содержит классификацию видов рекреационной деятельности и позволяет определять рекреационную ёмкость лесных территорий. Временная методика является на данный момент единственным утвержденным документом в сфере нормирования рекреационных нагрузок. Она применяется с 1987 года и не учитывает появившиеся в последнее время виды рекреационной деятельности, например, популярные в горных и тундровых, но относящихся к лесному фонду, районах Мурманской области снегоходные туры, которые не могут быть отнесены ни к спортивному туризму, ни к экскурсиям. Однако такой вид деятельности способен оказывать достаточно значительное воздействие на окружающую среду, которое выражается в уплотнении снегового покрова, негативно сказывающееся на зимующих

растениях и животных: при тонком снеговом покрове повреждаются ветки тундровых кустарников, также происходит загрязнение выхлопными газами двигателей и нефтепродуктами.

Также утвержденная методика ориентирована на применение в лесных экосистемах РФ и не позволяет делать оценки для тундровых, горных, приморских и других ландшафтов. Определение рекреационной ёмкости в лесных сообществах Кольского полуострова по Временной методике может привести к некорректной оценке воздействия, поскольку для бореальных лесов характерны крайне низкая мощность почв и поверхностное залегание корневых систем. По этой причине даже очень интенсивные рекреационные нагрузки приводят не к разрушению почвы до минеральной материнской породы, а обнажению корней древесных растений, которые располагаются очень плотно в поверхностном слое почвы.

К уязвимым экосистемам в Мурманской области можно отнести морские литорали, которые обладают высокой аттрактивностью, а в ряде случаев служат единственным возможным местом проезда к определенным туристическим объектам на побережье. Произвести оценку повреждений с использованием Временной методики на литорали не представляется возможным.

Постановление Правительства Российской Федерации от 13.07.2020 года № 1039 [17] содержит нормы, направленные на повышение доступности объектов рекреации для туристов, в том числе маломобильных граждан. Документом рекомендовано при установлении платы за посещение ООПТ учитывать спрос, сезонность, наличие инфраструктуры, достопримечательных и ценных в природоохранном отношении объектов. Обязательное требование оценки рекреационной ёмкости ООПТ при обустройстве туристических маршрутов для посещения их разными категориями туристов указанным постановлением не предусмотрено.

Важным документом, содержащим указание на необходимость проведения оценки предельно допустимых нагрузок и определения путей минимизации негативного воздействия на природные экосистемы, является действующая Концепция развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года [18]. В Концепции ООПТ отведена особая роль в создании условий для развития регулируемого туризма и рекреации.

Законом Мурманской области «Об особо охраняемых природных территориях» [19], а также Концепцией развития ООПТ Мурманской области до 2025 года и на перспективу до 2035 года [20] в качестве одной из целей функционирования и развития сети ООПТ Мурманской области определена реализация социально-экономических интересов региона через развитие природного и экологического туризма. Концепция в качестве правового механизма обеспечения устойчивого рекреационного освоения территорий предусматривает утверждаемый положением об ООПТ природоохранный режим.

Нормативно-правовые акты, регламентирующие создание и функционирование ООПТ, не содержат требований по проведению оценки рекреационной ёмкости при подготовке обоснований придания территориям статуса ООПТ в Мурманской области [21-23].

Выводы

Анализ нормативно-правовой базы нормирования туристического потока и определения рекреационной ёмкости ООПТ, расположенных в Мурманской области показал, что в действующем правовом поле оценка рекреационной ёмкости территорий является обязательным требованием только для земель лесного фонда. При этом действующая Временная методика не позволяет корректно оценивать рекреационную ёмкости не только в горных, тундровых и приморских экосистемах, но и в северной тайге и лесотундре. Для ООПТ оценка рекреационной ёмкости территорий не является обязательным требованием ни на этапе создания, ни на этапе функционирования. Такая ситуация создает риски нерационального установления границ функциональных зон, режимов охраны таких территорий, и в конечном итоге превышения рекреационных нагрузок.

Таким образом, как федеральном, так и на региональном уровнях признается важность регулирования рекреационных нагрузок, однако методические подходы и механизмы реализации этой задачи разработаны не достаточно.

Исследование выполнено в рамках инициативного проекта МАГУ «Мониторинг растительного и животного мира Арктики».

Литература

1. Sevastyanov D. V. Рекреационное природопользование и туризм в планах нового освоения севера России // Арктика и север [Arctic and North], 2018. № 30. С. 23–39. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32756142>
2. Петрова О. В., Боровичев Е. Экотуризм в Зеленом поясе Фенноскандии: предпосылки, проблемы и особенности (на примере Мурманской области). // Труды Карельского научного центра РАН. 2019. № 4. с. 166–181. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekoturizm-v-zelenom-poyase-fennoskandii-predposylki-problemy-i-osobennosti-na-primere-murmanskoy-oblasti/viewer>
3. Yakovchuk A. A. 2020. Tourism industry development issues in the Arctic zone of the Russian Federation. // Арктика и север [Arctic and North]. 2020. № 38. S. 55–72. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42579699>
4. Huber M., Iakovleva O., Zhigunova G., Menshakova M., Gainanova R Can the Arctic be saved for the next generations? Study of examples and internships in Murmansk region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. «Scientific and Technical Findings of the Arctic Exploration 2020: Present and Future». 2021. С. 012031. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/678/1/012031>
5. Гайнанова Р. И., Поторочин Е. О. Бёрдвотчинг как направление развития туризма на ООПТ Мурманской области. В сборнике: Проблемы развития индустрии туризма. Сборник статей V Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. 2019. С. 112–117. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42908923>.

6. Петрова О. В. Оценка экотуристического потенциала особо охраняемых природных территорий Мурманской области. // Вестник Кольского научного центра РАН. 2020. Т. 12. № 4. С. 5-13. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekoturisticheskogo-potentsiala-osobo-ohranyaemyh-prirodnyh-territoriy-murmanskoy-oblasti>
7. Масилевич Н. А. Методические основы экологического нормирования туристической нагрузки на особо охраняемые природные территории // Труды БГТУ. 2010. № 7. С. 67–70. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22151754>
8. Плотникова В. С., Васильева А. В. Рекреационная емкость как организационно-экономический инструмент развития экологического туризма на особо охраняемой природной территории // Экономические отношения. 2019. Том 9. № 3. С. 2191-2202. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41243702>
9. Yuxi Z., Linsheng Zh., Wang L., Hu Y. Measuring the conflict tendency between tourism development and ecological protection in protected areas: A study on National Nature Reserves in China. // Applied Geography. 2022. 142(2). 102690. DOI:10.1016/j.apgeog.2022.102690 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/359905611_Measuring_the_conflict_tendency_between_tourism_development_and_ecological_protection_in_protected_areas_Astudy_on_National_Nature_Reserves_in_China
10. Меньшакова М. Ю., Гайнанова Р. И., Поторочин Е. О. Распространение редких видов растений на территории природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» (Мурманская область) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2022. № 2. С. 71-77. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48702808>
11. Гайнанова Р. И., Меньшакова М. Ю. Ценопопуляции горечавочки золотистой (*Gentianella aurea* (L.) H. Smith) на территории природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» // Естественные науки. 2017. № 4 (61). С. 27-31. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32423429>
12. Гайнанова Р. И., Меньшакова М. Ю. Ценопопуляции родиолы розовой на территории природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» // Естественные и технические науки. 2016. № 11 (101). С. 46-49. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28153362>
13. Экологическая ёмкость туристских территорий: подходы к оценке, индикаторы и алгоритмы расчета: коллективная монография / Д. Ю. Землянский, О. А. Климанова, О. А. Илларионова, Е. Ю. Колбовский. Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России. М.: ВАВТ, 2020. 120 с.
14. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2019 № 2129-р «Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_333756/
15. Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» от 24.11.1996 № 132-ФЗ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12462/

16. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. М.: Изд-во Госкомлеса СССР, 1987, 35 с.
17. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.07.2020 года № 1039 «Об утверждении Правил определения платы для физических лиц, не проживающих в населенных пунктах, расположенных в границах особо охраняемых природных территорий, за посещение особо охраняемых природных территорий и установления случаев освобождения от взимания платы». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357206/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/
18. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.12.2011 года № 2322-р «Об утверждении Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года и плана мероприятий по реализации Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124870/
19. Закон Мурманской области от 10.07.2007 №871-01-ЗМО «Об особо охраняемых природных территориях в Мурманской области»/ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/913512021>
20. Постановление Правительства Мурманской области от 3 марта 2022 г. № 135-ПП «Об утверждении Концепции функционирования и развития сети особо охраняемых природных территорий регионального значения Мурманской области до 2025 года и на перспективу до 2035 года». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5100202203090016?index=0&rangeSize=1>
21. Постановление Правительства Мурманской области от 15.10.2020 №701-ПП «Об утверждении порядка подготовки и состава материалов, обосновывающих создание особо охраняемых природных территорий регионального значения, изменение режима их особой охраны». Консультант-Плюс: дата обращения 09.05.2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5100202010190005?rangeSize=10>
22. Приказ Минприроды РФ от 19 марта 2012 года № 69 «Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий». Консультант-Плюс: дата обращения 09.05.2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128517/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddd518/
23. Приказ ФГБУ «ВНИИ Экология» от 09.08.2016 №18 «Об утверждении методических рекомендаций для федеральных государственных бюджетных учреждений (государственных природных заповедников, национальных парков, объединенных дирекций ООПТ) по подготовке и представлению сведений для ведения государственного кадастра ООПТ федерального значения». Консультант-Плюс: дата обращения 09.05.2021.

M. Yu. Menshakova¹
R. I. Gaynanova²

Regulatory challenges in tourism regulation on protected areas of the Murmansk region

Murmansk Arctic State University, Murmansk,
Russian Federation

¹e-mail: dendrobium@yandex.ru

²e-mail: gaynanova@mail.ru

Abstract. The development of tourism is considered as one of the tools for integrating protected areas into the socio-economic development of the regions. This approach sets the task of finding a balance between recreational development and the implementation of environmental protection functions of protected areas. An effective mechanism for ensuring the sustainable development of territories is the regulation of recreational loads in the development of tourism potential, taking into account the specifics of each protected area. The article provides an analysis of the regulatory framework in the field of regulation of the tourist flow, regulation of recreational loads and determination of the recreational capacity of natural areas. It is shown that the importance of sustainable development of tourism and recreation is reflected in the legislation on tourism activities, in the field of forest relations and protected areas. It has been established that methodological approaches for determining the recreational capacity have been developed mainly for territories located in the forest zone of the Russian Federation, which limits the possibility of their application for the most attractive protected areas of the Murmansk region with mountain and tundra landscapes. The regulation of recreational loads of the territory in the Arctic zone requires the development of adapted methods for determining the recreational capacity, taking into account the corresponding types of landscapes.

Keywords: protected areas, regulation, sustainable development, ecological tourism, recreational load, recreational capacity.

References

1. Sevastyanov D. V. Rekreativnoye prirodopol'zovanie i turizm v planah novogo osvoiniya severa Rossii. // Arktika i Sever [Arctic and North], 2018. № 30. S. 23–39. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32756142>
2. Petrova O. V., Borovichev E. A. Ekoturizm v zelenom poyase Fennoskandii: predposylki, problemy i osobennosti (na primere Murmanskoy oblasti). // Trudy Karelskogo nauchnogo centra RAN. 2019. № 4. S. 166–181. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekoturizm-v-zelenom-poyase-fennoskandii-predposylki-problemy-i-osobennosti-na-primere-murmanskoy-oblasti/viewer> (in Russian)
3. Yakovchuk A. A. 2020. Tourism industry development issues in the Arctic zone of the Russian Federation // Arktika i Sever [Arctic and North]. 2020. № 38. S. 55–72. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42579699> (in Russian)
4. Huber M., Iakovleva O., Zhigunova G., Menshakova M., Gainanova R. Can the Arctic be saved for the next generations? Study of examples and internships in Murmansk region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. «Scientific and Technical Findings of the Arctic Exploration 2020: Present and

- Future». 2021. S. 012031. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/678/1/012031>
5. Gajnanova R. I., Potorochin E. O. Byordvotching kak napravlenie razvitiya turizma na OOPT Murmanskoj oblasti. // Problemy razvitiya industrii turizma. Sbornik statej V Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoj konferencii. 2019. S. 112-117. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42908923> (in Russian)
 6. Petrova O. V. Ocenka ekoturisticheskogo potentsiala osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij Murmanskoj oblasti // Vestnik Kol'skogo nauchnogo centra RAN. 2020. T. 12. № 4. S. 5-13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekoturisticheskogo-potentsiala-osobo-ohranyaemyh-prirodnih-territoriy-murmanskoy-oblasti> (in Russian)
 7. Masilevich N. A. Metodicheskie osnovy ekologicheskogo normirovaniya turisticheskoy nagruzki na osobo ohranyaemye prirodnye territorii // Trudy BGTU. 2010. № 7. S. 67–70. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22151754> (in Russian)
 8. Plotnikova V. S., Vasil'eva A.V. Rekreatcionnaya emkost' kak organizacionno-ekonomicheskij instrument razvitiya ekologicheskogo turizma na osobo ohranyaemoj prirodnoj territorii // Ekonomicheskie otnosheniya. 2019. Tom 9. № 3. S. 2191-2202. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41243702> (in Russian)
 9. Yuxi Z., Linsheng Zh., Wang L., Hu Y. Measuring the conflict tendency between tourism development and ecological protection in protected areas: A study on National Nature Reserves in China. // Applied Geography. 2022. 142(2). 102690. DOI:10.1016/j.apgeog.2022.102690. URL: https://www.researchgate.net/publication/359905611_Measuring_the_conflict_tendency_between_tourism_development_and_ecological_protection_in_protected_areas_Astudy_on_National_Nature_Reserves_in_China
 10. Menshakova M. YU., Gajnanova R. I., Potorochin E. O. Rasprostranenie redkih vidov rastenij na territorii prirodnogo prka «Poluostrova Rybachij i Srednij» (Murmanskaya oblast') // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2022. № 2. S. 71-77. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48702808> (in Russian)
 11. Gajnanova R. I., Menshakova M. YU. Cenopopulyacii gorechavochki zolotistoj (Gentianella aurea (L.) H. Smith) na territorii prirodnogo parka «Poluostrova Rybachij i Srednij» // Estestvennye nauki. 2017. № 4 (61). S. 27-31. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32423429> (in Russian)
 12. Gajnanova R. I., Men'shakova M. YU. Cenopopulyacii rodioly rozovoj na territorii prirodnogo parka «Poluostrova Rybachij i Srednij» // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2016. № 11 (101). S. 46-49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28153362> (in Russian)
 13. Ekologicheskaya yomkost' turistских territorij: podhody k ocenke, indikatory i algoritmy rascheta: kollektivnaya monografiya / D. YU. Zemlyanskij, O. A. Klimanova, O. A. Illarionova, E. YU. Kolbovskij. Vserossijskaya akademiya vneshnej trgovli Minekonomrazvitiya Rossii. M.: VAVT, 2020. 120 s. (in Russian)
 14. Rasporяzhenie Pravitel'stva RF ot 20.09.2019 № 2129-r «Ob utverzhdenii Strategii razvitiya turizma v Rossijskoj Federacii na period do 2035 goda». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_333756/ (in Russian)

15. Federal'nyj zakon «Ob osnovah turistskoj deyatel'nosti v Rossijskoj Federacii» ot 24.11.1996 №132-FZ. URL:http://www.consultant.ru/cons_doc_LAW_12462 (in Russian)
16. Vremennaya metodika opredeleniya rekreacionnyh nagruzok na prirodnye komplekсы pri organizacii turizma, ekskursij, massovogo povsednevnogo otdyha i vremennye normy etih nagruzok. M.: Izd-vo Goskomlesa SSSR, 1987, 35 s. (in Russian)
17. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 13.07.2020 goda № 1039 «Ob utverzhdenii Pravil opredeleniya platy dlya fizicheskikh lic, ne prozhivayushchih v naselennykh punktah, raspolozhennykh v granicah osobo ohranyaemykh prirodnnykh territorij, za poseshchenie osobo ohranyaemykh prirodnnykh territorij i ustanovleniya sluchaev osvobozhdeniya ot vzimaniya platy». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357206/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (in Russian)
18. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 22.12.2011 goda № 2322-r «Ob utverzhdenii Konceptcii razvitiya sistemy osobo ohranyaemykh prirodnnykh territorij federal'nogo znacheniya na period do 2020 goda i plana meropriyatij po realizacii po realizacii Konceptcii razvitiya sistemy osobo ohranyaemykh prirodnnykh territorij federal'nogo znacheniya na period do 2020 goda». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124870/ (in Russian)
19. Zakon Murmanskoy oblasti ot 10.07.2007 №871-01-ZMO «Ob osobo ohranyaemykh prirodnnykh territoriyah v Murmanskoy oblasti»/ URL: <https://docs.cntd.ru/document/913512021> (in Russian)
20. Postanovlenie Pravitel'stva Murmanskoy oblasti ot 3 marta 2022 g. № 135-PP «Ob utverzhdenii Konceptcii funkcionirovaniya i razvitiya seti osobo ohranyaemykh prirodnnykh territorij regional'nogo znacheniya Murmanskoy oblasti do 2025 goda i na perspektivu do 2035 goda». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5100202203090016?index=0&rangeSize=1> (in Russian)
21. Postanovlenie Pravitel'stva Murmanskoy oblasti ot 15.10.2020 №701-PP «Ob utverzhdenii poryadka podgotovki i sostava materialov, obosnovyvayushchih sozdanie osobo ohranyaemykh prirodnnykh territorij regional'nogo znacheniya, izmenenie rezhima ih osobo ohrany». Konsul'tant-Plyus: data obrashcheniya 09.05.2021. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/5100202010190005?rangeSize=10> (in Russian)
22. Prikaz Minprirody RF ot 19 marta 2012 goda № 69 «Ob utverzhdenii Poryadka vedeniya gosudarstvennogo kadastra osobo ohranyaemykh prirodnnykh territorij». Konsul'tant-Plyus: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128517/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddd518/ (in Russian)
23. Prikaz FGBU «VNII Ekologiya» ot 09.08.2016 №18 «Ob utverzhdenii metodicheskikh rekomendacij dlya federal'nykh gosudarstvennykh byudzhethnykh uchrezhdenij (gosudarstvennykh prirodnnykh zapovednikov, nacional'nykh parkov, ob"edinennykh direktcij OOPT) po podgotovke i predstavleniyu svedenij dlya vedeniya gosudarstvennogo kadastra OOPT federal'nogo znacheniya» (in Russian).

Поступила в редакцию 20.10.2022 г.

УДК 556.18 + 626/627

И. В. Николенко¹
Э. А. Каримов²
С. А. Боков¹
Д. В. Авдеева¹

Оценка влияния потерь водных ресурсов на экосистемы водохранилищ естественного стока Крымского полуострова

¹ ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского», Институт «Академия строительства и архитектуры», г. Симферополь, Российская Федерация

² Симферопольский филиал ГБУ РК «Крыммелиоводхоз», г. Симферополь, Российская Федерация

¹ e-mail: nikoshi@mail.ru

² e-mail: karimov_ervin@mail.ru

Аннотация. В статье выполнена оценка степени наполнения водохранилищ естественного стока Крымского полуострова в 2021 и 2022 г. и анализ потерь водных ресурсов, для обоснования возможных способов решения проблем дефицита водных ресурсов в Крыму в периоды маловодных лет. Несмотря на разблокирование Северо-Крымского канала и восстановление подачи на полуостров Крым днепровской воды для водоемких периодов региона необходим поиск методов обеспечения водной безопасности на основе современных технологий по снижению потерь водных ресурсов. Представлены сводные графики потерь водных ресурсов за счет фильтрации и испарения.

Выполненный анализ наполняемости водохранилищ естественного стока Крыма за многолетний период, потерь воды в 2021-2022 годах показал, что дефицит воды наиболее часто возникает при двух и более маловодных годах подряд, когда приток в водохранилища меньше годового водозабора. Исследованиями закономерностей степени наполнения водохранилищ естественного стока Крымского полуострова за многолетний период установлено, что одним из способов решения проблем дефицита водных ресурсов в Крыму является снижение потерь водных ресурсов на испарение. Для оценки способов решения проблем дефицита водных ресурсов путем сокращения испарения воды с поверхности водохранилищ естественного стока необходимо исследование потерь воды на испарение различными экспериментальными методами, а также расчетными формулами, учитывающими большинство факторов, влияющих на потери на испарение воды.

Ключевые слова: водные ресурсы, потери, дефицит, водохранилище естественного стока, наполнение, испарение.

Введение

Водный кризис – данное словосочетание становится все более актуальным во многих регионах Земли. Учеными определены такие факторы водоемкости, такие как нерациональное использование водных ресурсов, антропогенная нагрузка на объекты пресной воды, недостаточная эффективность водоочистки, а также потери водных ресурсов по причинам их фильтрации и испарения с зеркал водохранилищ. Определением дефицита по воде страны или региона в других исследованиях принимается удельная водообеспеченность менее 1000 м³ в год или 2740 л на человека в день, при котором нехватка воды становится серьезным

препятствием для устойчивого развития, то есть для производства продовольствия, экономического развития и защиты природных систем [1].

Собственные водные ресурсы Республики Крым (РК) весьма ограничены, а восстановление доступа днепровской воды по Северо-Крымскому каналу позволяет эффективно решать проблемы сельскохозяйственного водопользования, а также обеспечения водной население Восточного Крыма. В связи с ярко выраженной территориальной и сезонной неравномерностью осадков и речного стока – одного из основных источников пресной воды – для ее сезонного накопления и дальнейшего использования на территории Крымского полуострова сооружено 15 водохранилищ естественного стока общим полным объемом до 253,0 млн м³. Из этих водохранилищ осуществляется водоснабжение населенных пунктов Южного берега Крыма, Симферополя и Севастополя [3]. Из наливных водохранилищ СКК идет водоснабжение населенных пунктов Керченского полуострова, Феодосийско-Судакского региона.

Особенностью Крымского полуострова являются его природно-климатические условия, которые в маловодные годы создают локальные дефициты водных ресурсов для обеспечения нужд питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. В эти периоды засуха, высокая температура воздуха, ветровая нагрузка лишь усугубляет данную проблему, повышая показатели испарения с поверхностей зеркал водохранилищ. В силу этих факторов РК является одним из регионов Российской Федерации, где вопросы дефицита водных ресурсов могут стоять чрезвычайно остро. В результате сильнейшего вододефицита в 2021 году стали применяться графики подачи воды населению. После введения ограничений на подачу воды ситуация изменилась. Количество людей, имеющих возможность принять душ несколько раз в день сократилось до 8,4%; стали принимать душ 1 раз в день - 60,7%; один раз в 2-3 дня – 19,6%; раз в 4 дня и реже – 11,3%. Изменилась частота мытья рук - 12,5% жителей города, из-за ограничения доступа к воде, стали мыть руки реже [2]. В связи с этим рассматриваются самые различные доступные способы экономии водных ресурсов, сокращения их потерь, а также совершенствование методов их добычи.

Таким образом, контроль за количеством водных ресурсов РК, их расходами, а также применение этих данных для будущих технических разработок и методов решения «водной проблемы» региона является первостепенной задачей для гарантированного обеспечения водой населения региона, а также ведения промышленной и рекреационной деятельности. Для минимизации потерь воды с поверхностных источников, необходимо в первую очередь провести анализ наполняемости Крымских водохранилищ, а также рассмотреть возможные причины изменения объема воды в них.

Объектом исследования статьи являются водохранилища естественного стока РК, которые являются источниками централизованного водоснабжения (ИЦВ) г. Симферополя, г. Севастополя, г. Алушты и населенных пунктов, расположенных на Южном Берегу Крыма (ЮБК). К водохранилищам, питающих г. Симферополь, относятся: Симферопольское; Партизанское; Аянское; питающих г. Севастополь – Чернореченское; питающих населенные пункты, расположенные на южном берегу Крыма – Загорское и Счастливленское; питающих г. Алушта – Изобильненское и Кутузовское.

Предмет исследования: Анализ наполнения водохранилищ естественного стока Республики Крым; Испарение и фильтрация из водохранилищ естественного стока Республики Крым.

Материалы и методы

Работа выполнялась на основе данных сводок о ходе наполнения, испарения и фильтрации водохранилищ естественного стока, предоставленных Государственным бюджетным учреждением (ГБУ) РК «Крымское управление водного хозяйства и мелиорации». Одной из основных проблем государственного мониторинга водных объектов, для разработки мероприятий по повышению эффективности их использования является ограничение доступности информации о результатах анализа мониторинга водных объектов [4]. По разным источникам потребность Крыма в водных ресурсах составляет от 1,5 до 2 млрд м³/год [5]. По данным атласа «Минеральные ресурсы Крыма» потребность в воде на 2000 г. составляла 2649,1 тыс. м³/сут., то есть 0,97 млрд м³/год. Наибольшая потребность в воде населением и экономикой Крыма за прошедшие 30 лет была отмечена в 1990 г. – 3,9 млрд м³/год [6].

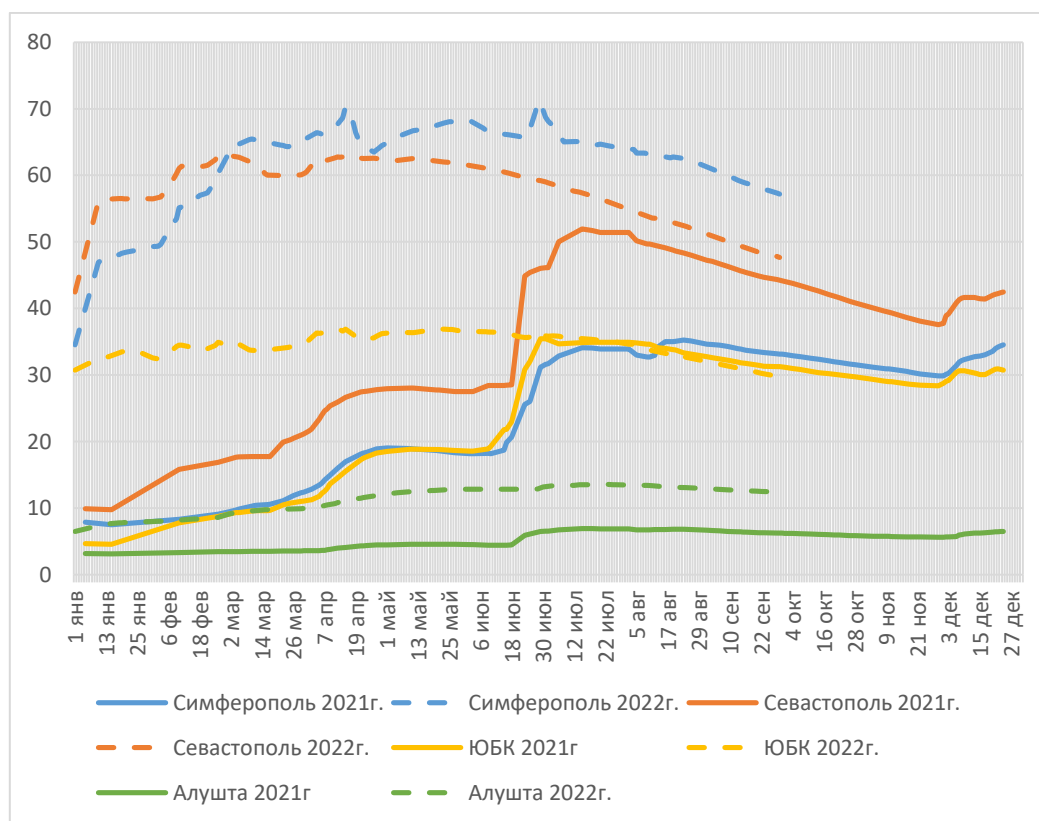


Рис. 1. Временной ход фактического суммарного наполнения водохранилищ естественного стока, которые являются ИЦВ городов Крыма в млн м³
Составлено авторами

Основной приток в водохранилища естественного стока в 2021 году произошел в летние месяцы, а в 2022 году фактические объемы наполнения дополнительно увеличивался за счет притока первого квартала. Эти увеличения

фактического наполнения водохранилищ естественного стока в 2021 году были заметными для ИЦВ Симферополя, Севастополя и городов ЮБК. Для водохранилищ естественного стока городов ЮБК увеличения фактических объемов наполнения в 2022 года были не такими большими, так как в эти периоды процент наполнения этих водохранилищ достигал 90%, и большая часть обильного притока уходила в технологический сброс. Такой характер фактического наполнения водохранилищ естественного стока объясняется тем, что водные ресурсы по территории Крымского полуострова распределены крайне неравномерно ввиду различных, в том числе сложных форм рельефа, высотной поясностью Крымских гор, разнообразием климатических зон, сочетанием южного географического положения полуострова и влиянием морей и заливов. При этом распределение осадков по полуострову неравномерно как по временам года, так и по его регионам [7, 8, 9].

Выполненный анализ степени наполнения водохранилищ естественного стока, которые являются ИЦВ городов Крыма, показал, что к середине 2022 года они были наполнены на 85-90%. Такие высокие уровни фактического наполнения обеспечены большими осадками 2021 и 2022 года, которые существенно были больше чем за предыдущие три года. Циклические изменения по сумме атмосферных осадков в 2019 и 2020 г. на Крымском полуострове вызвали аномально малый приток в наливные водохранилища, что привело к серьезным проблемам нехватки пресной, в том числе и питьевой воды.

На рис. 2 показан суммарный годовой приток в водохранилища естественного стока на Крымском полуострове за период с 1983 по 2020 г., представленные по информации Государственного комитета по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым.

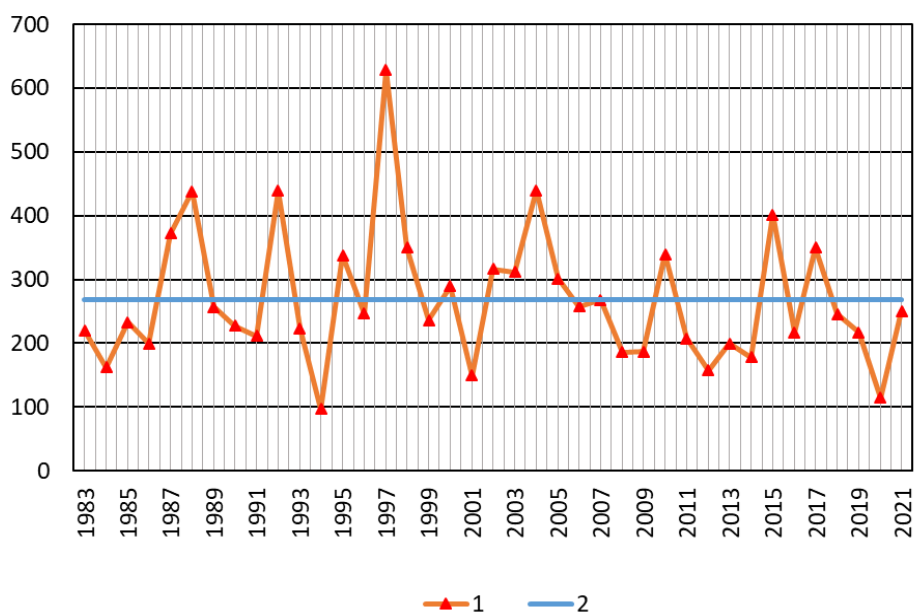


Рис. 2. Суммарный годовой приток (млн м³) в водохранилища естественного стока Крымского полуострова за 1983–2021 г.: 1 – приток в водохранилища естественного стока; 2 – среднемноголетний приток в водохранилища естественного стока

Составлено авторами по [7]

Анализ представленных на рис. 2 данных позволяет сделать вывод, что риск дефицита воды на Крымском полуострове возникает при двух и более маловодных годах подряд, когда приток в водохранилища естественного стока в течении двух лет меньше годового водозабора. Наиболее характерными примерами стали вододефицитные 1994 и 2020 годы. Из представленной на рис. 2 зависимости видно, что годовой приток в водохранилища естественного стока в 2021 году впервые приблизился к отметке среднесноголетнего притока за последние 4 года, а годовой приток в 2020 году стал самым минимальным с 1994 года.

Вопрос преодоления вододефицитных периодов на Крымском полуострове с большой вероятностью будет оставаться важным на протяжении ближайших десятков лет. Поэтому рассматриваются различные пути решения водной проблемы [8, 9]. Природно-климатических условия Крымского полуострова обуславливают потери воды за счет ее испарения с поверхностей водохранилищ, а также фильтрационные потери.

Результаты и обсуждение

На рис. 3 представлен временной ход суточных значений потерь на испарение и фильтрацию из водохранилищ естественного стока ИЦВ городов Крыма в 2021 году и за 9 месяцев 2022 года. В результате анализа представленных зависимостей установлено, что максимальные потери водных ресурсов, вызванные этими причинами, наблюдаются в летние месяцы.

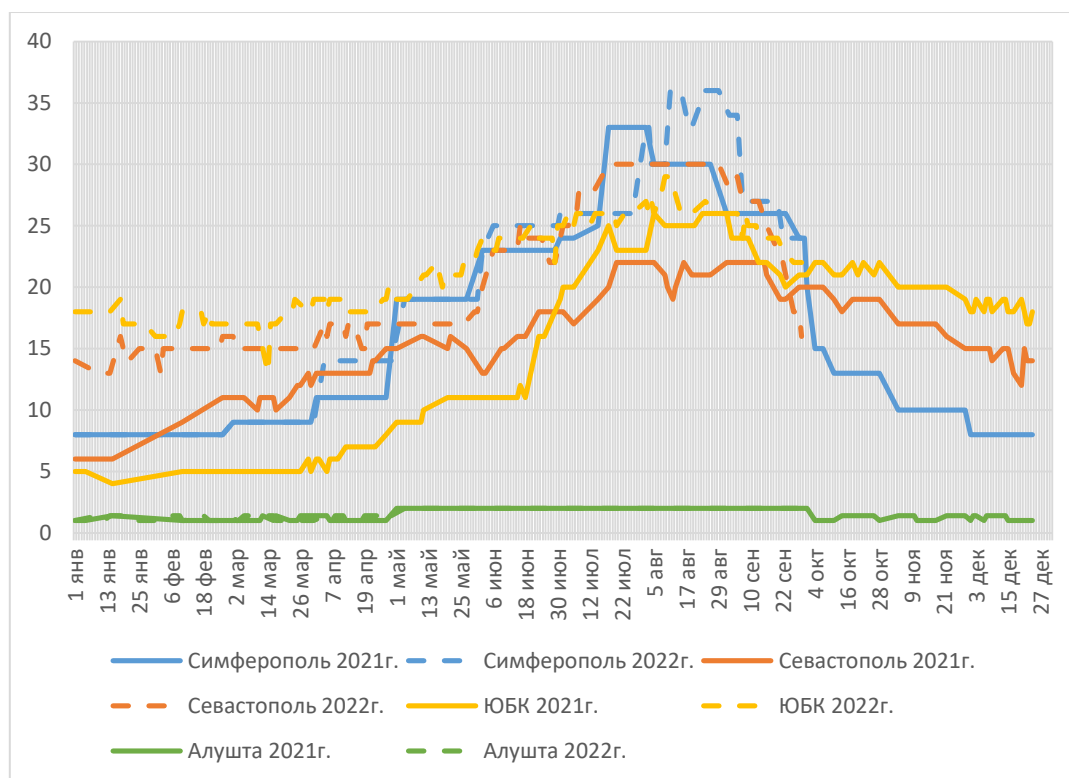


Рис. 3. Временной ход потерь на испарения и фильтрации из водохранилищ естественного стока ИЦВ городов Крыма в тыс. м³
Составлено авторами

Максимальные потери величиной 36 тыс. м³ установлены в августе 2022 года в водохранилищах естественного стока ИЦВ Симферополя и превышают показатели потерь воды в 2021 году на 3 тыс. м³. Согласно графику, на рис 5 на 24 августа 2022г. суммарное наполнение водохранилищах естественного стока ИЦВ Симферополя составляло 62,5 млн м³, тогда как на аналогичную дату в 2021г. данный показатель был 35,2 млн м³. Показатели потерь воды на испарение и фильтрацию из водохранилищ естественного стока ИЦВ для Севастополя и городов, расположенных на южном берегу Крыма в 2022 году также увеличились по сравнению с 2021 годом. Для Севастополя Данный показатель увеличился с 22 тыс. м³ в 2021 году до 30 тыс. м³ в 2022 году. Для водохранилищ на южном берегу Крыма с 26 тыс. м³ в 2021 году до 29 тыс. м³ в 2022 году.

На основании выполненного анализа потерь на испарения и фильтрации из водохранилищ естественного стока ИЦВ городов Крыма можно сделать вывод что увеличение потерь воды в 2022 году увеличилось в том числе из-за более высокой наполняемости водохранилищ, а также с увеличением площадей зеркал водохранилищ.

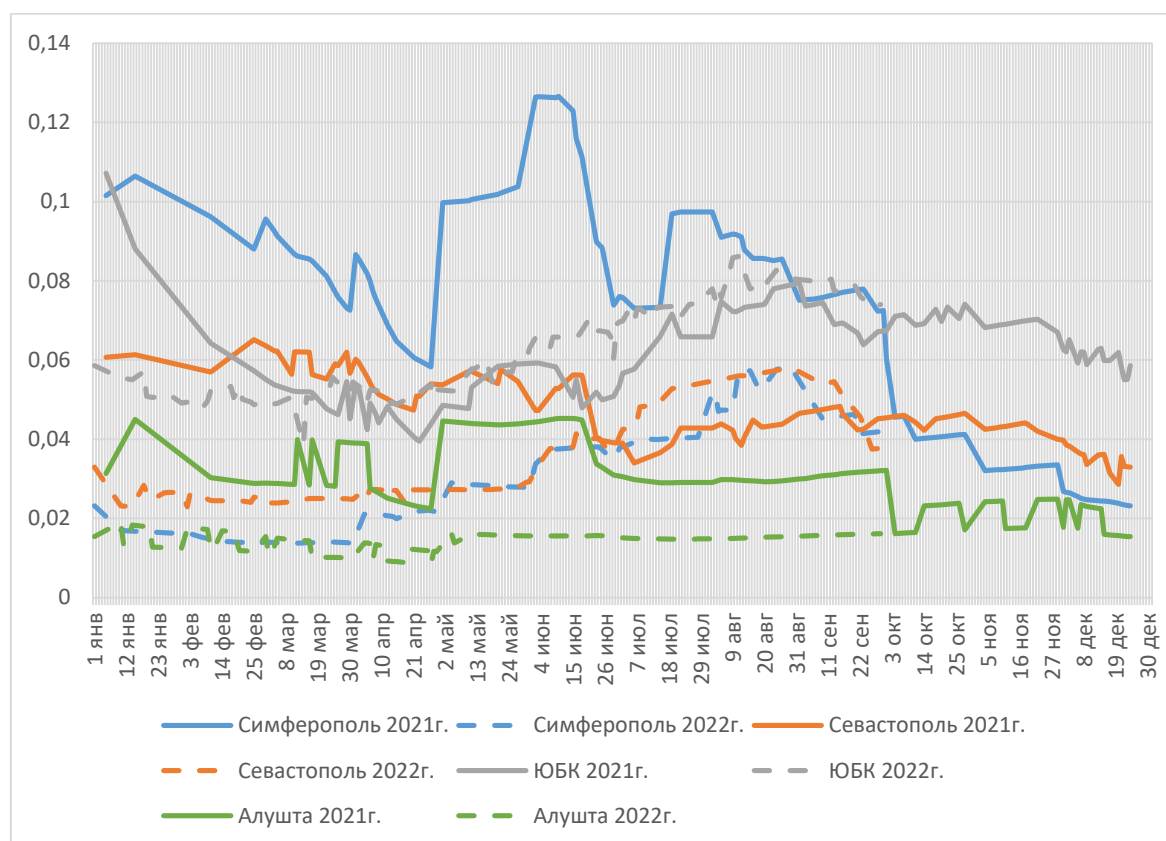


Рис. 4. Временной ход относительных суммарных потерь воды на испарение и фильтрацию по отношению к суммарным фактическим объемам наполнения водохранилищ естественного стока ИЦВ городов Крыма (%)

Составлено авторами

Анализ представленного временного хода суммарных потерь воды на испарение и фильтрацию показал, что ежедневно потери воды могут достигать около 0,05% от суммарного фактического объема наполнения водохранилищ

естественного стока Крымского полуострова. Резкое увеличение отношения суммарных потерь воды на испарение и фильтрацию по отношению к суммарным объемам в водохранилищах, питающих г. Симферополь в 2021 году является следствием того, что в начале мая произошло увеличение испарения и фильтрации в водохранилищах в следствие увеличения температуры окружающей среды, тогда как резкое увеличение наполнения воды в водохранилищах происходило в июне 2021 года. Наибольшие потери воды происходят в летние месяцы, что показывает о большом влиянии на потери фактора испарения, ввиду увеличения температуры воздуха и температуры воды в самих водохранилищах. Представленные зависимости показывают лишь суммарные потери на фильтрацию и испарение, что требует дальнейших исследований для выявления потерь воды с учетом каждого фактора.

Ежегодно солнечная энергия поднимает с земной поверхности около 500 тысяч кубических километров воды – 86% из океанов и 14% с суши. Часть этой вводы выпадает на Землю в виде дождя и снега, но в других таких пропорциях. Ветер и погода переносят на сушу около 9% паров, поднятых с моря [10]. Перспектива глобального потепления, вызванного накоплением в атмосфере углекислого газа и других поглощающих тепло газов, вводит в глобальную водную систему новые неуправляемые факторы. Изменения режима осадков, обусловленные глобальным потеплением, для многих регионов России могут стать неблагоприятными, так как окажет негативное влияние на приток воды в водохранилища, а также изменит условия испарения воды с поверхностей водохранилищ. Поэтому в настоящее время необходимы комплексные оценки режимов наполнения водохранилищ естественного стока как источника водоснабжения, а также потерь воды, связанных с испарением для разработки экономически обоснованных рекомендаций по водным технологиям. Они будут необходимы для обеспечения рационального использования водных ресурсов, с учетом новых документов территориального планирования, новой нормативной базы Российской Федерации по вопросам водоснабжения и водоотведения. Для вододефицитных периодов Крымского полуострова, связанных с цикличностью и изменениями режимов осадков, сохраняется проблема поиска методов обеспечения водной безопасности на основе современных подходов по геоинформационным и водным технологиям, том числе с обеспечением экологической устойчивости водных объектов.

Выводы

Выпавший анализ наполняемости за многолетний период, потерь воды водохранилищ естественного стока Крыма в 2021-2022 годах показал, что дефицит воды наиболее часто возникает при двух и более маловодных годах подряд, когда приток в водохранилища меньше годового водозабора из водохранилищ для коммунально-бытового водоснабжения. Однако за 2021 и 2022 года объем всех водохранилищ существенно увеличился.

Сводный график испарения и фильтрации водохранилищ, Крыма показал значение фактора испарения с поверхностей, а также показал значение потерь воды на испарение и фильтрацию. График отношения потерь воды на испарение и фильтрацию по отношению к объемам воды в водохранилищах показал, что около 0,05% воды ежесуточно тратится на испарение и фильтрацию. Суммарные потери

воды на испарения с поверхности Симферопольского водохранилища за май – сентябрь 2022 г. составили 1,8 млн. м³, что больше водопотребления г. Симферополя за неделю из трех водохранилищ естественного стока.

Для оценки способов решения проблем дефицита водных ресурсов путем сокращения испарения воды с поверхности водохранилищ естественного стока необходимо исследование потерь воды на испарение различными экспериментальными методами, а также расчетными формулами, учитывающими большинство факторов, влияющих на потери на испарение воды.

Представленные результаты на основе фактических данных показывают, что актуальность данной проблемы, а также необходимость в продолжении исследований в данных направлений. Также требуется разработка и внедрение современных автоматизированных систем контроля за наполнением, контролем расхода и потерь воды, которые позволят создать основы современных методов сокращения потерь воды, а также повысит контроль за реальными расходами водных ресурсов.

Дальнейшие исследования по анализу изменения данных факторов, а также получение зависимости фактических потерь от них может стать ключом к выявлению наиболее эффективных методов сокращения потерь водных ресурсов с поверхностей водоемов Крымского полуострова.

Литература

1. Postel S. The last oasis. Facing water scarcity. London: Earthscan Publications Ltd., Worldwatch Institute, 1992. 226 p.
2. Козуля С. В., Гребенюк В. П., Новик А. Ю.. Водоснабжение Крыма, как фактор, влияющий на здоровье населения (засуха 2020 года) // Научный электронный журнал «Матрица научного познания» ISSN 2541-8084 № 11–2 /2020 с. 358
3. Итоги работы Государственного комитета по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым за первое полугодие 2015 // Государственный комитет по водному хозяйству и мелиорации Республики Крым. Отчеты о деятельности Госкомводхоза. Статистические данные. Электронный ресурс: режим доступа. <http://gkvod.rk.gov.ru/rus/info.php?id=617775> (Дата обращения 09.09.2022).
4. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства РФ от 27 августа 2009 г. N 1235-р. Электронный ресурс: режим доступа <http://government.ru/docs/10049/>(дата обращения 10.03.2022 г.)
5. Каюкова Е. П., Барабошкина Т. А., Косинова И. И. Ресурсный потенциал пресных вод Крыма. Статья 1 // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2014. № 4.
6. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Крым и городе федерального значения Севастополе в 2014 году». Симферополь. 2015. 136 с.
7. Николенко И. В., Каримов Э. А., Мельникова Н. С. Оценка способов решения проблем дефицита водных ресурсов в Крыму // Строительство и техногенная безопасность. 2022. № 25 (77). С. 103-115.
8. Боков В. А., Павлюк Н. Я., Устюгов Д. Л. Актуальные вопросы изучения природно-ресурсного потенциала Крыма // Учёные записки Крымского

- федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 7 (73). № 1. 2021 г. С. 128–153.
9. Данилов-Данильян В. И., Козлова М. А., Полянин В. О., Чесноков И. В. Научное обеспечение водной безопасности Крыма: проблемы и решения // Водные ресурсы, 2022, том 49, № 4, с. 363–371.
10. Николенко И. В., Копачевский А. М. Основные направления разработки комплекса мер по решению проблем дефицита воды в Крыму // Строительство и техногенная безопасность. №21(73). 2021. С. 147 – 160.

I. V. Nikolenko¹
E. A. Karimov²
S. A. Bokov¹
D. V. Avdeeva¹

Analysis of water resource losses from natural runoff reservoirs of the Crimean peninsula

¹ V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute
“Academy of Construction and Architecture”, Simferopol,
Russian Federation

² Simferopol branch of the State Budgetary Institution of the
Republic of Crimea “Krymmeliovodkhoz”, Russian Federation

¹ e-mail: nikoshi@mail.ru

² e-mail: karimov_ervin@mail.ru

Abstract. *The article deals with the evaluation of the degree of filling of reservoirs of natural runoff of the Crimean Peninsula in 2021 and 2022 and analyzes the loss of water resources for the substantiation of the possible ways to solve the problems of water scarcity in Crimea during periods of low-water years. Despite the unblocking of the North Crimean Canal and the restoration of the supply of Dnieper water to the Crimean Peninsula for water-deficient periods of the region, it is necessary to search for methods of ensuring water security based on modern technologies to reduce water resources losses. Summary graphs of water resource losses as the result of filtration and evaporation are presented. The analysis of the obtained results was performed, as well as recommendations on the possibility of their implementation were given.*

The analysis of the filling of reservoirs of the natural runoff of the Crimea over a long period and water losses in 2021-2022 showed, that water scarcity most often occurs in two or more low-water years in a row, when the inflow into reservoirs is less than the annual water intake. A research of the regularities of the degree of filling of reservoirs of the natural runoff of the Crimean Peninsula over a long period have established that one of the ways to solve the problems of water scarcity in the Crimea is to reduce the loss of water resources for evaporation. To assess the ways to solve the problems of water scarcity by reducing the evaporation of water from the surface of natural runoff reservoirs, it is necessary to study the evaporation losses of water by various experimental methods, as well as calculation formulas that take into account most of the factors affecting the evaporation losses of water.

Keywords: *water resources, losses, scarcity, reservoirs of the natural runoff, filling, evaporation.*

References

1. Postel S. The last oasis. Facing water scarcity. – London: Earthscan Publications Ltd., Worldwatch Institute, 1992. 226 p. (in Russian)
2. Kozulya S. V., Grebenyuk V. P., Novik A. YU.. Vodosnabzhenie Kryma, kak faktor, vliyayushchij na zdorov'e naseleniya (zasuha 2020 goda) // Nauchnyj elektronnyj zhurnal «Matrica nauchnogo poznaniya» ISSN 2541-8084 № 11–2 /2020 s. 358 (in Russian)
3. Itogi raboty Gosudarstvennogo komiteta po vodnomu hozyajstvu i melioracii Respubliki Krym za pervoe polugodie 2015 // Gosudarstvennyj komitet po vodnomu hozyajstvu i melioracii Respubliki Krym. Otchety o deyatelnosti Goskomvodhoza. Statisticheskie dannye. URL: <http://gkvod.rk.gov.ru/rus/info.php?id=617775> (in Russian)
4. Vodnaya strategiya Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 27 avgusta 2009 g. N 1235-r. URL: <http://government.ru/docs/10049> (in Russian)
5. E. P. Kayukova, T. A. Baraboshkina, I. I. Kosinova. Resursnyj potencial presnyh vod Kryma. Stat'ya 1 // Vestnik VGU. Seriya: Geologiya. 2014. № 4 (in Russian)
6. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Respublike Krym i gorode federal'nogo znacheniya Sevastopole v 2014 godu». Simferopol'. 2015. 136 s. (in Russian)
7. Nikolenko I. V., Karimov E. A., Mel'nikova N. S. Ocenka sposobov resheniya problem deficita vodnyh resursov v Krymu // Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. 2022. № 25 (77). S. 103-115. (in Russian)
8. Bokov V. A., Pavlyuk N. YA., Ustyugov D. L. Aktual'nye voprosy izucheniya prirodno-resursnogo potenciala Kryma // Uchyonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. Tom 7 (73). № 1. 2021 g. S. 128–153. (in Russian)
9. Danilov-Danil'yan V. I. Nauchnoe obespechenie vodnoj bezopasnosti Kryma: problemy i resheniya // Vodnye resursy, 2022, tom 49, № 4, s. 363–371 (in Russian)
10. Nikolenko I. V., Kopachevskij A. M. Osnovnye napravleniya razrabotki kompleksa mer po resheniyu problem deficita vody v Krymu // Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. №21 (73). 2021. S. 147 – 160. (in Russian)

Поступила в редакцию 10.10.2022 г.

УДК 631. 43

И. А. Приходько¹

А. Д. Анненко²

**Определение физико-механических
свойств почвы рисовых полей
Краснодарского края в период
зяблевой вспашки**

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар,
Российская Федерация
e-mail: ¹prihodkoigor2012@yandex.ru,
²gelya.annenko@mail.ru

Аннотация. Кубань уже более 30 лет является основным рисосеющим регионом нашей страны, на долю которого приходится около 80 % производства риса от общероссийского объема. В разных частях рассматриваемого края располагаются поля с разнообразными физико-механическими свойствами почв, от которых зависят качество и количество будущего урожая риса. В статье изучены причины изменения данных свойств в почвах рисовых полей Кубани во время зяблевой вспашки.

Ключевые слова: рисовая культура, влажность почвы, твердость почвы, машинный агрегат, геология.

Введение

Краснодарский край является одним из регионов России, где занимаются выращиванием рисовой культуры. В крае уделяется особое внимание методам достижения оптимального количества урожая с рисовых полей [1, 2]. К одному из таких методов относится определение физико-механических свойств почвы в период зяби, то есть, в период летне-осенней обработки почвы для посева рисовой культуры [3, 4]. В разных частях рассматриваемого края располагаются поля различного физико-механического состава. Физико-механическими свойствами почвы определяется дальнейшая возможность проведения сельскохозяйственных работ с помощью тракторов. Вспашка рисовых чеков осуществляется перпендикулярно направлению движения уборочных агрегатов, в этот период пахотный агрегат движется по двум чередующимся зонам рисового поля. Первая зона подвергается механическому уплотнению с помощью ходовых аппаратов уборочных комбайнов. Вторая зона характеризуется укладкой рисовой соломы в валы, которая впоследствии сжигается. Передвижение машинно-тракторных агрегатов зависит от их тягово-сцепных свойств, которые в свою очередь зависят от механических свойств почвы. К таким свойствам относятся влажность и твердость почвы [5].

Цель работы – объяснение различия физико-механических свойств почвы на рисовых полях в период зяби.

Материалы и методы

Для определения влажности почвы выбран участок рисового чека Краснодарского края. Пробы образцов верхнего слоя почвы рисового поля взяты

в трех местах: по диагонали рисового поля, в первой и во второй зонах работы сельскохозяйственных машин. Влажность поверхностного слоя почвы определена термостатно-весовым методом. Образцы почвы на влажность взяты в количестве пяти раз с каждой зоны. Период определения влажности почвы был выбран исходя из погодных условий, когда не выпадали атмосферные осадки. Сам отбор образцов почвы на влажность проводился через 1 см в слое 0-5 см через 5 см до глубины 30 см.

Второе физико-механическое свойство верхнего слоя почвы рисового поля – твердость – было измерено в разных местах обеих зон работы сельскохозяйственных машин. Для проведения измерений твердости почвы был использован прибор Ревякина. Данный прибор имеет плоский круглый наконечник, диаметр которого составляет 11,3 мм. Замеры твердости были проведены в тех местах рабочих зон, где ранее проводились замеры влажности почвы.

Результаты и обсуждение

Пробы влажности в верхнем слое почвы до 5 см, взятые по диагонали рисового поля (рис.1 W2), отличаются от проб, взятых в чередующихся зонах работы сельскохозяйственных машин. Наибольшая влажность почвы, наблюдается в зоне, где происходил процесс сжигания соломы, ширина данной зоны достигает 2 м (рис. 1 W1). Наиболее низкие показатели влажности в поверхностном слое почвы в зоне, по которой осуществляется движение и уплотнение ходовой части уборочных комбайнов (рис. 1 W3).

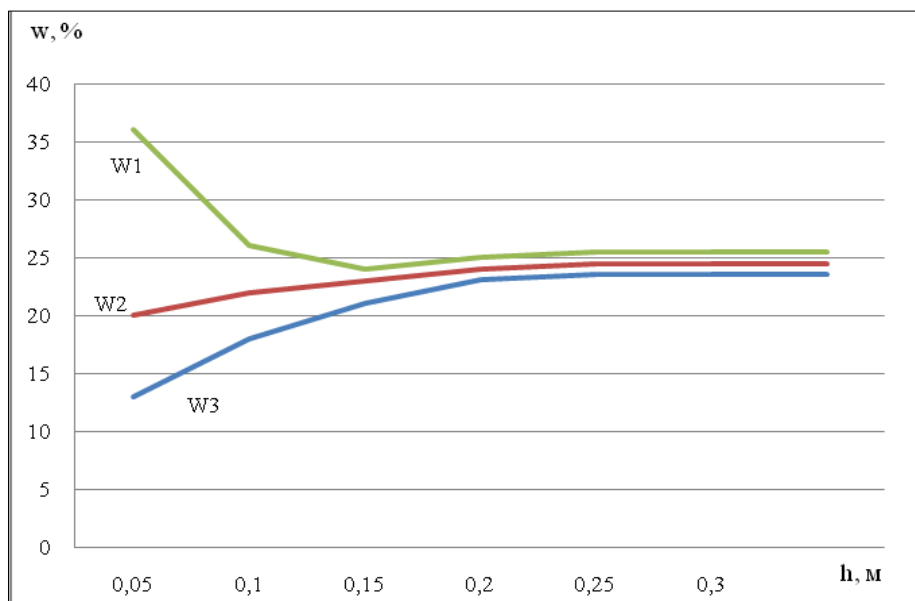


Рис. 1. Диаграмма влажности почвы в разных зонах рисового поля:

W1 – данные образцов почвы, взятых по диагонали рисового поля;

W2 – данные образцов почвы, взятых в первой зоне работы сельскохозяйственных машин;

W3 – данные образцов почвы, взятых во второй зоне работы сельскохозяйственных машин

Составлено авторами

Наибольшая твердость верхнего почвы рисового поля выявлена на тех территориях, где расположены зоны склонные уплотнению посредством передвижения уборочных комбайнов (рис. 2 q1). Показатели твердости поверхностного слоя почвы рисового поля в первой зоне в 5 раз больше, чем во второй. Низкие показатели твердости наблюдаются в той зоне рисового поля: где была сожжена солома, почва не подвергалась уплотняющему воздействию и наблюдалась высокая влажность (рис. 2 q2).

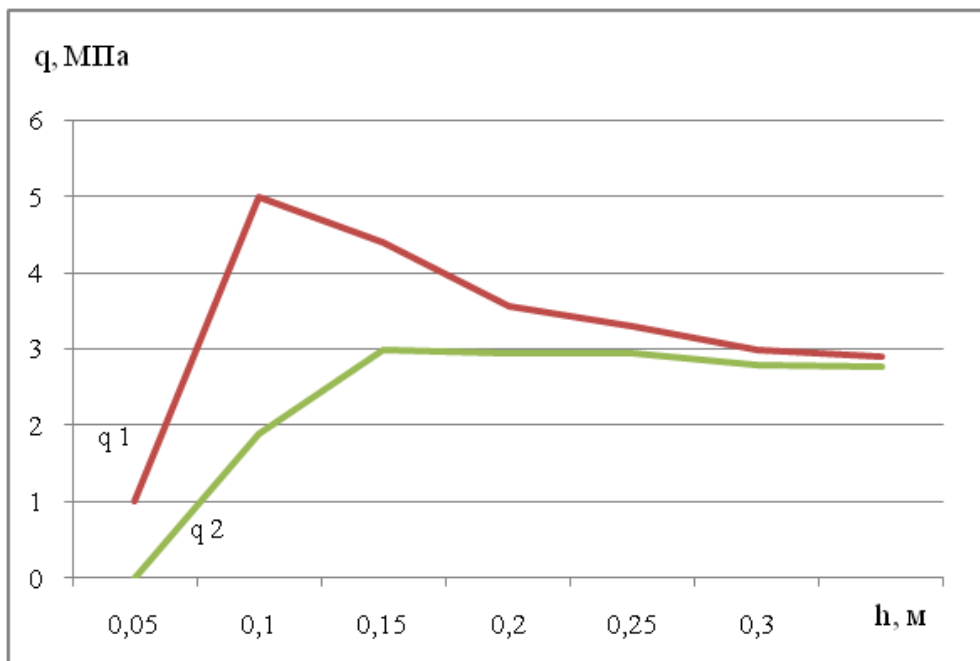


Рис. 2. График твердости почвы рисового поля образцов почвы, взятых в первой зоне работы сельскохозяйственных машин (q 1); образцов почвы, взятых во второй зоне работы сельскохозяйственных машин (q 2)

Составлено авторами

Расхождение показателей влажности и твердости почвы в обеих зонах рисового поля оказывает значительное влияние на взаимодействие ходового аппарата уборочного трактора с почвой и характер действия тягового сопротивления плуга при вспашке рисового поля [6].

На тягово-сцепные свойства трактора в большей степени влияет состояние верхнего слоя почвы, на который приходится вся нагрузка от ходового аппарата сельскохозяйственных машин. Если для уборочных и вспахательных работ на рисовом поле использовать самый известный трактор марки ВТ – 90 с дисковым плугом (рис. 3), то сила тяговой нагрузки будет равна 0,4 КН и даже более. Когда ходовая часть трактора находится в зоне с высокими показателями влажности, дисковый плуг находится в зоне, где почва обладает высокой твердостью. Из-за такого расположения тракторного агрегата ухудшается сцепление его ходовой гусеничной части с почвой, а сопротивление дискового плуга возрастает, в результате чего уменьшается скорость тракторного агрегата [7, 8].

При работе тракторного агрегата в зоне, где почва имеет высокую твердость, его показатели улучшаются: сцепление ходовой части увеличивается, буксировка становится минимальна, тяговое сопротивление дискового плуга уменьшается и

скорость всего тракторного агрегата увеличивается. Технические показатели работы тракторного агрегата чередуются вместе с чередующимися характерными зонами рисового поля, где он производит работы [8].



Рис. 3. Трактор марки ВТ 90 с дисковым плугом
Составлено авторами

Выводы

Физико-механические свойства верхнего слоя почвы рисового поля в период зяблевой вспашки имеют разные показатели, в зависимости от того в какой зоне они исследуются. В зоне, где находится рисовая солома, верхний слой почвы обладает наименьшей твердостью и наибольшей влажностью. В той зоне, где верхний слой почвы подвержен уплотнению, наблюдаются высокие показатели твердости и низкие показатели влажности.

Поскольку технические показатели работы тракторов и других сельскохозяйственных машинных агрегатов снижаются при работе во второй зоне рисового поля, где расположена рисовая солома, необходимо своевременно собирать ее и не допускать того, чтобы ее сжигали. Данные действия позволят повысить производительность пахотных агрегатов и снизить энергоемкость процесса зяблевой вспашки за счет улучшения сцепления ходового аппарата.

Литература

1. Бурхвалишоев А. С., Приходько И. А., Владимиров С. А. Ресурсосберегающие технологии для решения экологических проблем на Кубани // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник VI Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2021 года. Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. С. 24-27.
2. Приходько И. А., Чебанова К. Ф. Разработка новых решений повышение продуктивности производства риса // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год : Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 06 апреля 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощев. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. С. 233-235.
3. Приходько И. А. Разработка новых решений повышения эколого-мелиоративной ситуации на рисовых оросительных системах // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год : Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 06 апреля 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощев. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. С. 235-237.
4. Вербицкий А. Ю., Приходько И. А. Повышение эффективности сельхозпродукции // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. С. 540-543.
5. Карадаян Л. И., Приходько И. А. Исследование технических мероприятий при рекультивации нарушенных земель Краснодарского края // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. С. 567-569.
6. Приходько И. А., Анненко А. Д. Разработка новых ресурсосберегающих технологий возделывания риса в условиях Краснодарского края // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам V Международной научной экологической конференции, Краснодар, 30 декабря 2020 года. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 133-138.
7. Приходько И. А., Парфенов А. В., Александров Д. А. Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования в рисоводстве Кубани // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, Чебоксары, 22 октября 2021 года. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. С. 150-152.

8. Гуськов В. В. Оптимальные параметры сельскохозяйственных тракторов / [ред. В. А. Будько]. Москва: Изд-во Машиностроение, 1966. 185 с.

I. A. Prihodko¹
A. D. Annenko²

Determination of the physical and mechanical properties of the soil of rice fields in the Krasnodar Region during the period of winter plowing

I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar

¹e-mail: prihodkoigor2012@yandex.ru

²e-mail: gelya.annenko@mail.ru

Abstract. For more than 30 years, the Kuban region has been the main rice-growing region of our country, which accounts for about 80% of rice production from the total Russian volume. In different parts of the region under consideration, there are fields with a variety of physical and mechanical properties of soils, on which the quality and quantity of the future rice crop depend. The article studies the reasons for the change in these properties in the soils of rice fields of the Kuban during winter plowing.

Keywords: rice crop, soil moisture, soil hardness, machine aggregate, geology.

References

1. Burhvalishoev A. S., Prihod'ko I. A., Vladimirov S. A. Resursosberegayushchie tekhnologii dlya resheniya ekologicheskikh problem na Kubani // Rol' agrarnoy nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij : Sbornik VI Vserossijskoj (nacional'noj) nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Novosibirsk, 20 dekabrya 2021 goda. Novosibirsk: Izdatel'skij centr Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta "Zolotoj kolos", 2021. S. 24-27. (in Russian)
2. Prihod'ko I. A., Chebanova K. F. Razrabotka novyh reshenij povyshenie produktivnosti proizvodstva risa // Itogi nauchno-issledovatel'skoj raboty za 2021 god : Materialy YUbilejnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu Kubanskogo GAU, Krasnodar, 06 aprelya 2022 goda / Otv. za vypusk A.G. Koshchaev. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. S. 233-235. (in Russian)
3. Prihod'ko I. A. Razrabotka novyh reshenij povysheniya ekologo-meliorativnoj situacii na risovyh orositel'nyh sistemah // Itogi nauchno-issledovatel'skoj raboty za 2021 god : Materialy YUbilejnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu Kubanskogo GAU, Krasnodar, 06 aprelya 2022 goda / Otv. za vypusk A.G. Koshchaev. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. S. 235-237. (in Russian)
4. Verbickij A. YU., Prihod'ko I. A. Povyshenie effektivnosti sel'hozprodukcii // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: Sbornik statej po materialam 77-j nauchno-prakticheskoy konferencii studentov po itogam NIR za 2021 god. V 3-h chastyah, Krasnodar, 01 marta 2022 goda. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. S. 540-543. (in Russian)

5. Karadayan L. I., Prihod'ko I. A. Issledovanie tekhnicheskikh meropriyatij pri rekul'tivacii narushennykh zemel' Krasnodarskogo kraya // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: Sbornik statej po materialam 77-j nauchno-prakticheskoy konferencii studentov po itogam NIR za 2021 god. V 3-h chastyah, Krasnodar, 01 marta 2022 goda. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. S. 567-569. (in Russian)
6. Prihod'ko I. A., Annenko A. D. Razrabotka novyh resursosberegayushchih tekhnologij vozdeystviya risa v usloviyah Krasnodarskogo kraya // Ekologiya rechnykh landshaftov : Sbornik statej po materialam V Mezhdunarodnoj nauchnoj ekologicheskoy konferencii, Krasnodar, 30 dekabrya 2020 goda. Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2021. S. 133-138. (in Russian)
7. Prihod'ko I. A., Parfenov A. V., Aleksandrov D. A. Ekologo-meliorativnye aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya v risovodstve Kubani // Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya intellektual'nogo potentsiala sel'skogo hozyajstva regionov Rossii : Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu FGBOU VO CHuvashskij GAU, CHEboksary, 22 oktyabrya 2021 goda. CHEboksary: CHuvashskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021. S. 150-152. (in Russian)
8. Gus'kov V. V. Optimal'nye parametry sel'skohozyajstvennykh traktorov / [red. V. A. Bud'ko]. Moskva: Izd-vo Mashinostroenie, 1966. 185 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 15.10.2022 г.

УДК 627.8.059.2

А. С. Романова¹
М. А. Бандурин²
И. А. Приходько³

Совершенствование диагностики технического состояния сооружений водохозяйственного комплекса юга России

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар,
Российская Федерация

¹e-mail: Any30082002@mail.ru

²e-mail: chepura@mail.ru

³e-mail: prihodkoigor2012@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются задачи и проблемы водохозяйственного комплекса юга России, а также приводятся примеры чрезвычайных ситуаций зарубежных стран, вызванных неисправностями гидротехнических сооружений. Выявлены наиболее серьезные нарушения нормального функционирования сооружений водохозяйственного комплекса юга России. Показаны значимые мероприятия для устранения неполадок на вышеупомянутых сооружениях.

Ключевые слова: водохозяйственный комплекс, гидроузел, сооружения, паводки, водоток, водосбросное отверстие.

Введение

К задачам эксплуатации относят целесообразность и экономичность управления расходами и уровнями воды гидроузлов или сооружений, а также обеспечение нормального и бесперебойного выполнения сооружениями функций, для которых они построены при соблюдении безопасности и максимальной долговечности сооружений и механического оборудования.

Вопросы обеспечения бесперебойной работы сооружений водохозяйственного комплекса путем правильного обслуживания, контроля за их работой, своевременного принятия мер по предупреждению или устранению дефектов в виде различных ремонтов составляют главную задачу технической эксплуатации сооружений.

Кроме сказанного, в задачи технической эксплуатации входит также приспособление выстроенного сооружения к изменяющимся с течением времени водохозяйственным требованиям. Последнее вполне понятно, поскольку потребности народного хозяйства изменяются, растут: например, увеличение потребности в электроэнергии требует увеличения отдачи энергии гидроузлом, следовательно, повышения его напора, степени регулирования стока; рост орошаемых площадей требует повышения зарегулированности водотока и увеличения емкости водохранилища и т. п. Приспособление сооружений к новым требованиям достигается путем реконструкции сооружений.

Материалы и методы

Одними из главных причин создания аварийных ситуаций на гидроузлах являются нарушения условий пропуска через их сооружения паводковых

расходов. Это в значительной мере определяет уровень безопасности эксплуатации гидроузлов [1].

Аварии плотин на юге России, связанные с недостаточной пропускной способностью сооружений гидроузлов, являются одними из наиболее распространенных. Двадцать пять процентов всех разрушений плотин обусловлено переливом воды через их гребень. Из общего числа аварий плотин в связи с переливом через гребень разрушается 25 % плотин из грунтовых материалов и 12 % бетонных плотин.

Перелив воды через гребень плотины, связанный с недостаточной пропускной способностью может быть вызван следующими причинами:

- необходимостью пропусков паводков с расходами больше расчетных;
- недостаточным запасом высоты гребня плотины над форсированным уровнем в верхнем бьефе;
- ошибками при проектировании или эксплуатации водопропускных сооружений.

Через водосбросные отверстия Невинномысского гидроузла на р. Кубань в 2002 г. при расчетном максимальном расходе 3000 м³/с прошел катастрофический расход более 4000 м³/с, что вызвало разрушение земляной плотины в ста метрах от гидроузла (проран) и снос двух сегментных затворов. Был отмечен значительный материальный ущерб.

Одной из распространенных причин перелива через гребень плотин и их разрушений является отказ механического оборудования гидроузлов. Например, на гидроузле Мачху (Индия) с плотиной высотой 60 м поверхностный водосброс был рассчитан на пропуск 6000 м³/с. В паводок, расход которого достиг почти 14000 м³/с (превышение в 2,3 раза) не удалось открыть 3 из 18 затворов водосброса. На плотине Ноппинкости (Швеция), высотой 67,5 м в 1985 г. при прохождении паводка был поднят лишь один из двух затворов. Плотина Литуфаллет (Норвегия) в 1986 г. была частично смыта в результате заклинивания затворов.

Тяжелая авария, вызванная заклиниванием сегментных затворов водосброса, произошла в 1994 г. на Турлянской грунтовой плотине на Урале. Подъем затворов начали выполнять лишь тогда, когда уровни воды оказались выше их гребня, что послужило причиной их заклинивания. Перелив воды при переполнении водохранилища через гребень плотины высотой 9,85 м привел к ее разрушению. Был затоплен ряд населенных пунктов в нижнем бьефе, погибло 22 человека.

Причиной разрушения ряда плотин могут оказаться перебои с электроснабжением, которые не позволят открыть затворы. В ряде случаев аварии плотин, происшедшие из-за отказа гидромеханического оборудования, были связаны с недостатками проекта и неграмотной эксплуатацией водосбросных сооружений. Следовательно, с точки зрения обеспечения пропускной способности гидроузлов и сооружений водохозяйственного комплекса, состояние гидромеханического оборудования является фактором, существенно влияющим на их безопасность.

Состояние гидромеханического оборудования вызывает серьезные опасения. Иногда перелив через гребень плотины происходит при забивке водосбросных отверстий плавающими телами (бревнами, обломками леса и др.) [2].

Результаты и обсуждение

Нарушения нормального функционирования сооружений водохозяйственного комплекса юга России могут иметь место по различным причинам:

1) некачественное выполнение строительных работ и отклонение от проектных решений;

2) неправильная оценка в проекте тех или иных природных условий (недостоверность гидрологических данных, несущая способность основания, фильтрационные характеристики грунта и т.д.);

3) износ («старение») сооружений водохозяйственного комплекса и механического оборудования;

4) воздействия на сооружения стихийных и чрезвычайных факторов (катастрофического паводка, землетрясения и др.), которые не предвидены в проекте;

5) неправильных действий эксплуатационного персонала, как, например, несвоевременное открытие затворов, что могло вызвать перелив воды через гребень земляных сооружений; допущение подъема уровня воды в верхнем бьефе сверх предельного;

Нарушения исправной работы сооружений бывают двух родов: 1) незначительные, вызывающие несущественное расстройство работы сооружения; 2) крупные, серьезные, в результате которых сооружение может частично или совершенно прекратить свою работу.

К нарушениям первого рода можно отнести незначительные осадки сооружений, появление неглубоких трещин в бетоне, небольшую фильтрацию, мелкие повреждения покрытий и одежд, временные затруднения в маневрировании затворами, местные заиливания и отложения наносов, местные подмывы и размывы и т. п. Некоторые нарушения, даже не будучи исправлены, могут некоторое время не сказываться на работе сооружений, например, внешние небольшие повреждения, мелкие трещины.

Нарушения второго рода являются серьезными и крупными повреждениями сооружения, которые значительно сокращают эффект его работы или вызывают даже полное прекращение последней на сравнительно длительное время. В последнем случае нарушения называются авариями [3]. Сюда относятся, например, подмыв флютбета плотины в результате разрушения рисбермы и т. п.

К нарушениям второго рода относятся и умышленные повреждения или даже разрушения сооружений, вызванные, например, военными действиями, диверсиями и т. п.

Для обеспечения исправной работы сооружений водохозяйственного комплекса юга России проводятся следующие мероприятия:

а) испытания сооружений при приеме их в эксплуатацию, так называемые пусковые или пуско-наладочные испытания;

б) текущий контроль за состоянием сооружений и оборудования;

в) выполнение установленных правил пропуска через сооружения воды, льда, наносов;

г) профилактические и предупредительные меры против возможных нарушений правильной работы сооружений и их оборудования;

д) своевременный текущий ремонт повреждений;

Перечисленные мероприятия могут быть сведены в две группы: 1) предупредительные, задачей которых является предупреждение возможных нарушений работы сооружений; 2) ремонтные, или восстановительные, при помощи которых текущие нарушения ликвидируются и сооружение приводится в исправное состояние.

Контроль за качеством строительных работ и их соответствием проекту производится в процессе строительства и фиксируется техническими контролерами и представителями проектной организации («авторский надзор») [4]. При сдаче законченных сооружений в эксплуатацию производится осмотр этих сооружений, установление соответствия их проекту (с учетом актов технического контроля) и проверка их работы при помощи пусковых испытаний.

При заполнении водой бьефов и каналов необходимо следить за появляющимися течами, особенно в земляных плотинах и дамбах, принимая срочные меры к заделке трещин и неплотностей. Поэтому само заполнение надо производить, медленно: вначале до 1 м в сутки, а по мере повышения глубины и напора медленнее - 0,15-0,20 м/сутки и даже 0,50-0,10 м/сутки (в земляных дамбах). Перед заполнением камер шлюзов; водоводов, водобойных колодцев и вообще нижнего бьефа надо удалить строительный мусор (особенно камень, металл), так как нередко оставленные твердые предметы приводят к преждевременному износу и даже разрушению гасительных и других устройств.

В результате осмотров и испытаний составляется перечень недоделок, которые должны быть выполнены перед сдачей сооружений в эксплуатацию, и указаний по особым условиям эксплуатации, которые были выявлены в период пусковых испытаний. Сдача сооружений в эксплуатацию фиксируется специальным актом.

Специальные технические инструкции, отражающие принятые в проекте условия работы сооружения, должны составляться проектировщиками и прилагаться к техническому проекту сооружения. Эти инструкции могут дополняться приемной комиссией по приемке сооружений в эксплуатацию специальными указаниями.

Выполнение указаний, инструкций и правил является первым основным условием правильной эксплуатации сооружений.

Основным документом, в котором отражается состояние сооружения на протяжении его существования, является паспорт сооружения. В паспорт сооружения вписываются основные, характеризующие сооружение, данные контрольных осмотров, все повреждения, его ремонты, дальнейшие конструктивные изменения и пр. В дополнение к систематическим наблюдениям производятся периодические осмотры сооружений с фиксацией состояния внешних их поверхностей: разрушения их, истирания, появления трещин и т. п. Такие осмотры особенно необходимы в речных сооружениях перед весенним паводком и спада паводка. Один раз в год следует выполнять осмотр всех сооружений с занесением результатов в паспорт сооружения.

Все сооружения водохозяйственного комплекса, находящиеся в эксплуатации более 25 лет, независимо от их состояния, должны периодически подвергаться многофакторному исследованию с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности с привлечением специализированных организаций. По результатам исследований должны быть

приняты меры к обеспечению технически исправного состояния сооружений водохозяйственного комплекса на юге России, оборудования и их безопасности.

На случаи отказов или аварий сооружений должны быть заранее разработаны: необходимая проектная документация по их раннему предотвращению (с учетом расчетных материалов по воздействию волн прорыва из водохранилищ) и соответствующие инструкции по их ликвидации.

Выводы

Таким образом, оборудование сооружений водохозяйственного комплекса юга России, средства его дистанционного или автоматического управления и сигнализации, а также подъемные и транспортные устройства общего назначения должны быть в исправности и находиться в состоянии готовности к работе. Непосредственно перед весенним половодьем затворы водосбросных сооружений и их закладные части, используемые при пропуске половодья, должны быть освобождены от наледей и ледяного припая, чтобы обеспечить возможность маневрирования ими.

Механическое оборудование сооружений водохозяйственного комплекса должно периодически осматриваться и проверяться в соответствии с утвержденным графиком. Инструментальное обследование состояния основных затворов должно проводиться по мере необходимости. Для затворов, находящихся в эксплуатации 25 лет и более, периодичность обследований не должна превышать 5 лет [5].

Должны быть обеспечены водонепроницаемость затворов, правильная посадка их на порог и плотное прилегание к опорному контуру. Затворы не должны иметь перекосов и недопустимых деформаций при работе под напором.

Грузоподъемное оборудование, не подведомственное органам государственного контроля и надзора, периодически, не реже 1 раза в 5 лет, подлежит техническому освидетельствованию. Обследование канатов, тяговых органов, изоляции проводов и заземления, состояния освещения и сигнализации грузоподъемного оборудования должно производиться не реже 1 раза в год.

Полное закрытие, затворов, установленных на напорных водоводах, может проводиться лишь при исправном состоянии аэрационных устройств.

В необходимых случаях должны быть обеспечены утепление или обогрев пазов, опорных устройств и пролетных строений затворов, сороудерживающих решеток, предназначенных для работы в зимних условиях.

Сороудерживающие конструкции (решетки, сетки, запани) должны регулярно очищаться от сора. Для каждой электростанции должны быть установлены предельные по условиям прочности и экономичности значения перепада уровней на сороудерживающих решетках.

Оборудование сооружений (затворы, решетки, подъемники и др.) должно содержаться в постоянной готовности. Для этого необходимо периодически смазывать трущиеся части, регулировать тормоза, периодически опробовать затворы (особенно донные), удалять засорения и т. п. Необходимо вести борьбу с поступлением мусора (поверхностного и внутриводного), плавающих предметов, лижем или полей торфа (в низконапорных и средненапорных гидроузлах), забивающих решетки отверстий сооружений, пазы затворов и проч. [6].

Особое внимание надо обратить на плотность закрытия затворов и принимать меры к уменьшению фильтрации через неплотности, которые на практике наблюдаются во многих случаях. В период работы затворов необходимо следить за возможными вибрациями затвора, вакуумами и устранять их путем изменения режима работы затвора и даже внесения в последующем конструктивных исправлений.

Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда и Кубанского научного фонда № 22-17-20001.

Литература

1. Волосухин В. А., Бандурин М. А. Необходимость многофакторной диагностики донской шлюзованной системы в условиях роста дефицита водных ресурсов и безопасности сооружений // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2017. Т. 9. № 2. С. 346-354.
2. Бандурин М. А., Волосухин В. А., Ковшевацкий В. Б., Бандурин В. А., Волосухин Я. В. Способ и устройство создания противофильтрационного покрытия оросительных каналов. Патент на изобретение RU 2408761 С2, 10.01.2011. Заявка № 2009112150/21 от 01.04.2009.
3. Бандурин М. А., Волосухин В. А. Мониторинг сооружений водного хозяйства // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы. Правительство Ростовской области, Министерство сельского хозяйства и продовольствия; ФГБОУ ВПО АЧГАА. 2012. С. 98-101.
4. Патент № 2471339 С1 Российская Федерация, МПК А01G 16/00, А01В 79/02. Способ мелиорации почвы в паровом поле рисового севооборота к посеву риса: № 2011124233/13 : заявл. 15.06.2011 : опубл. 10.01.2013 / М. И. Чеботарев, И. А. Приходько ; заявитель ФГБОУ ВПО "Кубанский государственный аграрный университет".
5. Optimization problem in mathematical modeling of technological processes of economic activity on rice irrigation systems / T. Safronova, S. Vladimirov, I. Prikhodko, A. Sergeyev // E3S Web of Conferences: P. 05014. DOI 10.1051/e3sconf/202021005014.
6. Кирейчева Л. В., Карпенко Н. П., Хохлова О. Б. Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2010. 240 с.

A. S. Romanova¹
M. A. Bandurin²
I. A. Prikhodko³

Improvement of diagnostics of the technical condition of water facilities in the South of Russia

I. T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russian Federation

¹e-mail: Any30082002@mail.ru

²e-mail: chepura@mail.ru

³e-mail: prihodkoigor2012@yandex.ru

Abstract. This article discusses the tasks and problems of the water management complex of the south of Russia, as well as provides examples of emergencies in foreign countries caused by malfunctions of hydraulic engineering structures. The most serious violations of the normal functioning of the structures of the water management complex of the south of Russia have been identified. Significant measures for troubleshooting at the above-mentioned facilities are shown.

Keywords: water management complex, waterworks, structures, floods, watercourse, spillway.

References

1. Volosuhin V. A., Bandurin M. A. Neobhodimost' mnogofaktornoj diagnostiki donskoj shlyuzovannoj sistemy v usloviyah rosta deficita vodnyh resursov i bezopasnosti sooruzhenij // Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova. 2017. T. 9. № 2. S. 346-354 (in Russian)
2. Bandurin M. A., Volosuhin V. A., Kovshevackij V. B., Bandurin V. A., Volosuhin YA.V. Sposob i ustrojstvo sozdaniya protivofil'tracionnogo pokrytiya orositel'nyh kanalov. Patent na izobretenie RU 2408761 C2, 10.01.2011. Zayavka № 2009112150/21 ot 01.04.2009. (in Russian)
3. Bandurin M. A., Volosuhin V. A. Monitoring sooruzhenij vodnogo hozyajstva // Innovacionnye puti razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: zadachi i perspektivy. Pravitel'stvo Rostovskoj oblasti, Ministerstvo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya; FGBOU VPO ACHGAA. 2012. S. 98-101. (in Russian)
4. Patent № 2471339 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01G 16/00, A01B 79/02. Sposob melioracii pochvy v parovom pole risovogo sevooborota k posevu risa : № 2011124233/13 : zayavl. 15.06.2011 : opubl. 10.01.2013 / M. I. Chebotarev, I. A. Prihod'ko; zayavitel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet" (in Russian)
5. Optimization problem in mathematical modeling of technological processes of economic activity on rice irrigation systems / T. Safronova, S. Vladimirov, I. Prihodko, A. Sergeyev // E3S Web of Conferences : 8, Rostov-on-Don, 19–30 avgusta 2020 goda. Rostov-on-Don, 2020. P. 05014.
6. Kirejcheva L. V., Karpenko N. P., Hohlova O. B. Novye tekhnologii proektirovaniya, obosnovaniya stroitel'stva, ekspluatacii i upravleniya meliorativnymi sistemami. - Moskva: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gidrotekhniki i melioracii imeni A.N. Kostyakova, 2010. 240 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 08.10.2022 г.

УДК 628.19(285.32)(477.75)

И. И. Руднева¹
П. В. Гайский¹
В. В. Чабан²
Н. В. Гуськова²
В. Г. Шайда³
О. В. Шайда¹

**Сезонная динамика содержания
карбонатов в рапе Восточного бассейна
Сакского озера (Республика Крым)**

¹ Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь,
Российская Федерация
e-mail: svg-41@mail.ru

² ГУ НПП РК «Крымская гидрогеологическая режимно-
эксплуатационная станция», г. Саки, Российская Федерация
e-mail: vic_84@list.ru

³ ООО «Экосервис А+», Москва, e-mail: svg-41@mail.ru

Аннотация. Сакское озеро — одно из наиболее крупных приморских соленых озер Крыма на юго-западном побережье Черного моря. Под воздействием климатических факторов и биоты в озере сформировались специфические условия, изменяющиеся в течение года. Содержание карбонатов в рапе Сакского озера имело выраженную сезонную динамику: при увеличении температуры и снижении количества атмосферных осадков: возрастало летом в результате интенсивного испарения и уменьшалось в холодное время. Полученные данные отражают характерные флуктуации процессов в соленом озере, обусловленные климатическими и сезонными факторами.

Ключевые слова: гиперсоленые озера, Крым, карбонаты, сезонные изменения, профиль температуры, климатические факторы

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется изменению углеродного цикла, который является одним из важнейших биогеохимических циклов на планете. поскольку его составляют процессы, обеспечивающие обмен углекислым газом между океаном, атмосферой и наземными экосистемами. Карбонатная система морской воды включает многообразие реакций между абиотической (газообмен между водой и атмосферой, перемещение водных масс, образование и трансформация карбонатов) и биотической компонентами океана (фотосинтез, разложение органического вещества, дыхание, микробная активность в донных осадках и в воде, биогенное образование и деградация карбонатов). Она является основной буферной системой океана, регулирует pH морской воды, влияет на соотношение химических элементов. их формы и миграцию. протекание геохимических и биологических процессов.

Считается, что глобальное потепление климата в настоящее время связано с возрастанием поступления в атмосферу парниковых газов, в том числе соединений углерода (CO₂, CH₄, CO и др.), что существенным образом нарушает углеродный баланс на планете. В доиндустриальный период моря и океаны утилизировали все увеличивающееся количество CO₂ из атмосферы, при этом pH, насыщение кальцитом и арагонитом последовательно снижалось со временем. Этот процесс получил название «закисление океана». Предполагают, что pH океанической воды к концу столетия понизится на 0,3 единицы в связи с

насыщением атмосферы CO_2 [1], что приведет к нарушению биогеохимического цикла углерода на планете.

Другим важнейшим парниковым газом после CO_2 является метан CH_4 , его доля увеличивается в атмосфере на 16–25% в связи с потеплением [2]. Общая концентрация метана в атмосфере значительно возросла по сравнению с преиндустриальным периодом с 722 ± 25 ppb в 1750 г. до 1803 ± 2 ppb in 2011 в основном за счет антропогенной деятельности [3]. Эмиссия приповерхностного CH_4 с 2000 to 2009 гг. составила 678 Tg CH_4 в год и варьировала в пределах 542–852 Tg CH_4 ежегодно. Большой вклад в обогащение атмосферы метаном вносят насыщенные кислородом поверхностные воды океана, которые содержат повышенные концентрации метана по отношению к содержанию этого газа в атмосфере [4], но этому парадоксу пока нет объяснения. Все вышесказанное свидетельствует о необходимости изучения биогеохимических циклов углеродсодержащих соединений в морской среде и на границе донные отложения-вода-воздух, а также роли морских организмов в этих процессах в современных условиях.

Существенная роль в трансформации углеродсодержащих соединений принадлежит внутренним водоемам – озерам, водохранилищам и болотам, которые взаимодействуют с наземными экосистемами и во многом определяют особенности биогеохимических циклов в данной местности [5, 6]. В связи с этим возникает необходимость мониторинга динамики углеродсодержащих соединений в таких водоемах и выяснение факторов, которые влияют на процессы взаимодействия соединений углерода для получения реальной картины распределения растворенного CO_2 , общего содержания растворенного неорганического углерода и других, связанных с ними параметров.

Сакское озеро – одно из наиболее крупных приморских соленых озер Крыма (рис. 1). Под воздействием климатических факторов и жизнедеятельности гидробионтов в нем сформировались специфические условия, характеризующиеся переменной соленостью в различные сезоны года, наличием лечебных грунтов и рапы, которые интенсивно применяются в бальнеологии, косметологии и фармацевтике. Минеральные ресурсы Сакского озера в течение долгих лет используются в галургической промышленности и в бальнеологии [7, 8].



Рис. 1. Восточный бассейн Сакского озера
Составлено авторами

Восточный бассейн Сакского озера является участком промышленной добычи лечебных грязей и рапы. Изучение динамики гидроминерального состава рапы, включая изменения углеродсодержащих компонентов в ней, представляет как практический интерес, так и теоретический, поскольку позволяет понять механизмы и факторы, влияющие на особенности биогеохимического цикла углерода в соленых озерах, в том числе при изменении климата и под влиянием антропогенной деятельности. Сезонный мониторинг этих соединений может способствовать разработке мероприятий по сохранению и оптимальному использованию гидроминеральных ресурсов Восточного бассейна Сакского озера.

Целью настоящей работы явилось изучение сезонной динамики содержания карбонатных соединений в рапе Восточного бассейна Сакского озера в 2019 году.

Материалы и методы

Площадь водного зеркала Восточного бассейна Сакского озера составляет 1,27 км². Максимальные глубины (0,7–2,0 м) отмечены в восточной части водоема в районе добычи лечебных грязей. Среднемноголетний уровень водоема –1,02 м абс. На протяжении последних пятидесяти лет Восточный бассейн Сакского озера используется для добычи пелоидов (лечебных иловых сульфидных грязей) и озерной рапы. Он почти полностью исключен из естественной системы питания поверхностными и грунтовыми водами и привносимыми ими продуктами почвенной эрозии. В результате этого водоем практически трансформировался в грязевой бассейн, в котором геохимическая функция литосферы оказывает незначительное влияние на процесс формирования донных отложений, вследствие чего произошло некоторое приостановление естественного грязеобразования в последние годы [9].

Пробы рапы отбирали ежемесячно в 2019 г. в контрольной точке Восточного бассейна Сакского озера (рис. 2). Показатели pH оценивали в лабораторных условиях при помощи анализатора Expert-001 («Econix-Expert Моеха CoLtd», Россия) с использованием соответствующих селективных электродов фирмы «Вольта» (Россия). Определение содержания гидрокарбонат-иона проводили титриметрическим методом с помощью 0.1 Н раствора соляной кислоты с индикатором метилоранжевый. Для анализа содержания карбонат-ионов применяли тот же метод, используя в качестве индикатора фенолфталеин. [10,11]. Определения проводили в трех повторностях и вычисляли среднее значение. Корреляционный анализ между содержанием карбонатов и гидрокарбонатов в исследуемый период времени проводили с помощью компьютерной программы CURFVIT.

В конце 2021 г. на границе грузевого пелоида Восточного бассейна у контрольной точки была установлена система сопутствующих измерений с периодом 10 секунд 5-метрового вертикального профиля температуры с дискретностью 20 см на границах раздела воздух-рапа-грунт до глубины 3 м грязевых отложений с одновременным контролем приводной концентрации-выделения углекислого газа и метана

Результаты и обсуждение

Результаты исследований показали, что в 2019 г. температура воздуха и рапы последовательно увеличивалась с конца марта и наибольшие величины были отмечены в июне-июле (свыше $+30^{\circ}\text{C}$). Осенью температура снижалась вплоть до отрицательных значений. Между температурой рапы и температурой воздуха была обнаружена высокая корреляция ($r=0.77$).



Рис. 2. Место отбора проб в Восточном бассейне Сакского озера
Составлено авторами

В исследуемый период значения рН рапы незначительно изменялись в пределах 7,6 – 7,9, однако в августе отмечено некоторое снижение этого показателя до 7.2.

Динамика изменения содержания карбонатов и гидрокарбонатов представлена на рис. 3. Концентрация карбонатов изменялась в пределах 0.02 - 0.07 г/дм³, гидрокарбонатов - 0.15-0.26 г/дм³. Как можно видеть, содержание гидрокарбонатов значительно превышало концентрацию карбонатов во все исследуемые сезоны. Наибольшее содержание карбонатов было отмечено в январе (0.07 г/дм³), затем этот показатель снижался к марту (0,02 г/дм³), вновь возрастал в мае, падал до минимальных значений (0,02 г/дм³) в августе и вновь увеличивался в осенне-зимний период.

Несколько иная зависимость установлена для содержания гидрокарбонатов. В этом случае показатель увеличивался в феврале, затем снижался в апреле-мае, достигал максимальных значений в августе (0.31 г/дм³) и незначительно падал в осенне-зимний период. Соотношение карбонаты/гидрокарбонаты приведено на рис. 4. При этом обнаружена существенная корреляция между содержанием карбонатов и гидрокарбонатов ($r=0,74$). Следует отметить, что самый высокий показатель установлен в январе, затем доля карбонатов по отношению к гидрокарбонатам снижалась, нарастала в апреле-июле, вновь падала летом и повышалась в осенне-зимний период.

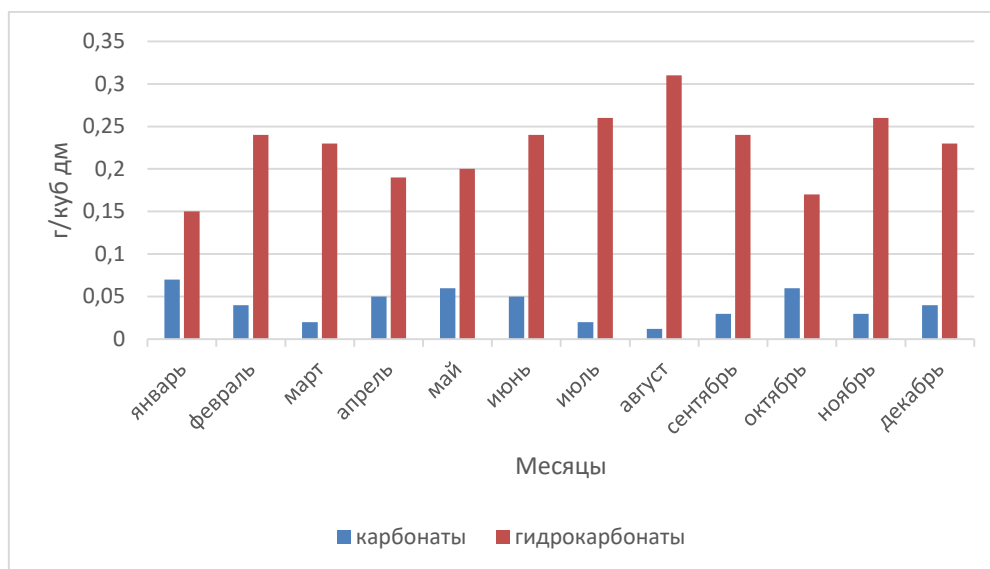


Рис. 3. Сезонные колебания содержания карбонатов в рапе Восточного бассейна Сакского озера в 2019 г.

Составлено авторами

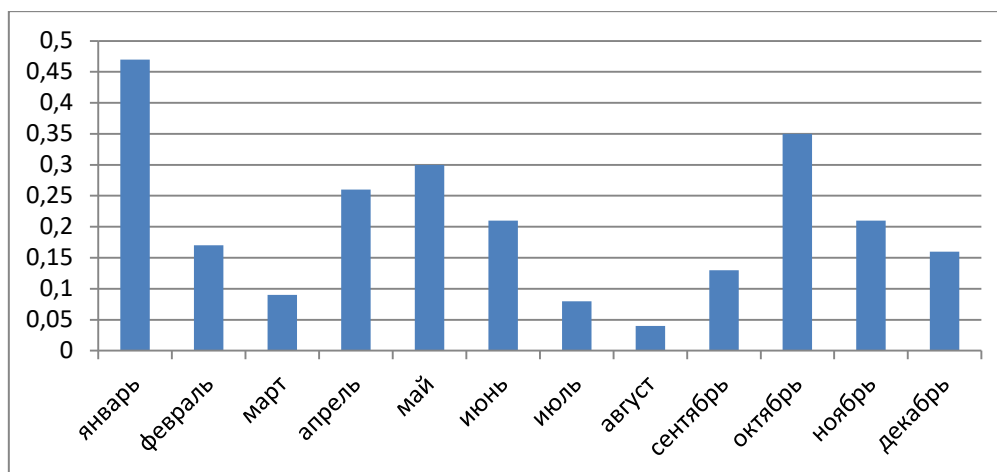


Рис. 4. Сезонные колебания соотношения карбонаты/гидрокарбонаты в рапе Восточного бассейна Сакского озера в 2019 г.

Составлено авторами

Таким образом, результаты исследований показали выраженную сезонную динамику содержания карбонатов и бикарбонатов в рапе Восточного бассейна Сакского озера. Карбонатная система представляет собой одну из наиболее сложных многокомпонентных равновесных систем природных вод, поддерживающих баланс кислотно-восстановительных условий водных сред. Соотношение ее элементов (угольная кислота (H_2CO_3), карбонат- (CO_3) и бикарбонат- (HCO_3) ионы, свободная углекислота (CO_2), поддерживают постоянство величины рН и реагируют на любые изменения биохимических и физических параметров среды. Как было показано ранее, несмотря на

существенные изменения температуры и солености рапы Восточного бассейна, рН ее варьировала незначительно.

Карбонаты принимают участие в многообразии биологических, физических и химических процессов. Они характеризуются широким спектром химических модификаций, разнообразием степени порядка/беспорядка в структуре, и в связи с этим выполняют важную функцию в протекании геологических процессов и жизнедеятельности организмов [12]. Как показали наши исследования, на динамику соотношения углеродсодержащих соединений влияли как метеорологические условия (температура, осадки), так и жизнедеятельность биоты, которая изменяла физико-химические свойства рапы, способствовала поглощению и усвоению органического углерода, что приводило к взаимопревращению карбонатных соединений [13]. Это имеет важное значение для цикла углерода в водоемах, поскольку предполагают, что в настоящее время концентрация растворенного в воде CO_2 будет возрастать, а содержание иона карбоната CO_3^{2-} снижаться, что создаст определенные проблемы для морских организмов и обитателей гиперсоленых водоемов, образующих биогенный карбонат кальция CaCO_3 для формирования раковин и экзоскелета.

Анализ динамики распределенного вертикального профиля температуры показал, что в грязевых отложениях на глубинах свыше 1 м происходят активные биохимические процессы, сопровождающиеся круглогодичными завышенными значениями температур ($14\text{--}16^\circ\text{C}$). Результаты 9-ти месячных сопутствующих наблюдений концентрации приводных CO_2 и CH_4 показали несущественную изменчивость в пределах нормы ($0,03\text{--}0,09\%$) содержания углекислого газа над поверхностью озера и наличие систематических выбросов метана (до $0,98\%$), имеющих сезонный характер с увеличением интенсивности к летнему периоду.

Изучение особенностей естественной временной изменчивости карбонатного цикла в различных водоемах необходимо как для понимания причин и основных тенденций изменения климата на планете и для составления прогноза их изменений в будущем, для контроля антропогенной активности и мероприятий по охране водной среды.

Выводы

Установленная сезонная динамика содержания карбонатных соединений в рапе Восточного бассейна Сакского озера зависела от климатических факторов и от жизнедеятельности гидробионтов. Учитывая данные о других гидрохимических параметров (рН, Eh, температуры, солености, содержании кислорода), соотношение концентраций карбонатов может дать важную информацию об интенсивности биохимических реакций, процессов переноса и трансформации вод, влияния загрязнителей антропогенного происхождения на экологическое состояние водоема. Вместе с тем интерес представляет изучение взаимодействия комплекса углеродсодержащих соединений, прежде всего сезонная динамика метана, что будет способствовать более детальному установлению механизмов изменения концентрации углеродсодержащих соединений в соленом озере. В связи с этим возникает необходимость создания специальных прибрежных комплексов, оснащенных автономными системами контроля приводных газов в морских и прибрежных акваториях, позволяющих в

течение достаточно длительного периода времени исследовать газовыделение и те биогеохимические процессы, которые ему сопутствуют.

Работа выполнена по теме государственного задания МГИ РАН 0555-2021-0004 «Фундаментальные исследования океанологических процессов, определяющих состояние и эволюцию морской среды под влиянием естественных и антропогенных факторов, на основе методов наблюдения и моделирования» (шифр «Океанологические процессы»).

Литература

1. Dore J., Roger Lukas R., Daniel W. Sadler D.W., Church M.J., David M. Karl D.M. Physical and biogeochemical modulation of ocean acidification in the central North Pacific. // PNAS, 2009, vol. 106, No 30, p. 12235-12240.
2. Etminan M. G., Myhre E., J. Highwood J., Shine K. P. (2016), Radiative forcing of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide: A significant revision of the methane radiative forcing, // Geophysical. Reserch. Letters. 2016, vol. 43, No 12, p.614–623.
3. Kirschke S., Bousquet P., Ciais, P. et al. Three decades of global methane sources and sinks // Nature Geoscience, 2013, vol. 6, No 10, p. 812-824.
4. Rudneva I. I., Shaida V. G., Shcherba A. V. Features of the Interannual and Seasonal Dynamics of the Ecological State of Salt Lakes under the Arid Climate of Crimea // Arid Ecosystems, 2022, vol. 12, No. 3, p. 336–343.
5. Karl D. M., Beversdorf L. C.M., Orkman B. J. et al. Aerobic production of methane in the sea // Nature geoscience, 2008, vol. 1, p. 472-478.
6. Моисеенко Т. И., Гашкина Н. А. Формирование химического состава вод озер в условиях изменения окружающей среды. 2010. М: Наука. 275 с.
7. Тютюник Е. В., Хохлов В. А. Практическое значение биологических исследований на Сакском грязевом месторождении // Сборник статей специалистов ДП «Сакская ГГРЭС» 1995–2007 гг. Саки: ДП «Сакская ГГРЭС». 2007, с. 53–58.
8. Иваницкий В. А, Васенко В. И., Чабан В. В. Геоэкологическое изучение, режим, эксплуатация и горно-санитарная охрана месторождений гидроминеральных ресурсов Республики Крым в зоне действия ГУ НПП РК «Крымская ГГРЭС». Отчет о научно-практической работе за 2019 г. Саки: ГУ НПП РК «Крымская ГГРЭС». 2020, 213 с.
9. Чабан В. В. Влияние техногенных изменений геологической среды на экологическое состояние Сакского соленого озера // Вестник Днепропетровского национального университета. Серия «Геология. География». 2013, Т. 2, вып. 16, с. 77–84.
10. Критерии оценки качества лечебных грязей при их разведке, использовании и охране». Методические указания №10-11/40 от 11.03.1987 г. Минздрав СССР, Москва, 1987г.
11. СанПиН 2.1.5.2582-10 Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения
12. Солотчина Э. П., Скляр Е. В., Вологина Е. Г., и др. Карбонаты в осадочной летописи соленого озера Цаган-Тырм (западное Прибайкалье): новый тип палеоклиматических сигналов высокого разрешения // Доклады Академии наук, 2008, т. 421, № 3, с. 391-398.

13. Ge Y., Della Porta G., Pederson C. L., Lokier S. W., Hoffmann R., Immenhauser A. Botryoidal and Spherulitic Aragonite in Carbonates Associated with Microbial Mats: Precipitation or Diagenetic Replacement Product? // *Frontiers Earth Sciences*, 2021, vol. 9, p. 698-952.

I. I. Rudneva¹
P. V. Gaitskiy¹
V. V. Chaban²
E. F. Guskova²
V. G. Shaida³
O. V. Shaida¹

Seasonal dynamics of the carbonate concentration in the brine of the Eastern basin of Saky Lake (Crimean Republic)

¹ Marine Hydrophysical Institute RAS, Sevastopol,
e-mail: svg-41@mail.ru

² Crimean GRES Saki, e-mail: vic_84@list.ru

³ Ecoservice A+ LLC, Moscow, e-mail: svg-41@mail.ru

Abstract. *Saky lake is one of the largest marine salt lake in Crimea located in the eastern-west coast of the Black Sea. Under influence of climate factors and biota in the lake was formed the specific conditions, changing due the year. The concentration of the carbonates ranged seasonally: at high temperature and low precipitation it increased at summer resulted high level of the insolation and decreased at cold time. The obtained results reflect the characteristic fluctuations of the processes in the salt lake, caused climate and seasonal changes.*

Keywords: *hypersaline lakes, Crimea carbonates, seasonal changes, temperature profile, climate factors.*

References

1. Dore J., Roger Lukas R., Daniel W. Sadler D.W., Church M.J., David M. Karl D.M. Physical and biogeochemical modulation of ocean acidification in the central North Pacific. *PNAS*. 2009., vol. 106, No 30, p. 12235-12240.
2. Etminan M. G., Myhre E., J. Highwood J., Shine K. P. (2016), Radiative forcing of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide: A significant revision of the methane radiative forcing, *Geophysical. Reserch. Letters*. 2016, vol. 43, No 12, p.614–623,
3. Kirschke S., Bousquet P., Ciais, P. et al. Three decades of global methane sources and sinks *Nature Geoscience*, 2013, vol. 6, No 10, p. 812-824.
4. Rudneva I. I., Shaida V. G., Shcherba A. V. Features of the Interannual and Seasonal Dynamics of the Ecological State of Salt Lakes under the Arid Climate of Crimea. *Arid Ecosystems*. 2022, vol. 12, No. 3, p. 336–343.
5. Karl D. M., Beversdorf L.C.M., Orkman B. J. et al. Aerobic production of methane in the sea *Nature geoscience*, 2008, vol. 1, p. 472-478.
6. Moiseenko T. I. and Gashkina N. A., Formirovanie khimicheskogo sostava vod ozer v usloviyakh izmeneniya okruzhayushchei sredy (Chemical Composition of Lake Water Affected by Environmental Changes), Moscow: Nauka, 2010, 275 p. (in Russian)
7. Tutunik E. V., Hohlov V. A. *Practicheskoe znachenie biologicheskikh issledovaniy na Saksom grayzevom mestorojdenii.*(Practical importance of the biological

- studies on Saki mud site). Proceedings of the papers of the specialists of DP 'Sakskaya GGRES' 1995–2007. Saky. 2007. p. 53–58. (in Russian)
8. Ivanitskiy V. A., Vasenko V. I., Chaban V. V. Geoekologicheskoe izuchenie, regime, ekspluatatsiya i gorno-sanitarnaya ohrana mestorojdenii gidromineralnykh resursov Respubliki Krym v zone deistviya GU NPP RC «Krymskaya GGRES». (Geoecological studies, regime, exploitation, and mountain-sanitary protection of the hydromineral resources of Crimean republic in the zone of activity of GU NPP CR) Report of the scientific-practical work at the period of 2019 г. Saki: GU NPPCR «Crimean GGRES». 2020, 213 p. (in Russian)
 9. Kriterii ocenki kachestva lechebnykh grayzeq pri ih razvedke, ispolzovanii i ohrane (Criteria of the evaluation of treatment mud at the case of their search, application and protection) Methodological recommendations №10-11/40 от 11.03.1987 Minzdrav of the USSR, Moscow, 1987. (in Russian)
 10. SanPin 2.1.5.2582-10 Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k ohrane pribreynykh vod morei ot zagryazneniya v mestakh vodopolzovaniya naseleniya. Sanitary- epidemiological recommendations for the protection of the coastal marine waters against pollution at the sites of anthropogenic activity of the population. (in Russian)
 11. Chaban V. V. Vliyeniye tehnogennykh izmeneniy geologicheskoy sredy na ekologicheskoye sostoyaniye sakskogo solenogo ozera. (The influence of technogenetic changes of the geological environment on the ecological state of Saki lake). Proceedings of Dnepropetrovsk National University. Part «Geology. Geography». 2013 vol. 2, No. 16. p. 77–84. (in Russian)
 12. Ge Y., Della Porta G., Pederson C. L., Lokier S. W., Hoffmann R., Immenhauser A. (2021) Botryoidal and Spherulitic Aragonite in Carbonates Associated with Microbial Mats: Precipitation or Diagenetic Replacement Product? *Frontiers Earth Sciences*, 2021, vol. 9, p. 698-952.
 13. Solotchina E. p., Sklyarov E. V., Vologina E. G., et al. Karbonaty v osadochnoi letopisi solenogo ozera Cagan-Tyrm (zapadnoye Pribaikalie): noviy tip paleoklimaticheskikh signalov vysokogo razresheniya. (Carbonates in the sediment history of the salt lake Cagan-Tyrm (western Pribaikalie); new type of paleoclimate signals of high resolution. Reports of the Academy of Sciences, 2008, vol. 421, № 3, p. 391-398 (in Russian).

Поступила в редакцию 13.10.2022 г.

УДК 551.521.2

И. Н. Сенин¹

К. В. Антохина¹

А. А. Ширяева¹

Е. Ю. Антонова²

У. А. Сидорина²

Е. А. Бураева²

Радионуклиды в компонентах экосистем горных районов Республики Адыгея

¹ ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
физический факультет, Ростов-на-Дону,
Российская Федерация
e-mail: senjokusa@gmail.com

² Научно-исследовательский институт физики Южного
федерального университета, Ростов-на-Дону,
Российская Федерация
e-mail: buraeva_elena@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты измерения удельной активности радионуклидов в различных элементах экосистемы в горных районах Республики Адыгея. На исследуемой территории были проведены пешеходная гамма-съемка и отбор проб почв, мхов, опада и грибов. В работе используются данные, полученные за 10 лет экспедиций (с 2010 г. по 2020 г.). Сделаны выводы о величине коэффициента накопления в разных элементах экосистем. Полученная информация позволяет судить об активности разных видов почв.

Среди рассмотренных элементов экосистем можно выделить грибы, так как они имеют наибольший коэффициент накопления радионуклидов. Удельная активность грибов в среднем в 3,4 раза больше удельной активности почв.

В работе были рассмотрены следующие виды почв: ранкер лесной среднесуглинистый ненасыщенный на элювии гранитов, луговая ненасыщенная (кислая) тяжелосуглинистая на валунно-галечниковых отложениях, луговая ненасыщенная маломощная глееватая среднесуглинистая на валунно-галечниковых отложениях, аллювиально-дерновая ненасыщенная тяжелосуглинистая на аллювиально-делювиальных отложениях, аллювиально-дерновая ненасыщенная супесчаная на аллювиально-делювиальных отложениях, бурая лесная ненасыщенная глееватая глинистая на желто-бурой глине. Среди рассмотренных видов почв выделяются почвы, залегающие на гранитах. Они являются самыми высокоактивными, наблюдается особенно высокая удельная активность ¹³⁷Cs.

Ключевые слова: удельная активность, естественные радионуклиды, искусственные радионуклиды, горные породы, почвы, мхи, грибы, опад, Адыгея, экосистема.

Введение

Исследование радиационной обстановки является важнейшей задачей для человечества. В почвах присутствуют почти все известные в природе химические элементы, в том числе и радиоактивные. Среди элементов биосферы почвы обладают наиболее высокой степенью радиоактивности [1-3].

По результатам данной работы можно проследить за распределением радионуклидов на территории Республики Адыгея, которая входит в состав Южного федерального округа Российской Федерации. Это важно, прежде всего, потому что элементы экосистемы являются продуктами питания различных

животных и растений, которые могут быть использованы человеком, и, следовательно, оказать влияние на его здоровье. Южная часть Российской Федерации является курортным регионом, поэтому безопасность здоровья людей напрямую зависит от состояния почвы. Помимо этого, Адыгея – индустриально-аграрная республика с такими отраслями промышленности, как пищевая, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная.

Цель работы – выявление закономерности распределения, миграции и накопления радионуклидов в элементах экосистемы горной Адыгеи.

Материалы и методы

В данной работе использованы данные, полученные в ходе регулярных экспедиций в горные районы Республики Адыгеи. За время экспедиции отбирались пробы почв, растений и грибов на контрольных участках, отмеченных на карте-схеме (рис. 1).

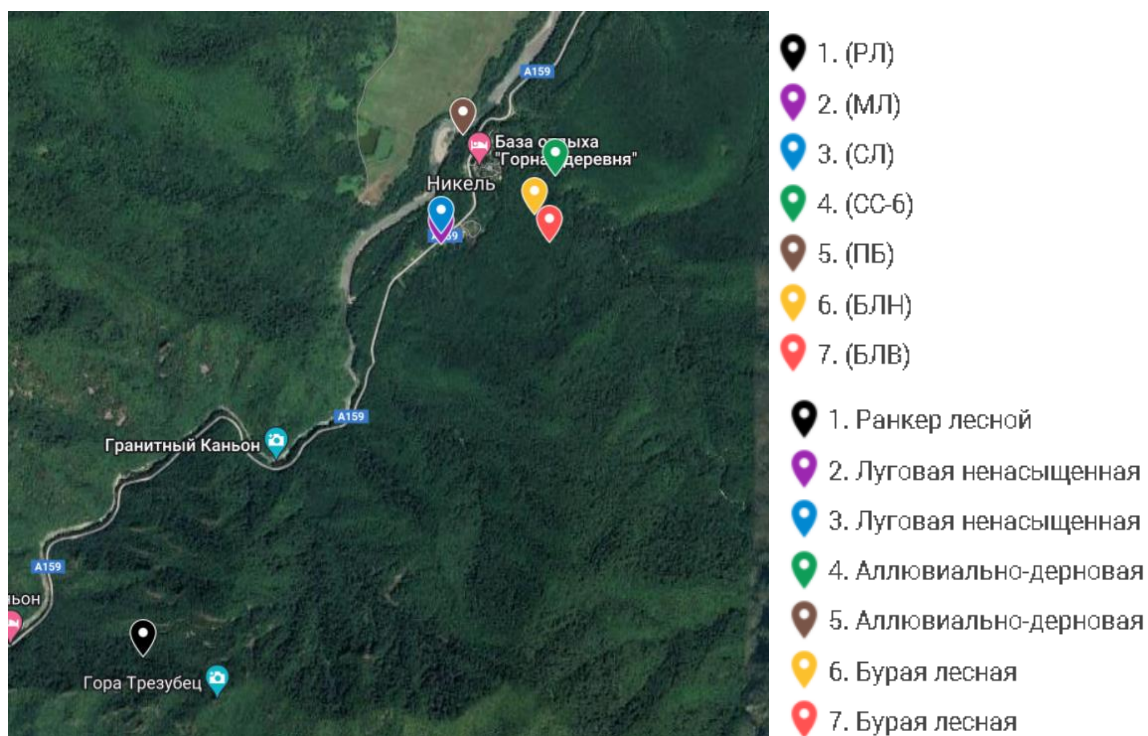


Рис. 1. Карта-схема контрольных участков в горных районах Республики Адыгея
Составлено авторами

Для отбора проб использовалось полевое оборудование: лопаты, рулетки, линейки, пакеты, секаторы, ножи. После отбора пробы фиксируется информация о ней, включая дату и время отбора, данные об участке, глубина отбора пробы, данные о типе почвы, площадь отбора (для растительности). Перед дальнейшим анализом все пробы прошли пробоподготовку, которая включает в себя: высушивание пробы, измельчение, просеивание, озоление (для растительных проб).

Для определения удельной активности гамма-излучающих радионуклидов (искусственного ^{137}Cs , естественных ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) в пробе проводится гамма-спектрометрия на сцинтилляционном спектрометре «Прогресс-гамма».

Результаты и обсуждение

После проведения анализа данных были получены следующие результаты (рис. 2-5, табл. 1-4):

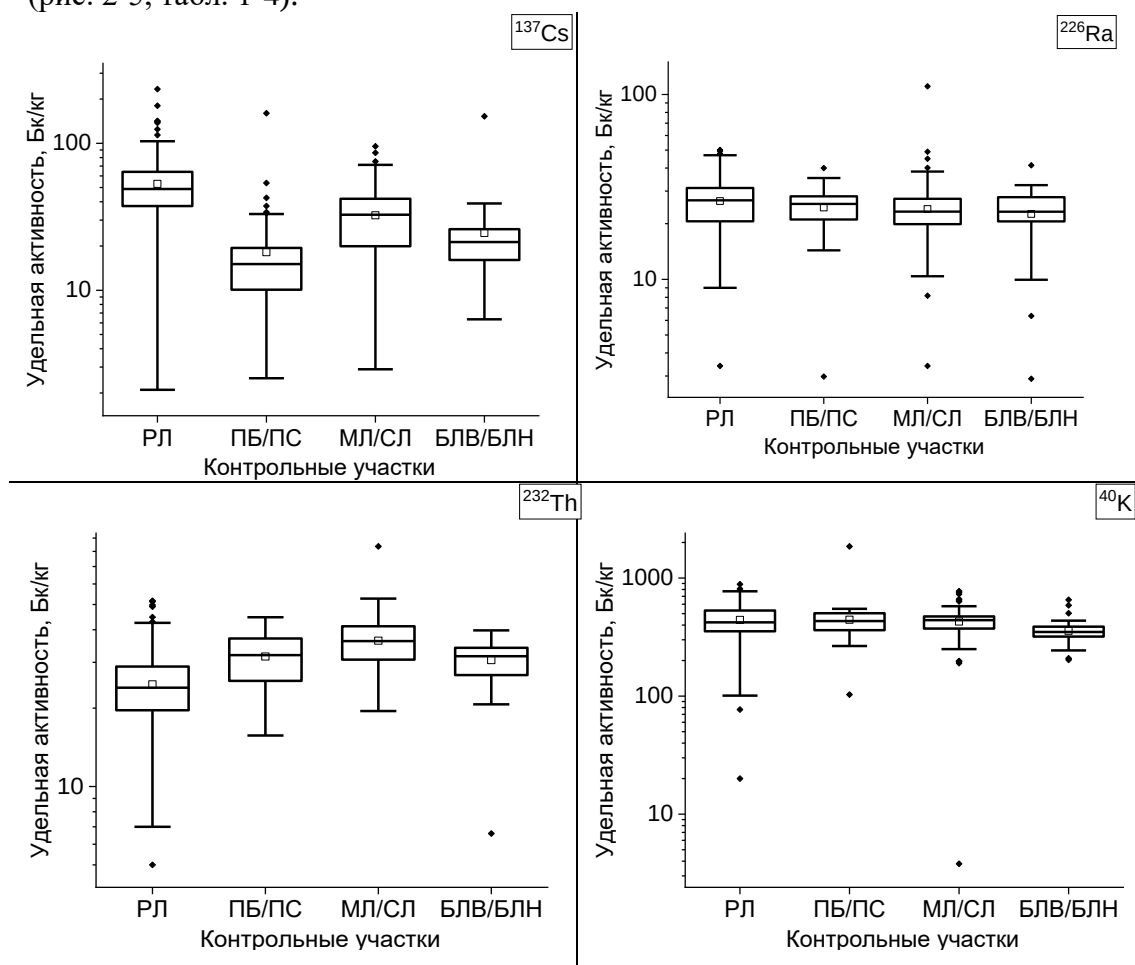


Рис. 2. Распределение радионуклидов в почвах Майкопского района, Республики Адыгея (индексы контрольных участков представлены на рис. 1)

Составлено авторами

Таблица 1

Результаты статистического анализа удельной активности радионуклидов в почвах Майкопского района, Республики Адыгея

<i>Распределение радионуклидов в опаде по контрольным участкам</i>				
Параметр	РЛ	ПБ/ПС	МЛ/СЛ	БЛВ/БЛН
^{137}Cs				
Минимум, Бк/кг	0,2	1,8	0,2	1,0
Максимум, Бк/кг	62,7	10,3	40,7	16,4
Среднее арифметическое, Бк/кг	15,0	4,7	14,4	7,1
Медиана, Бк/кг	9,7	4,4	12,2	7,2
^{226}Ra				
Минимум, Бк/кг	1,2	0,4	6,0	3,3
Максимум, Бк/кг	44,4	40,1	19,2	36,1

Среднее арифметическое, Бк/кг	18,2	17,3	11,6	12,3
Медиана, Бк/кг	11,6	15,6	9,75	10,7
^{232}Th				
Минимум, Бк/кг	2,6	0,7	1,8	2,1
Максимум, Бк/кг	59,2	37,6	27,9	23,3
Среднее арифметическое, Бк/кг	18,6	15,2	10,8	10,1
Медиана, Бк/кг	10,4	9,3	6,8	9,15
^{40}K				
Минимум, Бк/кг	20,0	103,0	3,8	203,0
Максимум, Бк/кг	886,0	1855,0	774,0	654,0
Среднее арифметическое, Бк/кг	441,4	443,6	427,7	357,4
Медиана, Бк/кг	421,8	432,5	440,0	349,0

Составлено авторами

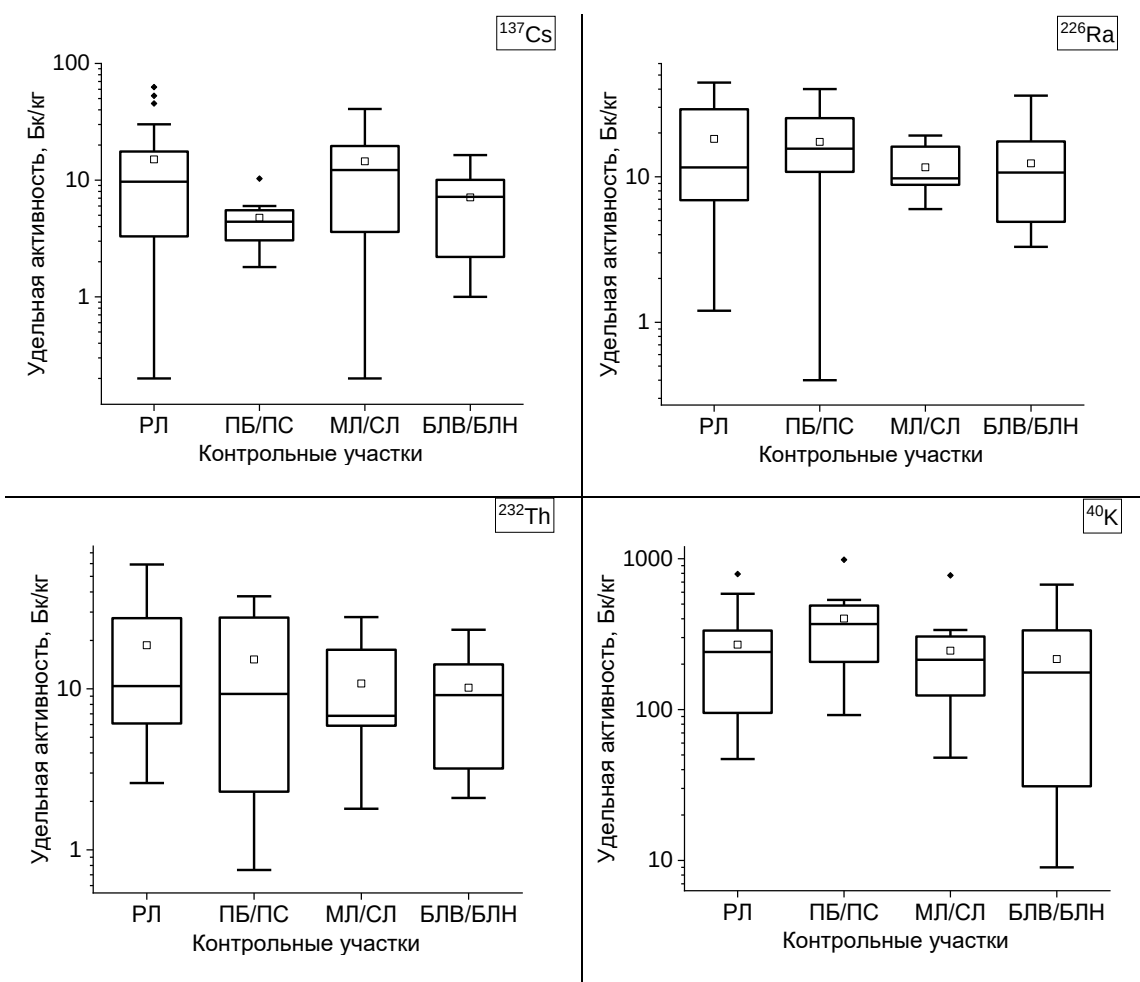


Рис. 3. Распределение радионуклидов в опаде Майкопского района, Республики Адыгея (индексы контрольных участков представлены на рис. 1)

Составлено авторами

Судя по графикам, представленным на рисунке 2, можно сделать вывод о том, что ранкер лесной имеет наибольшую активность цезия-137. Этот контрольный участок расположен на дне гранитного ущелья и отличается высоким содержанием радионуклидов, в том числе и радиоцезия. Удельная активность естественных радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K в различных типах почв не сильно разнится. Согласно работам многих авторов для разных регионов, содержание тория, калия и радия в почвах зачастую устойчиво [4-5].

Таблица 2

Результаты статистического анализа удельной активности радионуклидов
в опаде Майкопского района, Республики Адыгея

<i>Распределение радионуклидов в опаде по контрольным участкам</i>				
Параметр	РЛ	ПБ/ПС	МЛ/СЛ	БЛВ/БЛН
^{137}Cs				
Минимум, Бк/кг	0,2	1,8	0,2	1,0
Максимум, Бк/кг	62,7	10,3	40,7	16,4
Среднее арифметическое, Бк/кг	15,0	4,7	14,4	7,1
Медиана, Бк/кг	9,7	4,4	12,2	7,2
^{226}Ra				
Минимум, Бк/кг	1,2	0,4	6,0	3,3
Максимум, Бк/кг	44,4	40,1	19,2	36,1
Среднее арифметическое, Бк/кг	18,2	17,3	11,6	12,3
Медиана, Бк/кг	11,6	15,6	9,75	10,7
^{232}Th				
Минимум, Бк/кг	2,6	0,7	1,8	2,1
Максимум, Бк/кг	59,2	37,6	27,9	23,3
Среднее арифметическое, Бк/кг	18,6	15,2	10,8	10,1
Медиана, Бк/кг	10,4	9,3	6,8	9,15
^{40}K				
Минимум, Бк/кг	47,0	92,0	48,0	9,0
Максимум, Бк/кг	792,0	985,0	775,0	673,0
Среднее арифметическое, Бк/кг	269,3	401,0	245,6	216,2
Медиана, Бк/кг	241,0	369,0	214,0	176,0

Составлено авторами

Листья накапливают радионуклиды как из почвы, так и из атмосферы. В целом тенденция распределения активности радионуклидов в опаде совпадает с распределением в почвах по соответствующим участкам. Но заметно, что абсолютное значение активности в опаде в среднем в 2 раза меньше, чем в почвах. Это можно объяснить смыванием радиоактивных осадков дождями с поверхности листьев. Также низкую удельную активность в опаде можно объяснить тем, что во время вегетационного периода растение может сбрасывать листву несколько раз, тем самым в опавших листьях не накапливается слишком большого количества радионуклидов.

Радионуклиды поступают в мхи из атмосферы. На данных графиках (рис. 4) заметны высокие значения удельной активности цезия-137 в мхах на участке РЛ.

Как уже говорилось выше, почвы на этом участке залегают на гранитах, который отличается высоким содержанием радиоцезия. Ветровые потоки в ущелье способны поднимать пыль вместе с цезием в атмосферу, откуда она поступает в мхи.

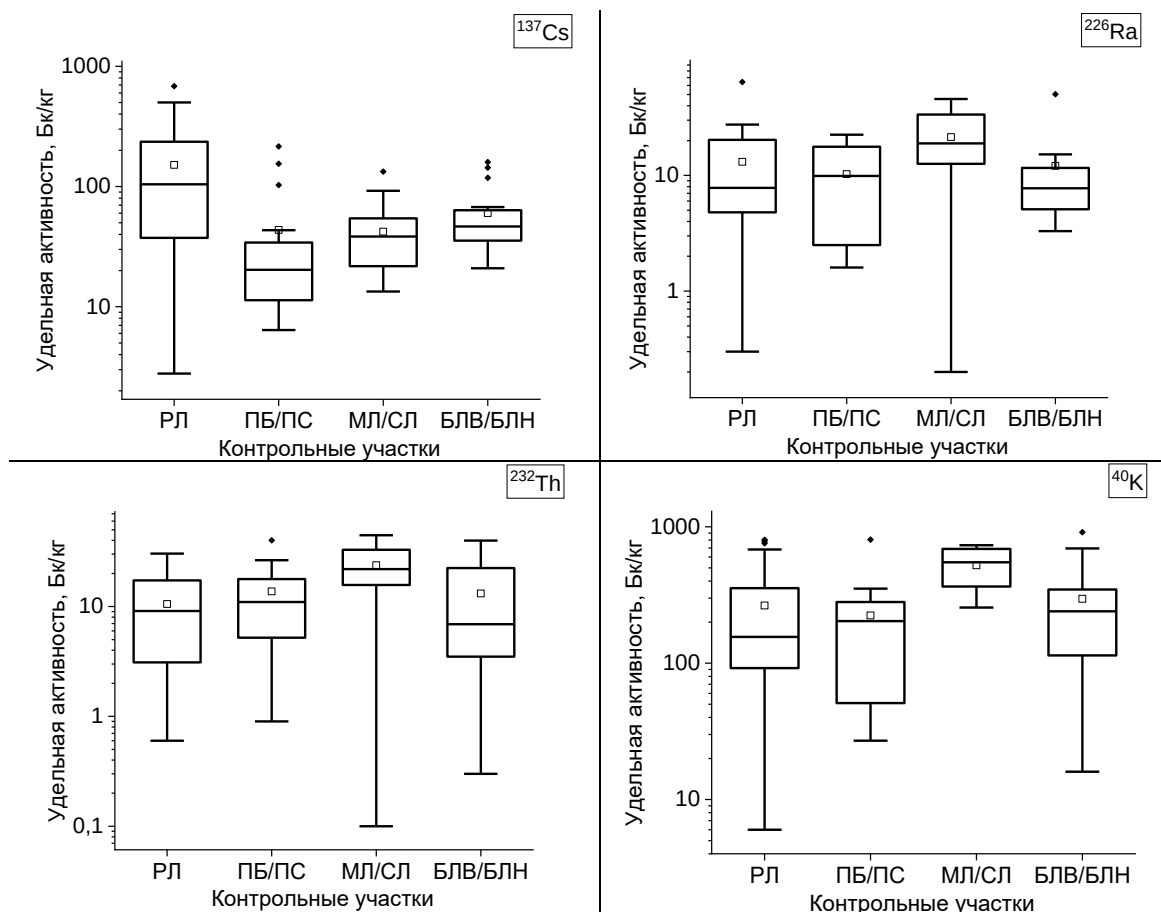


Рис. 4. Распределение радионуклидов во мхах Майкопского района, Республики Адыгея (индексы контрольных участков представлены на рис. 1)

Составлено авторами

Таблица 3

Результаты статистического анализа удельной активности радионуклидов в мхах Майкопского района, Республики Адыгея

Распределение радионуклидов в мхах по контрольным участкам				
Параметр	РЛ	ПБ/ПС	МЛ/СЛ	БЛВ/БЛН
^{137}Cs				
Минимум, Бк/кг	2,7	6,4	13,4	20,9
Максимум, Бк/кг	683,6	215,4	133,2	159,6
Среднее арифметическое, Бк/кг	151,2	43,5	42,1	60,0
Медиана, Бк/кг	104,3	20,3	38,4	46,5
^{226}Ra				
Минимум, Бк/кг	0,3	1,6	0,2	3,3
Максимум, Бк/кг	64,2	22,5	45,8	50,3

Среднее арифметическое, Бк/кг	13,1	10,2	21,4	12,0
Медиана, Бк/кг	7,8	9,9	18,9	7,7
^{232}Th				
Минимум, Бк/кг	0,6	0,9	0,1	0,3
Максимум, Бк/кг	30,3	40,1	44,6	39,8
Среднее арифметическое, Бк/кг	10,5	13,7	23,7	13,1
Медиана, Бк/кг	9,1	11,0	21,9	6,9
^{40}K				
Минимум, Бк/кг	6,0	27,0	256,0	16,0
Максимум, Бк/кг	804,0	806,0	733,0	913,0
Среднее арифметическое, Бк/кг	264,6	223,6	522,8	296,7
Медиана, Бк/кг	156,0	203,5	550,0	240,0

Составлено авторами

Грибы всей своей поверхностью плодового тела и мицелием (грибницей) поглощают различные микроэлементы, но особенно хорошо – радиоактивный ^{137}Cs , который концентрируется в верхнем слое почвы. Благодаря своей корневой системе один гриб способен поглощать радионуклиды с территории свыше одного квадратного метра, что и объясняет высокую удельную активность радионуклидов в грибах (табл. 4, рис. 5).

Таблица 4

Результаты статистического анализа удельной активности радионуклидов в грибах Майкопского района, Республики Адыгея

<i>Распределение радионуклидов в грибах по контрольным участкам</i>				
Параметр	РЛ	ПБ/ПС	МЛ/СЛ	БЛВ/БЛН
^{137}Cs				
Минимум, Бк/кг	14,5	16,0	12,1	2,7
Максимум, Бк/кг	1065,0	35,1	13,7	258,2
Среднее арифметическое, Бк/кг	291,2	25,5	12,9	64,8
Медиана, Бк/кг	141,5	25,5	12,9	43,0
^{226}Ra				
Минимум, Бк/кг	38,0	6,6	5,3	20,5
Максимум, Бк/кг	88,0	37,0	13,0	23,3
Среднее арифметическое, Бк/кг	63,3	15,12	9,15	21,9
Медиана, Бк/кг	64,0	8,3	9,15	21,9
^{232}Th				
Минимум, Бк/кг	62,3	5,0	13,9	12,7
Максимум, Бк/кг	134,0	214,0	67,0	92,0
Среднее арифметическое, Бк/кг	90,3	91,5	32,8	55,3
Медиана, Бк/кг	82,5	54,65	17,5	52,0
^{40}K				
Минимум, Бк/кг	401,1	635,0	485,0	193,0
Максимум, Бк/кг	6148,0	3508,0	1368,0	2439,0

Среднее арифметическое, Бк/кг	2023,0	1856,0	901,6	1165,1
Медиана, Бк/кг	2141,0	1602,5	852,0	1201,5

Составлено авторами

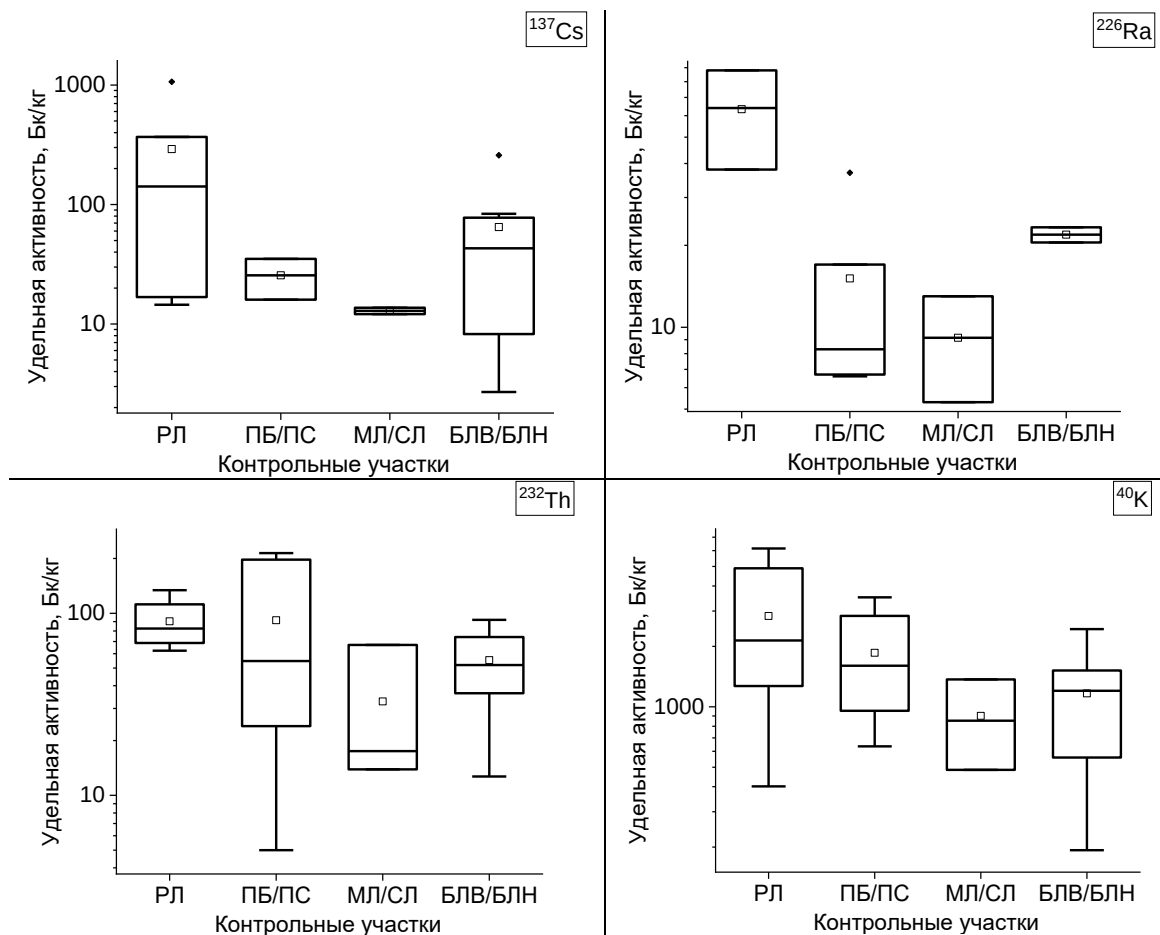


Рис. 5. Распределение радионуклидов в грибах Майкопского района, Республика Адыгея (индексы контрольных участков представлены на рис. 1)

Составлено авторами

Выводы

Анализируя графики, можно заметить, что грибы накапливают радионуклиды лучше остальных рассмотренных элементов экосистемы, так как имеют особую корневую систему – грибницу, которая может охватывать несколько десятков квадратных метров почвы. Кроме того, грибы имеют особое строение и, благодаря этому, всей поверхностью тела могут накапливать радионуклиды. В почвах, которые залегают на гранитах, наблюдается особенно высокая удельная активность ^{137}Cs . Это обуславливается тем, что это граниты магматического происхождения. Удельная активность радионуклидов различается в зависимости от типа пород. Это может быть связано как с химическим составом пород, так и с внешним воздействием на почвы (затопление

почв, вымывание и выдувание радионуклидов). Также важно отметить, что опад является неким защитным экраном почвы от воздействия радионуклидов из атмосферы. Удельная активность радионуклидов в опаде обусловлена также тем, что растения во время роста получают питательные вещества из почвы, а вместе с ними и радионуклиды. Мхи получают основную часть радионуклидов из воздуха. По данным исследования удельная активность в мхах достаточно мала по сравнению с другими элементами экосистемы.

Работа выполнялась на кафедре общей физики физического факультета и в лаборатории радиоэкологических исследований Отдела аналитического приборостроения НИИ физики Южного федерального университета.

Литература

1. Айтбаева А., Бисекенов Т. Д., Есенаманова М. С. Радиоактивность почв и радиационное состояние хвостохранилища «Кошкар-ата» в Мангистауской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rusnauka.com/2_KAND_2013/Ecologia/3_125418.doc.htm.
2. Юдинцева Е. В., Гулякин И. В. Агрохимия радиоактивных изотопов стронция и цезия. М.: Атомиздат, 1968. 472 с.
3. Баранов В. И., Титаева Н. А. Радиогеология М.: Издательство Московского университета, 1973. 124 с.
4. Бровцын А. К., Силантьев А. Н., Чершнева Г.С. Радиационная экология и мониторинг в системе «минералы-материалы-человек» // Экология и промышленность России. 1997. №12. С. 9-12.
5. Переволоцкий А. Н., Переволоцкая Т. В. Оценка воздействия радиоактивных выбросов на биоту // Вестник Российской академии наук. 2020. Т. 90. №. 6. С. 575-582.
6. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (введен в действие Приказом Росстандарта от 17.04.2018 № 202-ст). Москва: Стандартинформ, 2018 13 с.
7. "ГОСТ Р 58588-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Отбор и подготовка растительных проб для изотопного анализа" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 09.10.2019 N 928-ст). М.: Стандартинформ, 2019. 17 с.
8. ГОСТ Р 54643-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Грибы белые свежие. Общие технические условия (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 13 декабря 2011 г. № 792-ст) . М.: Стандартинформ, 2013. 8 с.
9. Могирев А. М. Модели и методы идентификации радиоактивных источников по результатам гамма-спектрометрических измерений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2009. Т. 2. №. 12. С. 221-225.

I. N. Senin¹
K. V. Antokhina¹
A. A. Shiryaeva¹
U. A. Sidorina²
E. Y. Antonova²
E. A. Buraeva²

Radionuclides in the components of ecosystems of mountainous regions of the Republic of Adygea

¹ Southern Federal University, Faculty of Physics, Rostov-on-Don, Russian Federation

e-mail: senjokusa@gmail.com

² Research Institute of Physics, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation

e-mail: buraeva_elena@mail.ru

Abstract. *The paper presents measurements of the specific activity of radionuclides in the elements of the ecosystem on the territory of the Republic of Adygea. Field gamma-ray survey and sampling of soils, mosses, litter and fungi were carried out in the study area. The paper processed data obtained over 10 years of expeditions (from 2010 to 2020). An analysis of the results obtained was carried out and conclusions were drawn about the value of the accumulation coefficient in different elements of ecosystems. Also, according to the results obtained, one can judge the activity of different types of soils.*

Among the considered elements of ecosystems, fungi can be distinguished: they have the highest radionuclide accumulation coefficient. The specific activity of fungi is on average 3.4 times higher than the specific activity of soils.

The following types of soils were considered in the work: forest ranker medium loamy unsaturated on granite eluvium, meadow unsaturated (acid) heavy loamy on boulder-pebble deposits, meadow unsaturated thin gleyic medium loamy on boulder-pebble deposits, alluvial-soddy unsaturated heavy loamy on alluvial-deluvial deposits, alluvial-soddy unsaturated sandy loam on alluvial-deluvial deposits, brown forest unsaturated gleyic clayey on yellow-brown clay. Among the types of soils considered, it is possible to single out soils that lie on granites. They are the most highly active, they have a particularly high specific activity of cesium.

Keywords: *specific activity, natural radionuclides, artificial radionuclides, rocks, soils, mosses, fungi, litter, Adygea, ecosystem.*

References

1. Ajtbaeva A., Bisekenov T. D., Esenamanova M. S. Radioaktivnost' pochv i radiacionnoe sostoyanie hvostohranilishcha «Koshkar-ata» v Mangistauskoj oblasti. URL: [http://www.rusnauka.com/ 2_KAND_2013/Ecologia/3_125418.doc.htm](http://www.rusnauka.com/2_KAND_2013/Ecologia/3_125418.doc.htm) (in Russian)
2. YUdinceva E. V., Gulyakin I. V. Agrohimiya radioaktivnyh izotopov stronciya i ceziya. M.: Atomizdat, 1968. 472 s. (in Russian)
3. Baranov V. I., Titaeva N. A. Radiogeologiya M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1973. 124 s. (in Russian)
4. Brovcyn A. K., Silant'ev A. N., CHershneva G. S. Radiacionnaya ekologiya i monitoring v sisteme «mineraly-materialy-chelovek» // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 1997. №12. S. 9-12. (in Russian)

5. Perevolockij A. N., Perevolockaya T. V. Ocenka vozdejstviya radioaktivnyh vybrosov na biotu // Vestnik Rossijskoj akademii nauk. 2020. T. 90. №. 6. S. 575-582. (in Russian)
6. GOST 17.4.4.02-2017. Mezhgosudarstvennyj standart. Ohrana prirody. Pochvy. Metody otbora i podgotovki prob dlya himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza (vveden v dejstvie Prikazom Rosstandarta ot 17.04.2018 № 202-st). Moskva: Standartinform, 2018 13 s. (in Russian)
7. "GOST R 58588-2019. Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii. Otkor i podgotovka rastitel'nyh prob dlya izotopnogo analiza" (utv. i vveden v dejstvie Prikazom Rosstandarta ot 09.10.2019 N 928-st). M.: Standartinform, 2019. 17 s. (in Russian)
8. GOST R 54643-2011. Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii. Griby belye svezhie. Obshchie tekhnicheskie usloviya (utv. i vveden v dejstvie Prikazom Rosstandarta ot 13 dekabrya 2011 g. № 792-st) . M.: Standartinform, 2013. 8 s. (in Russian)
9. Mogirev A. M. Modeli i metody identifikacii radioaktivnyh istochnikov po rezul'tatam gamma-spektrometricheskikh izmerenij // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). 2009. T. 2. №. 12. S. 221-225. (in Russian)

Поступила в редакцию 29.09.2022 г.

УДК 911.8

А. В. Слащева¹

А. Н. Гусейнов²

А. Э. Роберт³

Красная книга почв особо охраняемых природных территорий в мегаполисе

^{1, 2} ФГОУ ВО «Российский государственный
геологоразведочный университет имени Серго
Орджоникидзе (МГРИ)», г. Москва, Российская Федерация

¹e-mail: anna_slascheva@mail.ru,

²e-mail: amirnurgus@mail.ru

³Аграрно-технологический институт ФГОУ ВО
«Российский университет дружбы народов», г. Москва,
Российская Федерация

e-mail: anton.robert@yandex.ru

Аннотация. Несмотря на более чем десятилетний срок действия Красной книги города Москвы, многие виды растений и животных, занесенных в эту книгу, сегодня в особо охраняемых природных территориях мегаполиса перестали существовать. Неэффективность Красной книги, в ее узконаправленности: нельзя сохранять виды, тем более редкие виды, без сохранения среды их обитания, главным образом почвы. Почвы – особая среда обитания. Фокусируя в себе все связи между компонентами природы, почвы служат управляющим центром всего ландшафта. Только защита и сохранение почвы-центра может дать надежную гарантию сохранения всего живого. Тем не менее, ни одна из особо охраняемых природных территорий московского мегаполиса не ставит прямой целью охрану почв, а стандартный режим их функционирования, как показывает опыт, не защищает почву от деградации и разрушения, не учитывает специфической базисной роли почв в охране компонентов экосистем (растений, птиц, животных и т.д.).

В данной работе сделана первая попытка составления Красной книги почв в условиях мегаполиса. На основе территориального анализа антропогенных факторов, наиболее опасных для нормального развития зональных почв, выявлены ареалы почв, находящихся под угрозой потери своих основных свойств. Красная книга почв послужит не только охране самих почв мегаполиса, но и в то же время наполнит новым содержанием представление о городских особо охраняемых природных территориях.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, ландшафтный заказник, дерново-подзолистая почва, карта почв, карта рекреационной нагрузки, карта тропности, Красная книга почв.

Введение

Почвы – управляющий центр ландшафта

Природные территории Москвы в настоящее время особо охраняются в природных, комплексных и ландшафтных заказниках, природно-исторических парках и в национальном парке [1]. Знаковым событием в деле охраны природы Москвы стало учреждение Правительством Москвы в 2001 г. Красной книги города Москвы [2]. В ней приведена информация о редких и исчезающих на территории города видах животных, растений и грибов, причинах ухудшения их

состояния и исчезновения, содержится программа действий по сохранению и восстановлению таких видов. Улучшения состояния окружающей среды в городе и, соответственно, улучшения качества жизни москвичей в этом официальном документе ставится в прямую зависимость от сохранения в составе местной флоры и фауны редких, находящихся под угрозой исчезновения и уязвимых в условиях Москвы объектов животного и растительного мира.

Сегодня, по истечению 18 лет со времени выхода первого издания Красной книги Москвы, можно отметить, что она не полностью оправдала возложенные на нее надежды. За конкретными примерами далеко ходить не нужно. Они здесь, совсем рядом, в частности, на территории ландшафтного заказника «Тёплый Стан», комплексным изучением которого ещё с начала 90-х годов прошлого века занимаются авторы настоящей статьи. Такие виды, как пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata*), гвоздика Фишера (*Dianthus fischeri*), первоцвет весенний (*Primula veris*), майник двулистный (*Maiáanthemum bifólium*), грушанка круглолистная (*Pýrola rotundifólia*), василистник обыкновенный (*Thalictrum mínus*), которые ко времени составления первого издания Красной книги были отнесены ко вторым (редкие или малочисленные виды) и первым (находящиеся под угрозой исчезновения) категориям, в настоящее время на территории заказника уже не встречаются. То, что негативную роль в этом сыграли уплотнение застройки и повышение этажности в границах Москвы, активная и неупорядоченная урбанизация ближнего Подмосковья и усиление изоляции сохранившихся в городе природных территорий, увеличение плотности населения и его массовая автомобилизация, очевидна.

Менее заметным является изначальный, прочно установившийся, но порочный, по сути, подход к защите и сохранению природной среды в городе. Занесение определенных видов растений, животных и грибов в Красную книгу и настоячивые призывы к их защите мало эффективны, если не сказать, что бесполезны. На вопрос «почему?» ещё 120 лет тому назад ответил великий В.В. Докучаев, который вновь и вновь приходится повторять. Он писал, что до сих пор изучались «главным образом отдельные тела - минералы, горные породы, растения и животные - и явления, отдельные стихии - огонь (вулканизм), вода, земля, воздух... но не их соотношения, не та генетическая вековая и всегда закономерная связь, которая существует между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой, между растительными, животными и минеральными царствами... А между тем именно эти закономерные взаимодействия составляют сущность познания естества... лучшую и высшую прелесть естествознания» [3]. Таким образом, выдвинутое В.В. Докучаевым в далеком 1892г. в книге «К учению о зонах природы» основное принципиальное положение о необходимости изучения не только отдельных факторов и явлений природы, но также закономерных связей между ними, и сегодня более чем актуально.

Действительно, возможно ли защищать и сохранять растения, животных и грибов, одновременно не защитив и не сохранив их среду обитания – почвы? Более того, почва не просто среда обитания. Она, фокусируя в себе все связи между компонентами природы, служит управляющим центром всего ландшафта. Соответственно, только защита и сохранение почвы-центра может дать надежную гарантию сохранения всего остального – в частности, «краснокнижных» растений, грибов и животных. Между тем, практически все почвы особо охраняемых

природных территорий (ООПТ), расположенных в урбанизированной среде находятся в сфере различных видов интенсивного воздействия человека: техногенного, сельскохозяйственного и, особенно, рекреационного. Угроза безвозвратного исчезновения некоторых видов почв, в настоящее время, стала вполне реальной.

К сожалению, ни одна из ООПТ не ставит прямой целью охрану почв. А стандартный режим охраны ООПТ не защищает почву от деградации и ее разрушения и не учитывает специфической базисной роли почв в охране компонентов экосистем (растений, птиц, животных и т.д.). Следует подчеркнуть, что создание Красной книги послужит не только охране самих почв, но и в то же время наполнит новым содержанием представление об ООПТ [4].

Результаты и обсуждение

Почвы ландшафтного заказника «Тёплый Стан»

Ландшафтный заказник «Тёплый Стан» (ЛЗТС) расположен в Юго-Западном административном округе, на одной из высших точек Москвы – Теплостанской возвышенности. Со всех сторон заказник окружает многоэтажная жилая застройка, а вдоль почти всей границы проходят автодороги.

Природный ландшафт заказника веками создавался небольшой речкой Очаковка и её притоками. Рельеф в целом имеет мягкие плавные очертания. В смешанных лесах заказника преобладают березняки, довольно много старых дубрав. Среди травянистых растений – характерные для широколиственных лесов осока волосистая, сныть обыкновенная, медуница неясная, а также подлежащие охране ландыши, два вида орхидей, колокольчики. На основании полевых исследований была составлена и, в дальнейшем, оцифрована почвенная карта в масштабе 1:10 000 (рис. 1).

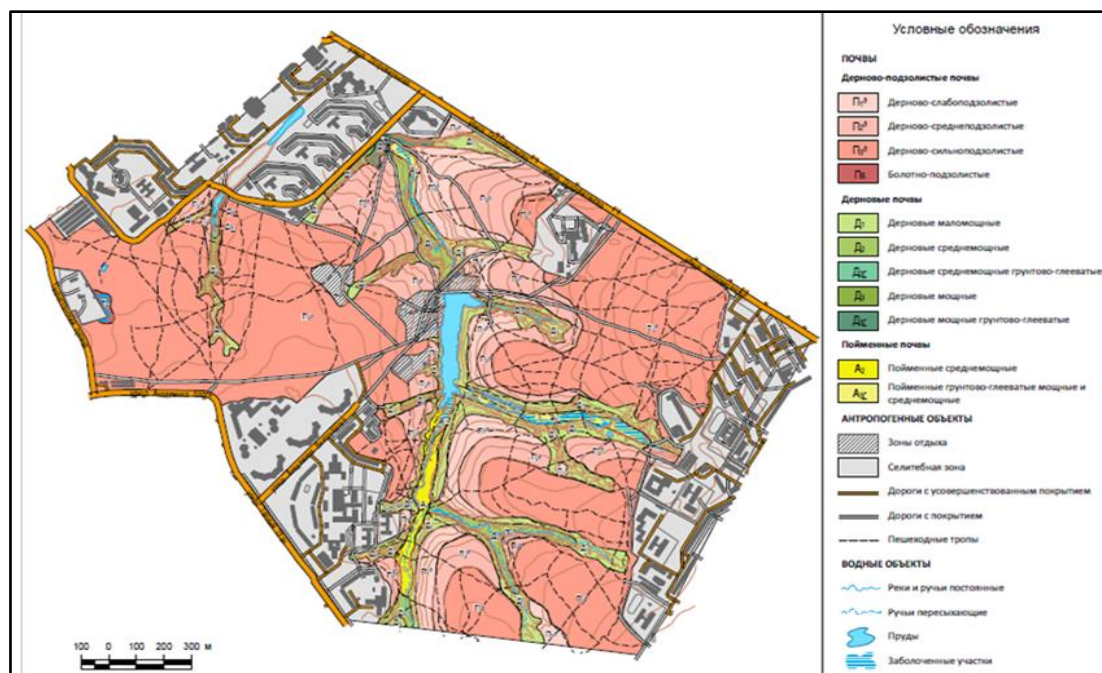


Рис. 1. Почвенная карта ландшафтного заказника «Тёплый Стан»

Составлено авторами

Наибольшие площади заняты почвами подзолистого типа, небольшими площадями на склонах и днищах неглубоких оврагов встречаются дерновые почвы. Третье место по площади занимают пойменные почвы, распространенные в основном в пределах поймы р. Очаковка [5, 6, 7].

Экологические основания охраны и категории охраняемых почв

Включение тех или иных почв в Красную книгу имеет следующие основания [4]:

1. Сохранение почв как особых биокосных тел, характеризующих почвенное разнообразие. При этом учитываются частота встречаемости и занимаемая площадь. К охраняемым почвам относят редкие и уникальные почвы, которые занимают небольшие ареалы, а также почвенные эталоны, представляющие широко распространенные почвы, выполняющие функции сохранения генофонда естественных растений, микроорганизмов, насекомых и животных, типичных для данной территории.

2. Сохранения почв как носителя биологического разнообразия. Разнообразие живых организмов обусловлено структурной сложностью почвы как среды обитания.

3. Сохранение почв как «памяти» ландшафта и истории человеческой культуры. Строение почвенного профиля отражает историю ландшафта, а нередко и историю человеческой культуры на протяжении всего времени жизни почв.

4. Сохранение почв – объектов мониторинга. Основанием для выделения таких почв является наличие исходных данных по морфологическому строению, составу и свойствам почв на период не менее 25 лет.

Анализ перечисленных оснований позволяет определить подлежащие охране почвы. При определении статуса охраняемых почв необходимо стремиться к наиболее полному приближению принятых в природоохранной практике категорий охраняемых природных объектов. С этой целью наряду с цифровым обозначением категорий охраняемых почв в скобках дают обозначения категорий Международного союза охраны природы (IUCN Red List Categories). В содержании категории почв отражается особенность почв как объектов охраны:

0 (RE) – исчезнувшие почвы (Regionally extinct): территории, которые они занимали, полностью изменены хозяйственной деятельностью, а возможность восстановления таких почв исключается из-за нарушения уникального сочетания факторов почвообразования.

1(CR) – почвы, находящиеся на грани исчезновения (Critically Endangered): площадь, занимаемая такими почвами, уменьшилась вследствие антропогенного воздействия до такого критического уровня, поэтому в ближайшее время они могут исчезнуть.

2 (EN) – исчезающие почвы (Endangered): площадь, занимаемая этими почвами, неуклонно уменьшается в связи с прямым и косвенным антропогенным воздействием, выражающимся в разрушении почвенных ареалов горными разработками, строительством, изменением факторов почвообразования.

3 (VU) – уязвимые почвы (Vulnerable): уникальные и редкие почвы, а также легкоранимые почвы, имеющие небольшие ареалы и находящиеся в сфере антропогенного воздействия, которое может перевести их в категорию исчезающих.

4 (SR) – почвенные эталоны (Data deficient): почвы, требующие особого внимания, хотя непосредственной угрозы их сохранения нет, что обусловлено значением этих почв для поддержания состояния ландшафтов, в которых они являются индикаторами.

Антропогенная нагрузка на почвы заказника

Статус ландшафтного заказника не ставить строгие ограничения на рекреационную активность населения. Живописные лесные, луговые и долинные ландшафты заказника, большой «Центральный» пруд с чистой водой, пригодной для купания, а в последнее время и густая сеть велодорожек, привлекают сюда население окружающих заказник селитебных зон не только Юго-Западного, но и более отдаленных округов Москвы. Отсюда и чрезмерная рекреационная нагрузка на природные ландшафты, которая, к сожалению, продолжает расти.

В качестве наиболее информативного показателя рекреационной нагрузки нами рассматривался коэффициент тропности – отношение суммарной длины троп на единицу площади. С этой целью на основе топографической карты масштаба 1:10 000 была составлена карта тропности с нанесением местонахождения кострищ, обнаруженных нами в ходе полевых почвенно-экологических исследований (рис. 2).

Сопряженный анализ почвенной карты и карты рекреационной нагрузки показывает, что максимальное антропогенное воздействие испытывают ареалы распространения дерново-сильнопodzolistых почв, где показатели тропности составляют от 3000 до 4200 м /0,08 км². Опираясь на эти выводы, а также данные о расположении кострищ и селитебных зон, дерново-сильнопodzolistые почвы были отнесены (по критериям Международного союза охраны природы) к категории 4 (SR) – почвенные эталоны (Data deficient): почвы, требующие особого внимания, что обусловлено значением этих почв для поддержания состояния ландшафтов заказника.

Красная книга почв ландшафтного заказника «Тёплый Стан»

Непосредственно процесс создания Красной книги начинается с описания-характеристики рекомендованного для охраны почвенного индивидуума, поскольку именно почвенный индивидуум является объектом Красной книги. Следует, однако, отметить, что фактически охране подлежит почвенный ареал, представленный совокупностью почвенных индивидуумов. Поэтому в содержании очерка по охране почв сочетаются описания, как почвенного индивидуума, так и почвенного ареала охраняемой почвы.

Описание почвенного индивидуума, отнесенной нами к категории 4 SR, выполнено на основе эталонного почвенного разреза дерново-сильнопodzolistой легкосуглинистой почвы на покровных суглинках, подстилаемых московской мореной под смешанным лесом. Дерново-сильнопodzolistые почвы являются зональными для территории ландшафтного заказника «Тёплый Стан». Предлагается охрана территории с целью сохранения эталонной почвы.

Описание территории. Моренно-холмистая равнина с хорошо выраженной овражно-балочной сетью в восточной и южной частях заказника и плоским рельефом – в западной. Местным базисом эрозии является пруд «Центральный», расположенный в центральной части заказника. Почвообразующими породами являются повсеместно распространенные покровные суглинки, подстилаемые московской мореной.

**КАРТА ТРОПНОСТИ (м/км²) И КОСТРИЩ
ландшафтного заказника "Теплый Стан"**

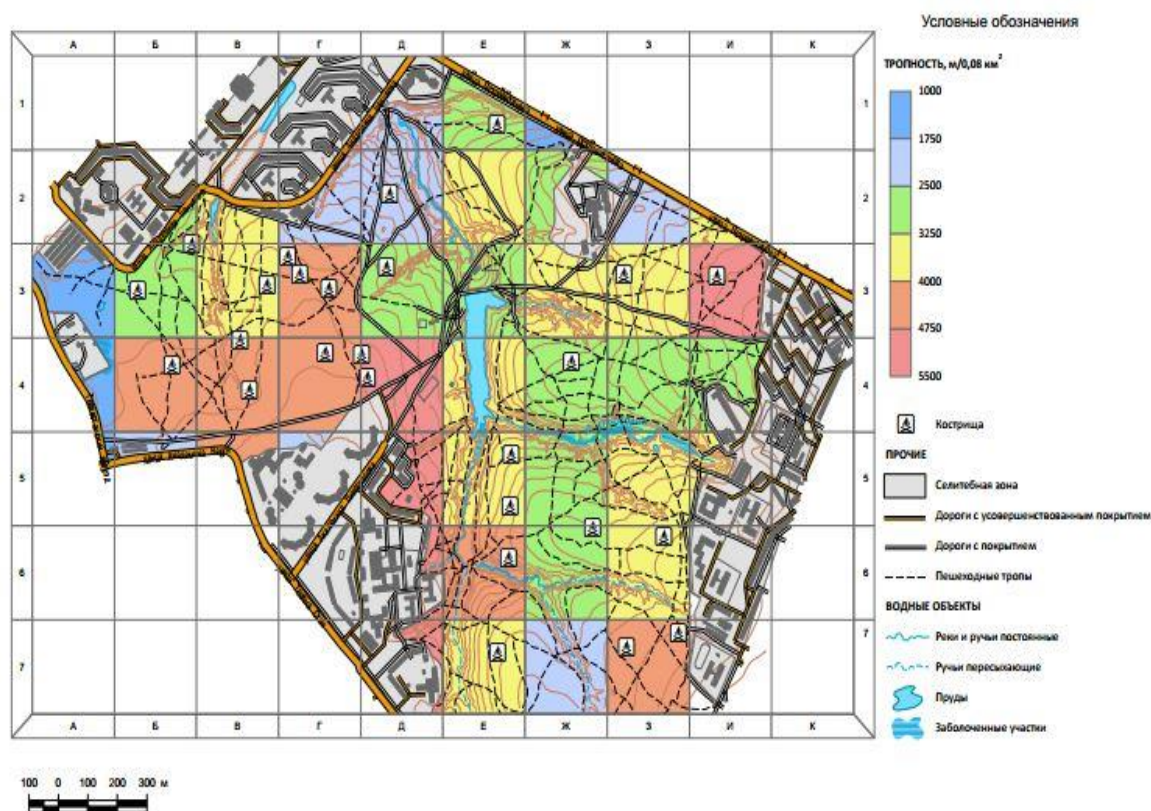


Рис. 2. Карта тропности ландшафтного заказника «Тёплый Стан»

Составлено авторами

Мощность покровных суглинков колеблется в пределах 5-7м. На наиболее крутых склонах долины малой реки Очаковка, а также на склонах крупных оврагов почвы формируются непосредственно на моренных суглинках. Для дерновых почв материнскими породами служат элювиально-делювиальные суглинки, для пойменных почв – супесчаный пойменный аллювий. Все почвообразующие породы бескарбонатны.

Растительность представлена смешанными липово-осиново-березовыми лесами с примесью дуба с хорошо развитым травяным покровом. Редко встречаются сосна и клен. Кустарниковый ярус представлен главным образом лещиной обыкновенной, рябиной, жимолостью, крушиной и бересклетом бородавчатым. Травяной ярус под лесом состоит из осоки волосистой, хвоща лесного, сныти, живучки, различных видов лютика, копытня европейского, будры плющевидной, ландышей. На открытых ландшафтах преобладают тимopheевка, нивяник, ежа сборная, герань луговая, подорожник, на избыточно увлажненных – щучка дернистая и различные виды осок.

Преимущественно распространены дерново-подзолистые почвы суглинистого гранулометрического состава. В зависимости от условий рельефа формируются различные виды дерново-подзолистых почв: от дерново-сильноподзолистых почв на плоских участках между оврагами до дерново-слабоподзолистых – на крутых склонах моренных холмов. На водосборных

понижениях оврагов и балок формируются дерново-подзолистые грунтово-глееватые и болотно-подзолистые почвы. Дерновые почвы характерны для крутых склонов речных долин. Пойменные почвы занимают относительно небольшие площади и, в большинстве случаев, оглеены.

Ареал дерново-сильноподзолистой легкосуглинистой почвы на покровных суглинках под смешанным сосново-березовым лесом занимает привершинную выровненную поверхность моренного холма. Почва (разрез ЭР-23) имеет хорошо дифференцированный профиль с ярко выраженными подзолистым и иллювиальным горизонтами. По механическому составу почва суглинистая, характеризуется слабокислой реакцией и ненасыщенностью основаниями по всему профилю. Содержание обменных оснований незначительное. Количество гумуса в горизонте А1 не превышает 4%. Почвенный эталон типичен для моренных холмов ландшафтного заказника.

Режим охраны предусматривает исключение различных видов механического воздействия, приводящих к нарушению естественного строения профиля почв, уплотнению, потере почвенной структуры, водной эрозии и потере гумуса, оптимизацию рекреационной нагрузки, а также ограничение застройки на территории заказника.

Выводы

Высокая рекреационная нагрузка на почвенный покров ландшафтного заказника «Тёплый Стан», установленная на основе составленной авторами карты тропности, свидетельствует о реальной угрозе деградации, а впоследствии возможно и полному разрушению зональных дерново-подзолистых почв. Оптимизация и правильное территориальное распределение рекреационной нагрузки с использованием результатов исследования тропности может стать основой режима охраны почв.

Литература

1. Проектные предложения по созданию ландшафтного заказника «Тёплый Стан», НИ и ПИ Генплана г. Москвы, М., 1993.
2. Красная книга города Москвы. М.: 2011, 2-е издание, переработанное и дополненное. Ответственные редакторы Б.Л.Самойлов, Г.В.Морозова.
3. Ковриго В. П., Кауричев И. С., Бурлакова Л. М. Почвоведение с основами геологии. - М.: Колос, 2000. 416 с.
4. Апарин Б. Ф., Касаткина Г. А., Матинян Н. Н., Сухачёва Е. Ю. Красная книга почв Ленинградской области / отв. ред. Б.Ф. Апарин. СПб.: Аэроплан, 2007. 320 с.
5. ОСТ 56 81-84. Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам. Москва: Гослесхоз СССР, 1986. 17 с.
6. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами / Б. А. Ревич, Ю. Е. Сает, Р. С. Смирнова, Е. П. Сорокина / Отв. ред. С.В. Григорян. М.: ИМГРЭ, 1982, 112 с.

7. Полевой определитель почв. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.

A. V. Slashcheva¹
A. N. Guseynov²
A. E. Robert³

Red Data Book of soils of protected areas in the metropolis

^{1, 2} Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRI), Moscow, Russian Federation

¹e-mail: anna_slascheva@mail.ru, ²e-mail:

amirnurgus@mail.ru

³ Agrarian and Technological Institute of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

e-mail: anton.robert@yandex.ru

Abstract. *Despite more than ten years of validity of the Red Data Book of Moscow, many plants and animals included in it have ceased to exist in the specially protected natural territories of the metropolis. The lack of efficiency of the Red Data Book lies in its narrow focus: it is impossible to preserve species, especially the rare ones, without preserving its environment, foremost – soil. Soils constitute a distinctive habitat. Focusing in itself all the links between various components of nature, soils serve as the control center for the entire landscape. Only protection and preservation of the center-soil can reliably guarantee sustaining life. Nevertheless, none of the specially protected natural territories of Moscow metropolis sets a direct goal to safeguard soils while the standard mode of their functioning, as shown by the experience, does not protect the soil from degradation and destruction, does not take into account the specific basic role of soils in the protection of ecosystem's components (plants, birds, animals etc.).*

In this work, the first attempt is made to compile the Red Data Book of soils in conditions of a metropolis. Based on the territorial analysis of anthropogenic factors that are most dangerous for the normal development of zonal soils, the areas of soils being at risk of losing their basic properties are identified. The Red Data Book of Soils will not only contribute to the protection of the soils of the metropolis, but in the meantime will fill the perception of the specially protected urban natural territories with new content.

Keywords: *protected areas, landscape reserve, sod-podzolic soil, soil map, recreational load map, map of ecological paths, Red Data Book of Soils.*

References

1. Proektnye predlozheniya po sozdaniyu landshaftnogo zakaznika Tyoplyj Stan, NI i PI Genplana g. Moskvyy, Moscow, 1993. (in Russian)
2. Krasnaya kniga goroda Moskvyy, Second edition, revised and supplemented. Editors-in-chief: B. L. Samoylov. G. V. Morozova, Moscow, 2011. (in Russian)
3. Kovrigo V. P. Kaurichev I. S. Burlakova L. M. Pochvovedenie s osnovami geologii [Soil Science with the Basics of Geology]. Moscow: Kolos, 2000, 416 p. (in Russian)

4. Aparin B. F. Kasatkina G. A. Matinyan N. N. Sukhachova E. Y. Krasnaya kniga pochv Leningradskoj oblasti [Red Book of soils of Leningrad Oblast]. Editor-in-chief B.F. Aparin. St. Petersburg: Aeroplan, 2007. 320 s.
5. OST 56 81-84. Polevye issledovaniya pochvy. Poryadok i sposoby provedeniya rabot, osnovnye trebovaniya k rezul'tatam. Moskva: Gosleskhoz SSSR, 1986. 17 s.
6. Metodicheskie rekomendacii po geohimicheskoy ocenke zagryazneniya territorij gorodov himicheskimi elementami / B. A. Revich, YU. E. Saet, P. C. Smirnova, E. P. Sorokina./ Otv. red. C.B. Grigoryan. M.: IMGRE, 1982, 112 s.
7. Polevoj opredelitel pochv. Moscow: V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 2008. 182 pages. (in Russian)

Поступила в редакцию 09.10.2022 г.

УДК 630*160.2: 630*161

В. О. Смирнов¹
Е. С. Крайнюк²
Н. В. Смирнова³

Опыт оценки эколого-биологического состояния полегающих лесных полос на территории Республики Крым

¹ ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет
им. В. И. Вернадского, г. Симферополь, Российская
Федерация

e-mail: svo.84@mail.ru

² МБУ ДО «ДЭЦ», г. Ялта, Российская Федерация

e-mail: krainuk54@mail.ru

³ ГАПОУ РК Крымский многопрофильный колледж,
г. Симферополь, Российская Федерация

e-mail: _nadunya_@mail.ru

Аннотация. Проведенные исследования представляют собой опыт оценки эколого-биологического состояния полегающих лесных полос на больших площадях для территории Республики Крым.

Произведена разработка методологии исследования, включающая использование методов: а) полевого обследования современного состояния лесополос; б) дистанционного зондирования и геоинформационного моделирования территории; в) эколого-биологические, биогеоценотические и агроландшафтные исследования объекта изысканий.

Проведено обследование 559 лесополос общей площадью 664,8 га на территории Первомайского района Республики Крым. Проведенные расчеты позволяют оценить состояние, фактические сохранившиеся площади и участки лесополос. Общая площадь территории лесополос, в пределах которых сохранились экземпляры деревьев составляет 2753710,5 м² (275,37 га).

Результаты дистанционной и полевой оценки состояния лесополос показали высокий уровень статистической пространственной взаимосвязи с долей линейной регрессионной связи на уровне 0,95 по критерию Стьюдента и величиной коэффициента взаимосвязи в 0,97.

Динамика продуктивности растительных сообществ рассмотрена за период 1979 по 2018 год. Расчет и анализ производится на основании вегетационного индекса NDVI, который показывает увеличение продуктивности лесополос в период 1979–1995 гг. и постепенную деградацию к 2018 г. с полной потерей полегающих функций.

Для района изысканий защищенность лесными насаждениями в их современном состоянии является полностью отсутствующей. Величина защищенности лесными насаждениями не достигает и 11%. Зоны мелиоративного влияния лесных насаждений варьируют в зависимости от изменений климатических факторов окружающей среды.

На основе составленной геоинформационной базы данных, проведенных оценок и анализа, результатов полевых наблюдений и изысканий возможно произвести разработку предложений относительно мероприятий по восстановлению полегающих функций лесополос, проектируемые способы и объемы восстановления, обоснование технологий восстановления.

Представленные материалы положены в основу разработки проекта восстановления и реконструкции лесополос Первомайского района Республики Крым.

Ключевые слова: *полегающие лесные полосы, эколого-биологическое состояние, Республика Крым, оценка, дистанционные методы зондирования Земли, биологическая продуктивность, проектирование восстановления.*

Введение

В Республике Крым, учитывая ведущую роль сельского хозяйства в экономике региона, остро стоит задача в определении эффективности функций существующих лесополос их современного эколого-биологического состояния и эффективности выполняемых функций.

Цель исследования – оценка современного эколого-биологического состояния лесополос и эффективность выполняемых ими функций.

Задачи исследования включают следующие виды работ:

- произвести разработку комплексной методологии оценки современного эколого-биологического состояния лесополос с целью последующего проектирования мероприятий по восстановлению и реконструкции насаждений;
- осуществить оценку современного эколого-биологического состояния и эффективности выполнения целевых функций полегающих лесополос;
- произвести исследование эколого-биологического состояния экземпляров деревьев;
- произвести оценку состояния агрофитоценоза и морфометрических параметров полегающих насаждений;
- детализировать оценку размещения защитных лесных полос относительно эффективности выполняемых функций;
- произвести оценку влияния лесополос на физические параметры среды;
- произвести оценку влияния лесополос на микроклимат и экологическое состояние территории;
- произвести оценку величины биологической продуктивности полегающих лесополос в современных условиях с использованием методов дистанционного зондирования и полевых наблюдений;
- осуществить комплексное крупномасштабное тематическое геоинформационное картографирование объекта исследований по рассматриваемым параметрам состояния лесополос и составить фактическую геоинформационную базу проекта с целью использования профильными организациями по реализации масштабных мероприятий по восстановлению функций полегающих лесополос.

Предмет исследования – современное эколого-биологическое состояние лесополос и эффективность выполняемых ими функций.

Объектом исследования выступают группы лесополос на территории Первомайского района Республики Крым общей площадью 6648077.5 м² (664.8 га). Общее число лесополос – 559 единиц. В административно-территориальном делении Республики Крым данные лесополосы расположены на территории Первомайского района в пределах 12 муниципальных образований.

Материалы и методы

Проведенное исследование базируется на трех группах методов:

1. Полевое обследование современного состояния лесополос с целью выявления современного состояния и характеристики системы полезащитных полос участка изысканий.
2. Дистанционное зондирование и геоинформационное моделирование территории с целью выявления современного состояния и характеристики системы полезащитных полос участка изысканий для больших площадей.
3. Эколого-биологические, биогеоценотические и агроландшафтные исследования объекта изысканий.

Дистанционное зондирование и геоинформационное моделирование территории включает три составляющих:

- тематическое геоинформационное картографирование с целью описания экологического состояния экосистем и условий, с созданием соответствующей картографической базы данных проекта исследований;
- специальное геоинформационное моделирование с целью определения распределения площади полезащитного участка по видам целевого назначения, их категориям, защитным и эксплуатационным характеристикам;
- специальное геоинформационное моделирование с целью оценки величины биологической продуктивности полезащитных лесополос в современных условиях с использованием методов дистанционного зондирования.

Реализация геоинформационного моделирования произведена в рамках единого картографического проекта.

Тематическое геоинформационное картографирование осуществлено на основании картографических данных открытых источников, векторизации материалов печатных карт, карт и схем районирования, представленных в профильных научных изданиях и публикациях.

Эколого-биологические и биогеоценотические исследования включали анализ структуры агроценоза по средствам определения видового состава, возраста экземпляров растений, анализа их состояния, повреждения, высоты и диаметров стволов, наличия вредителей, состояния растительного покрова, антропогенных нарушений и преобразований.

В результате проведенных работ был составлен единый картографический проект, и соответствующая база данных, позволяющая оценить современное состояние лесополос в пределах района изысканий.

С методической точки зрения оценка состояния лесополос нормируется правилами проектирования, создания и ухода за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения [1] и соответствующими методическими указаниями [2].

Результаты и обсуждение

В соответствии с изложенной методологией была проведена оценка состояния агрофитоценоза и морфометрических параметров полезащитных насаждений. Как отмечалось выше, была составлена база данных морфометрических пространственных параметров лесополос и выделены конкретные участки поврежденных лесополос. Приведем для иллюстрации примеры относительно лесополос в разном состоянии, что позволит более

детально проиллюстрировать изложенную методологию и визуализировать проведенные геоинформационные процессы и модели.

В качестве примеров выберем следующие участки: Лесополоса № 340, район расположения – Стахановское сельское поселение в южной части (№ 1 в соответствии с материалами детального полевого обследования), степень повреждения средняя (рис. 1).

Тип лесополосы: защитная вдоль автодороги.

Число рядов: шестирядная.

Тип посадки по породному составу: полидоминантная.

Породный состав и параметры деревьев:

Робиния белая (*Robinia pseudoacacia* L.): диаметры стволов – 10 см, высота деревьев – 3-5 м; ясень (*Fraxinus* sp.): диаметры стволов – 10-15 см, высота деревьев – 4-5 м;

Единично – абрикос обыкновенный (*Prunus armeniaca* L.): диаметры стволов – 20 см, высота деревьев – 3-4 м; дуб (*Quercus* sp.): диаметры стволов – 20 см, высота деревьев – 5-6 м.

Возраст посадок: 30-40 лет.

Повреждение деревьев: сухие ветви, обломы ветвей.

Степень повреждения лесополосы: выпадение деревьев в лесополосе составляет 40-50%, есть пробелы в рядности, высота деревьев различна, местами посадки загущены кустарниками, поросль.

Состояние лесополосы: удовлетворительное.

Необходимость реконструкции: есть, но не первостепенная.

Далее в соответствии с апробированной методикой были обследованы группы лесополос общей площадью 6648077,5 м² (664,8 га). Общее число лесополос – 559 единиц на территории 16 сельских поселений Первомайского района Республики Крым.

Проведенные расчеты позволяют оценить и определить фактические сохранившиеся площади и участки лесополос. Общая площадь территории лесополос, в пределах которых сохранились экземпляры деревьев составляет 2753710,5 м² (275,37 га). Однако, это еще не говорит о том, что сохранившиеся участки с посадками обеспечивают эффективность выполнения функций лесополос и обеспечивает сохранность их структуры. Здесь возможны разнообразные варианты, начиная от действительно полноценного и хорошего состояния лесополосы, до единичных сохранившихся участков в пределах лесополосы, которые явно не позволяют считать эффективной ее структуру.

Наибольшая доля сохранившихся частей лесополос приходится на Гвардейское сельское поселение – 19,03 % от общей площади района, далее следует Сусанинское сельское поселение – 12,91 %, Черновское сельское поселение – 11,8 %. Минимальные значения присущи для Калининского и Абрикосовского сельских поселение на уровне 0,77 и 2,62 % от общей площади лесополос в Первомайском районе. В среднем диапазоне площади сохранившихся участков лесополос распределены относительно равномерно между территорией остальных сельских поселений.

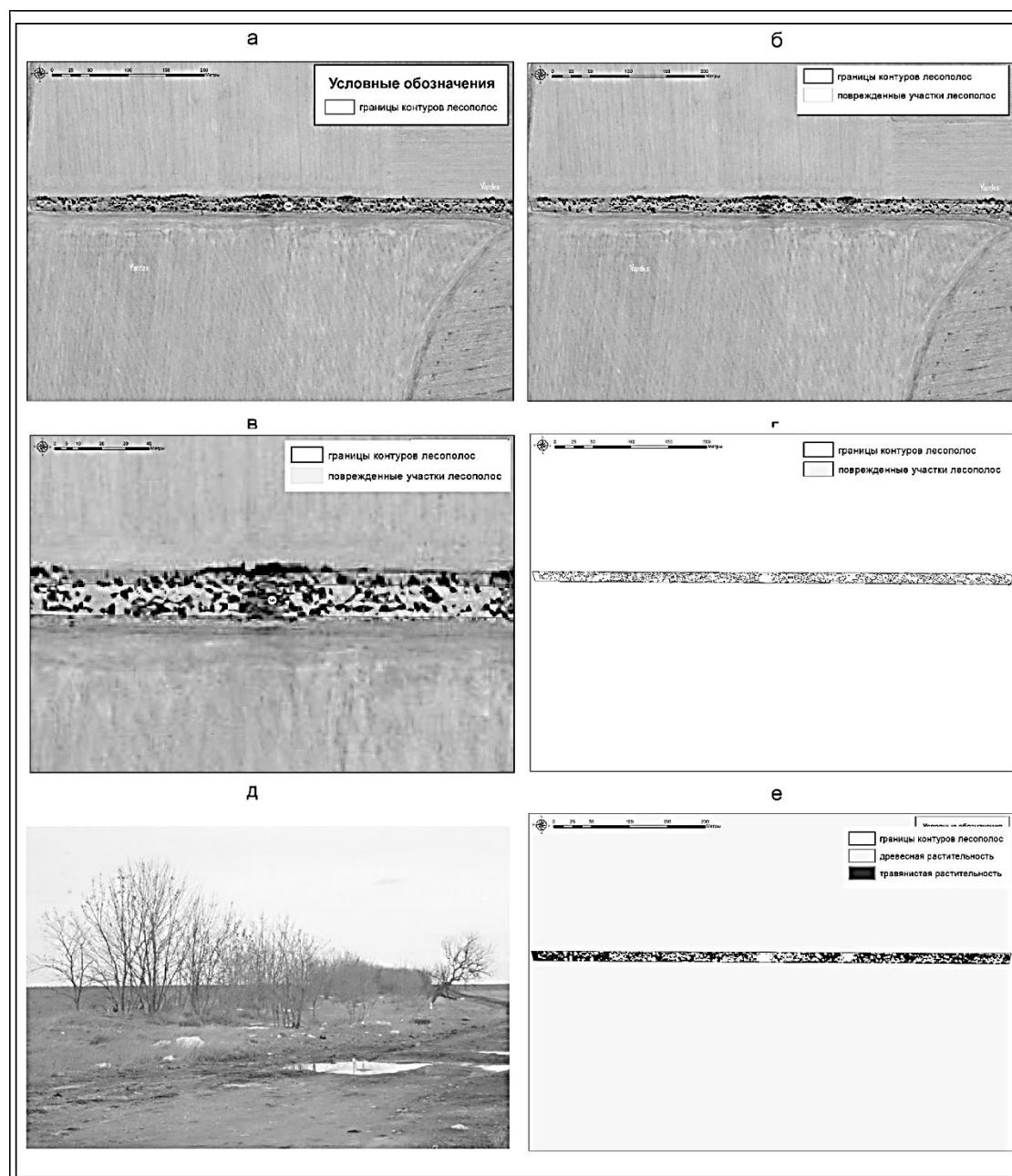


Рис. 1. Пример обработки космических снимков при определении степени повреждения лесополосы
Составлено авторами

Интерес представляет и рассмотрение величины фактического распределения процентов повреждения лесополос в разрезе территории сельских поселений. Так максимальны площади повреждения лесополос присущи для Калининского сельского поселения. Здесь из числа обследованных лесополос повреждено 78,43 % площади лесополос. Далее следует Сарыбашкое сельское поселение с величиной в 69,69%. Далее Степное сельское поселение – 67,31%, Войковское сельское поселение – 66,16 %, Стахановское сельское поселение –

65,67 %. Обращает на себя внимание крайне небольшой разрыв между величинами.

Минимальные величины повреждения лесополос отмечены в Октябрьском сельском поселении – 39,55 %, Гвардейском сельском поселении 42,43 %, Островском сельском поселении – 44,22 %, Абрикосовском сельском поселении – 48,62 %.

Термин «минимальные величины» в данном случае применяется для сравнения и не говорит о благоприятном состоянии лесополос, так как даже 40-50% поврежденных участков в пределах лесополосы и (или) в пределах операционно-территориальной единицы групп лесополос уже говорит об их явном неблагоприятном состоянии.

Построенная база данных позволяет так же оценить процент и долю повреждения каждой лесополосы. Произведя выборку из базы данных, мы можем произвести группировку лесополос по степени повреждения.

Выделим несколько интервалов: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90, 90-100 процентов повреждения.

Так, обращает на себя внимание распределение числа лесополос относительно величины повреждения. Количество лесополос с незначительным процентом повреждения в диапазоне 0-10, 10-20 % незначительно и составляет в сумме 29 единиц. Число же лесополос со средним уровнем повреждения в диапазоне 20-30, 30-40, 40-50 % в сумме составляет 154 единицы.

Степень повреждения лесополосы более 50 % предлагается считать пороговой и относить данные лесополосы к существенно поврежденным. Так, в диапазоне повреждения 50-60 % находится 71 лесополоса.

Обращает на себя внимание крайне большое число лесополос, уничтоженных практически полностью - в диапазоне повреждения 70-80, 80-90, 90-100 % лежит 233 лесополосы, что чуть менее половины их общего числа при обследовании.

Представленные диаграммы достаточно наглядно показывают, что большая часть из обследованных лесополос фактически уничтожена, а сохранившиеся с минимальным повреждением лесополосы единичны и достаточно сильно разрознены территориально.

Распределение площадей лесополос в разрезе степени их повреждения имеет несколько иную картину. Так максимум площади поврежденных лесополос приходится на среднюю степень повреждения на уровне 40-50 и 50-60 %.

Доля площади лесополос слабоповрежденных незначительна, равно, как и их протяженность. С другой стороны площади и протяженность практически уничтоженных лесополос достаточно велика, что в совокупности приводит к формированию картины практически полного уничтожения лесополос на определенных территориях.

На основе предложенных интервалов повреждения возможно выделить определенные этапы по восстановлению лесополос с выделением каждой конкретной лесополосы. Восстановление лесополос наиболее рационально с точки зрения ландшафтно-экологического подхода начать с наиболее поврежденных.

Представленная база данных позволяет выделить каждую конкретную лесополосу по степени ее поврежденности определить последовательность ее восстановления.

Подводя промежуточный итог, отметим, что приведенные данные явно говорят о неудовлетворительном состоянии рассматриваемых лесополос, что подтверждает четкую необходимость их восстановления.

Оценка величины биологической продуктивности полейзащитных лесополос в современных условиях была произведена с использованием методов дистанционного зондирования и полевых наблюдений.

Проведенные изыскания позволяют определить величину биологической продуктивности для территории агроландшафтов всего Первомайского района и территории конкретных лесополос в том числе. Так, в базу данных проекта были внесены данные о величине базового индекса биологической продуктивности NDVI по состоянию на август 2018 г., как наиболее близкую дату из числа возможных к моменту проведения исследования, а, так же за весь возможный временной ряд получения космоснимков с 1979 года.

Продуктивность лесополос является одним из базовых показателей их современного эколого-биологического состояния и непосредственно оказывает влияние на эффективность выполняемых функций, влиянии на микроклимат территории. Так же, на основании соответствующих карта-схем возможно провести оценку степени повреждения.

В качестве модельного периода были выбраны даты с 08 по 12 августа каждого года, в данный промежуток в среднем продуктивность угодий должна быть близкой за исключением возможных единичных смещений фаз вегетации во влажные и засушливые годы, и годы с различным термическим режимом.

Показатель биологической продуктивности может свидетельствовать не только о наличии в пределах лесополосы деревьев или уничтоженных участков, но может и характеризовать плотность крон верхнего яруса основных пород лесополосы. Определение величины биологической продуктивности нижних ярусов лесополосы является затруднительной, например при ажурно-продувной или плотной структуре лесополосы.

Рассмотрение снимка 1979 года позволяет заключить, что структура лесополос в данной части территории еще не полностью сформирована и деревья только начинают достигать в некоторых участках лесополос необходимых размеров за счет роста. Об этом свидетельствуют и невысокие значения величины биологической продуктивности. В данном случае лесополосы либо еще не были высажены, либо представляли собой молодые посадки, что так же подтверждает возраст данных посадок.

В 1983 году на снимке обращает на себя интенсификация величины орошения и продуктивности агроландшафтов, как таковых, при этом структура лесополос приобретает более выраженную форму с преобладанием значений индекса на уровне 120 единиц, что свидетельствует о постепенном формировании ее структуры и, следовательно, выполняемых функций. В 1987 году уже видна четко выраженная структура каждой лесополосы. Технологии дистанционного зондирования того времени не позволяли получать снимки в мультиспектральном канале большего разрешения, что обуславливает больший размер ячейки изображения по сравнению с фактической шириной лесополосы и визуально приводит к ее некоторому смещению относительно контура в сторону расширения.

В 1995 году наблюдается пик продуктивности рассматриваемых лесополос, что обусловлено достижением данными сообществами зрелого возраста и,

следовательно максимальной эффективности выполнения функций. Величина продуктивности может повышаться до 140 единиц при сохранении контура лесополосы.

Рассмотрение космического снимка 1999 года позволяет заметить начало процесса деградации лесополос, как за чет антропогенных, так и природных факторов. Далее достаточно четко прослеживается тенденция уменьшения площади лесополосы, занятой деревьями с нормальной для данного типа сообщества величиной продуктивности в 120 единиц индекса NDVI, явно видно замещение деревьев травянистыми участками с более низкой величиной индекса, близкого в высохшей травянистой растительности. Обращает на себя и общее снижение продуктивности агроландшафтов.

Рассмотрение снимка 2004 года подтверждает дальнейшую деградацию лесополос, хотя 2004 год был явно более влажным по сравнению с 1999, однако общая плотность индекса продуктивности существенно снижается. Доля уничтоженных частей лесополос может уже достигать 45-50%, а средняя величина продуктивности снижается до 110 единиц, хотя определенные сохранившиеся участки лесополос с высокой продуктивностью еще присутствуют.

В 2011 году формируется близкое к современному состоянию качество лесополос, четко заметны участки со снижением величины индекса продуктивности до 100 и, даже 80 единиц, что говорит о том, что структура лесополос уже к этому времени была существенно нарушена.

Сравнение современных снимков периода 2016-2018 года позволяет подтвердить дальнейшую деградацию лесополос. Так, в 2016 году процент нарушенных лесополос существенно увеличивается, что во многом связано и с изменением условий орошения. Даже в пределах лесополос до этого находившихся в нормальном состоянии, например вдоль дорог, уже присутствуют участки занятые исключительно травянистой растительностью со значением индекса продуктивности в высохшем состоянии на уровне 60-80 единиц. В 2017 году ситуация так же усугубляется в сторону увеличения площадей уничтоженных участков лесополос, явным является преобладание участков без древесной растительности с низкими величинами продуктивности. К 2018 году тенденция сохраняется.

Снимок показывает, что в пределах большинства лесополос уже преимущественно представлены участки с продуктивностью менее 120 единиц, что говорит о не эффективной величине биологической продуктивности лесополос, наличии сухостоя, не плотных и поврежденных крон, даже в пределах сохранившихся участков лесополос.

Модельные лесополосы достаточно полно раскрывают тенденцию развития лесополос в 1979-1995 году и их постепенную деградацию с ее интенсификацией в последние годы. Рассмотрение и других участков показывает практическую схожесть процессов природной и антропогенной деградации лесополос.

Выводы

Проведенные исследования представляют собой единственный и уникальный опыт оценки эколого-биологического состояния полегающих лесных полос на больших площадях для территории Республики Крым с использованием комплексного методического подхода, сочетающего в себе

длительные полевые изыскания и современные методы дистанционного зондирования.

Результаты исследования позволяют оценить современное эколого-биологическое состояние 559 лесополос общей площадью 664.8 га на территории целого административного района Республики Крым.

Проведенные расчеты позволяют оценить и определить и фактические сохранившиеся площади, и участки лесополос.

Результаты исследования показали, что для района изысканий защищенность лесными насаждениями в их современном состоянии является полностью отсутствующей. Величина защищенности лесными насаждениями не достигает и 11%. Зоны мелиоративного влияния лесных насаждений варьируют в зависимости от изменений климатических факторов окружающей среды.

На основе составленной базы данных, проведенных оценок и анализа, результатов полевых наблюдений и изысканий возможно произвести разработку предложений относительно мероприятий по восстановлению полевых защитных функций лесополос, проектируемые способы и объемы восстановления, обоснование технологий восстановления.

Результаты исследований прошли рассмотрение в профильных органах исполнительной и административной власти Республики Крым, и нашли положительные отзывы.

Представленные материалы далее были положены в основу разработки проекта восстановления и реконструкции лесополос Первомайского района Республики Крым, который был выполнен в 2019 году более широким коллективом авторов по инициативе Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым. По состоянию на 2020 год проект находился в стадии реализации и выполняется ГАУ РК «Раздольненское лесохозяйственное хозяйство».

Это является уникальным примером массового восстановления системы полевых защитных лесополос для Республики Крым и всего юга Российской Федерации.

Разработанная методология может быть реализована для оценки эколого-биологического состояния лесополос для любой территории и отличается комплексностью, относительной простотой, скоростью реализации и не высокой стоимостью проведения научно-исследовательской работ.

Литература

1. Правила проектирования, создания и ухода за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения. Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ»), 2015. 40 с.
2. Балакай Г. Т., Балакай Н. И., Бабичев А. Н., Балакай С. Г., Монастырский В. А., Ольгаренко В. И. Проектирование, создание и уход за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения. Новочеркасск, ФГБНУ «РосНИИПМ»), 2015. 40 с.

V. O. Smirnov¹
E. S. Kraynyuk²
N. V. Smirnova³

Experience in assessing the ecological and biological state of shelterbelts on territory of Republic of Crimea

¹ V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation
e-mail: svo.84@mail.ru

² Children's Ecological Center, Yalta, Russian Federation
e-mail: krainuk54@mail.ru

³ Crimean multidisciplinary college, Simferopol, Russian Federation
e-mail: _nadunya_@mail.ru

Abstract. *The conducted studies represent the experience of assessing the ecological and biological state of protective forest strips on large areas for the territory of the Republic of Crimea.*

The research methodology has been developed, including the use of methods: a) field survey of the current state of forest belts; b) remote sensing and geoinformation modeling of the territory; c) ecological-biological, biogeocenotic and agro-landscape studies of the survey object.

A survey of 559 forest belts with a total area of 664.8 hectares on the territory of the Pervomaisky district of the Republic of Crimea was conducted. The calculations carried out allow us to assess the condition, the actual preserved areas and sections of forest belts. The total area of the forest belts within which the specimens of trees have been preserved is 2753710.5 m² (275.37 ha).

The results of remote and field assessment of the state of forest belts showed a high level of statistical spatial relationship with the proportion of linear regression relationship at the level of 0.95 according to the Student's criterion and the value of the correlation coefficient at 0.97.

The dynamics of productivity of plant communities is considered for the period 1979 to 2018. The calculation and analysis is based on the vegetation index NDVI, which shows an increase in the productivity of forest belts in the period 1979 -1995 and gradual degradation by 2018 with a complete loss of protective functions.

For the survey area, the protection of forest plantations in their current state is completely absent. The amount of protection by forest stands does not reach even 11%. Zones of reclamation influence of forest plantations vary depending on changes in climatic factors of the environment.

Based on the compiled geoinformation database, the assessments and analysis carried out, the results of field observations and surveys, it is possible to develop proposals for measures to restore the protective functions of forest belts, projected methods and volumes of restoration, justification of restoration technologies.

The presented materials are the basis for the development of a project for the restoration and reconstruction of forest belts of the Pervomaisky district of the Republic of Crimea.

Keywords: *protective forest strips, ecological and biological condition, Republic of Crimea, assessment, remote sensing methods, biological productivity, restoration design.*

References

1. Pravila proektirovaniya, sozdaniya i ukhoda za zashchitnymi lesnymi nasazhdeniyami na zemlyakh sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya (Rules for designing, creating and maintaining protective forest stands on agricultural land) Novocherkassk: FGBNU «RosNIIPM»), 2015, 40 p. (in Russian)
2. Balakai G. T., Balakai N. I., Babichev A. N., Balakai S. G., Monastyrskii V. A., Ol'garenko V. I. Proektirovanie, sozdanie i ukhod za zashchitnymi lesnymi nasazhdeniyami na zemlyakh sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya (Design, creation and maintenance of protective forest stands on agricultural land) Novocherkassk, FGBNU «RosNIIPM»), 2015, 40 p. (in Russian)

Поступила в редакцию 20.10.2022 г.

УДК 911.8

А. Б. Узденова

Геоэкологические проблемы территории хвостохранилища Тырнаузского вольфрамо-молибденового комбината

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,
г. Нальчик, Кабардино-Балкарская республика
e-mail: albina_uzdenowa@mail.ru

Аннотация. В результате добычи полезных ископаемых возникает множество экологических проблем, включая загрязнение воздуха, земли и воды. Вредное воздействие добычи полезных ископаемых является предметом беспокойства на протяжении многих лет. Рекультивация направлена на возвращение земель в стабильное состояние для обеспечения общественной безопасности, минимизации потенциального негативного воздействия на окружающую среду, а также поиска альтернативных возможностей землепользования.

Ключевые слова: Тырнаузский вольфрамо-молибденовый комбинат, хвостохранилище, отходы обогащения, почвенно-растительный слой, тяжелые и канцерогенные элементы, экологическая обстановка, рекультивация, землепользование.

Введение

Хвостохранилища самых разных отраслей промышленности можно найти по всему миру. Химический состав хвостов зависит от добываемых полезных ископаемых и метода добычи и могут усугублять потенциальные трудности рекультивации на этих участках. Вещества, попадающие в хвостохранилища, могут подвергаться дальнейшей реакции в течение длительного периода времени, изменяя свой характер. Дополнительную угрозу несут природные опасности, воздействие которых может привести к масштабной экологической катастрофе. Одним из наиболее значимых хвостохранилищ на Северном Кавказе является хвостохранилище Тырнаузского вольфрамо-молибденового комбината (ТВМК).

Изучение техногенных факторов загрязнения окружающей среды в районе деятельности ТВМК проводилось Кабардино-Балкарской геологоразведочной экспедицией, в 1990-1992 годах на площади около 150 км [4]. По полученным данным около 60 % обследованной территории являются экологически неблагоприятными зонами. Также местность подвергнута негативному воздействию склоновых процессов [2]. Цель данной работы – изучить геоэкологические проблемы территории хвостохранилища Тырнаузского вольфрамо-молибденового комбината и пути их решения.

Материалы и методы

Для достижения цели исследования был и использованы методы анализа и синтеза, сбора и обработки информации, изучение геоэкологического состояния исследуемой территории, составление таблиц и картосхем.

Результаты и обсуждение

В 1998 г. гидрохимическое состояние водоема в реке Баксан показало содержание вольфрама 18,6 ПДК, молибдена 15,8 ПДК. Так же в 1998 г. ТВМК сброшено 691,4 тыс. м³ дренажных вод. Оживление производства в 1998 г. привело к увеличению количества отходов, содержащих мышьяк. В 1999 г. при проверке состава сточных вод из слива с хвостохранилища показал среднее содержание молибдена 4,25 мг/л, вольфрама 2,1 мг/л.

На 01.01.99 г. отходов в хвостах обогатительной фабрики обнаружено 118 млн м³. Анализ ранее исследованных материалов показывают существование минеральных форм или соединений As, Mo, Cd, Sb, W в р. Баксан. Загрязнение водных объектов происходит из-за попадания в них вод хвостохранилища, просачивающегося через грунты. Это вызвано тем, что при строительстве отстойника не были уложены противофильтрационные слои. В воде р. Баксан, при ее выходе на предгорную равнину установлены повышенные концентрации Sr, Mg, K, Sc, Mo, а по W установлено превышение ПДК в 1,3 раза [4].

В настоящее время хвостохранилище ТВМК представляет собой живописные озера, привлекающие внимание туристов. Местные жители считают, что озера давно очистились от загрязняющих веществ, т.к. в озере обитает форель, известная своей чувствительностью к качеству воды. Также на территории хвостохранилища активно ведется улов рыбы.

В 2001 году комбинат остановил свою работу. В хвостохранилище перестали поступать продукты переработки руды, в результате чего упал уровень воды и увеличился сухой пляж. Ветер разносит неорганическую пыль с пляжа по близлежащей территории. Исследования показали, что в пыли содержится большое количество двуокиси кремния (табл. 1, рис. 1) [4].

Таблица 1

Концентрация вредных веществ мелкодисперсной пыли районе сухого пляжа хвостохранилища ТВМК и близлежащих территориях

Источник загрязнения	Наименование загрязняющего вещества	Значение (ПДК м/р)	Класс опасности	Выброс вещества, г/сек.	Выброс вещества, т/сек.
Хвостохранилище	Марганец и его соединения	0,01	2	0,0252836	0,002515
	Пыль неорганическая	0,05	3	8,1307164	0,886853
	Диметилбензол (Ксилол)	0,2	3	0,0045139	0,014625
	Уайт-спирит	1,00	4	0,0021528	0,006975

Составлено по [4]

По результатам лабораторных исследований вода в озерах по своему химическому составу относится к сульфатно-гидрокарбонатному, калий-натриево-кальциевому типу с минерализацией 1216,97 мг/л. По химическому составу подземные воды, согласно СНиП 2.03.11-85, по отношению к бетону марки W4 с наибольшим значениям по бикарбонатной щелочности -9,09мг/л; по содержанию агрессивной углекислоты, по содержанию магниальных,

аммонийных солей, едких щелочей, по суммарному содержанию хлоридов, сульфатов, нитратов и др. солей воды – 879,3 мг/л – неагрессивные, по водородному показателю – 7,1 мг/л – неагрессивные. По данным химического анализа водных вытяжек в соответствии с СНиП 2.03.11-85 грунты для нормальной зоны влажности (по СНиП II-3-79) по отношению к бетону марки W4 по концентрации сульфатов сильноагрессивные, по концентрации хлоридов неагрессивные [5, 6].

В материалах исследований в разные годы отмечается превышение значений ПДК для вольфрама, молибдена, олова, цинка, для мышьяка, меди [1, 3].

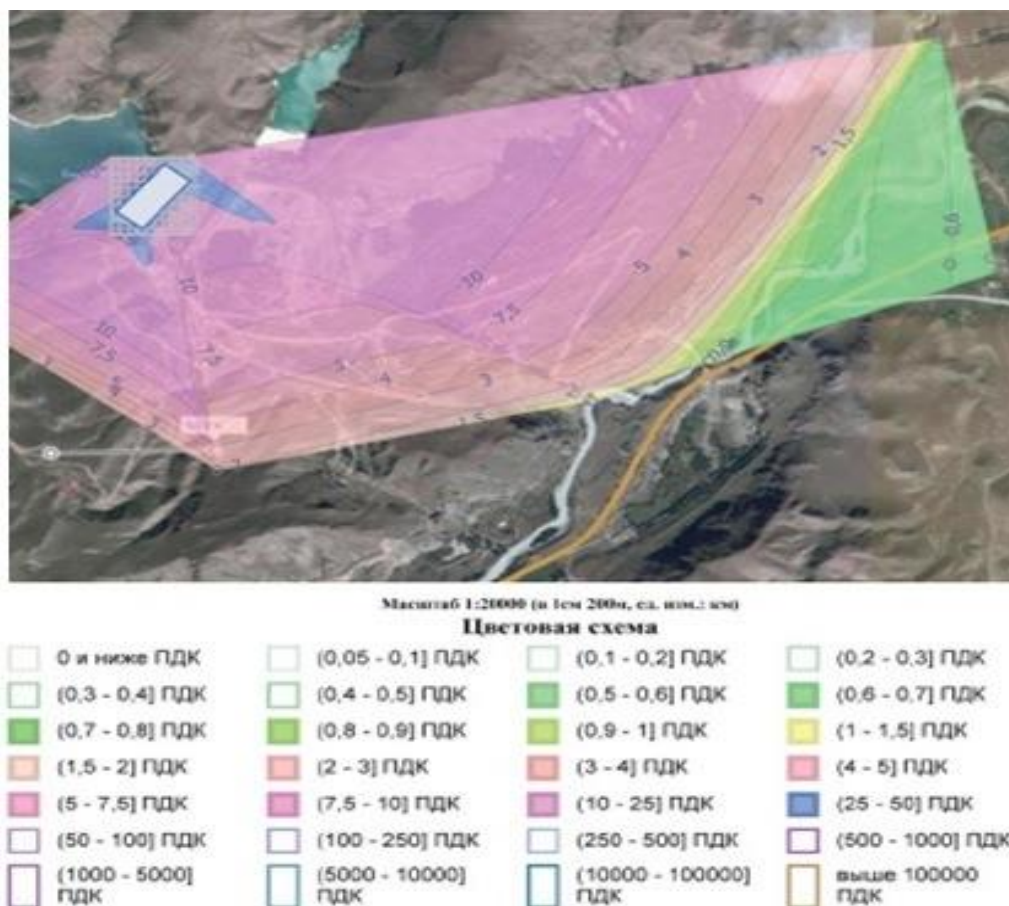


Рис. 1. Концентрация вредных веществ в районе сухого пляжа хвостохранилища ТВМК и близлежащих территориях
Составлено по [4]

Для предотвращения дальнейшей эрозии территории, проводится рекультивация открытых участков сухого пляжа для предотвращения разноса ветрами накопленных химических веществ хвостохранилища и попадания в воздушную среду близлежащих населенных пунктов сухой массы (пыль, песок). Площадь участка рекультивации составляет 3,6 гектара (рис. 2).



Рис. 2. Участок рекультивации хвостохранилища ТВМК

Источник: составлено по [4]

Изоляция промышленных отходов хвостохранилища для предотвращения неорганизованного контакта атмосферных осадков с загрязнённым геотехническим массивом осуществляется устройством противифльтрационного экрана. После рекультивации участка будет осуществляться естественный отвод поверхностных вод с территории. Очистка стока атмосферных осадков с поверхности экрана не требуется, так как соприкосновения воды с поверхностью отходов отсутствует из-за защитного экрана.

Конструкция защитного экрана при рекультивации сухого пляжа состоит из следующих слоев (снизу-вверх):

На подтапливаемом участке пляжа: Объемная георешетка «Армогрид» 220х220х200 мм с заполнением щебнем фракции 40-70 мм. Защитный слой из дренирующего грунта толщиной 1,00 м (ПГС Природная) Геотекстиль Тексопол ИП 400 G4.

На неподтапливаемом участке пляжа: Плодородный слой армированный противэрозийным матом Secumat ES 401 G4, толщиной грунта 0,20 м с посевом многолетних трав. Защитный слой из дренирующего грунта толщиной 1,00 м. (ПГС природная). Геотекстиль Тексопол ИП 400 G4 [3].

Также предусмотрена биологическая рекультивация территории – комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление флоры и фауны, посев смеси трав и внесение минеральных удобрений, на замещаемом грунте.

Выводы

В настоящее время не существует решения для устранения хвостохранилища, которое позволило бы экономически эффективно и в максимальном объеме утилизировать вторичное сырье или энергию без образования производственных отходов, выбросов загрязняющих веществ в

атмосферу и сбросов сточных вод. Существующая система управления отходами в России, ориентированная преимущественно на их захоронение, является несовершенной, ведет к загрязнению окружающей среды и, как следствие, снижению качества жизни. В настоящий момент, ликвидировать отходы не представляется возможным, но можно сократить ущерб окружающей среде устройством изолирующих противодиффузионных экранов.

Уменьшение воздействия на водные объекты проектом рекультивации не предусмотрено. Данная проблема довольно сложна и требует отдельного изучения и реализации.

Литература

1. Бортников Н. С., Гурбанов А. Г., Богатилов О. А. и др. Оценка воздействия захороненных промышленных отходов Тырнаузского вольфрамомолибденового комбината на экологическую обстановку (почвенно-растительный слой) прилегающих территорий Приэльбрусья (Кабардино-Балкарская республика, Россия) // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2013. № 5. С. 405-416.
2. Запороженко Э. В. Об угрозе разрушения Тырнаузского хвостохранилища на р. Гижгит в Кабардино-Балкарской Республике (Россия) // ГеоРиск. 2019. Т. 13. № 1. С. 72-85.
3. Научно-технический отчет о выполнении 2 этапа Государственного контракта № П1410 от 01.01.01 г. // интернет-издание pandia.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/378/38641.php>.
4. Рекультивация сухого пляжа хвостохранилища ТВМК, КБР, Эльбрусский район, с. Былым. Проектная документация. Нальчик, 2018.
5. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии. Утверждены Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 30 августа 1985 г. № 137. М.: ФГУП ЦПП, 2006. 56 с.
6. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника. С изменением N 4, утвержденным постановлением Госстроя России от 19 января 1998 г. N 18-8 и введенным в действие 1 марта 1998 г. М.: Издательство стандартов, 1998. 33 с.

A. B. Uzdenova

Geoecological problems of the territory of the tailing dump of the Tyrnyauz tungsten- molybdenum plant

High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Kabardino-
Balkarian Republic, Russian Federation
e-mail: albina_uzdenowa@mail.ru

Abstract: As a result of mining, many environmental problems arise, including air, land and water pollution. The harmful effects of mining have been a matter of concern for many years. Reclamation aims to return land to a stable state to ensure public safety, minimize potential negative impacts on the environment, and seek alternative land use opportunities.

Keywords: Tyrnauz tungsten-molybdenum plant, tailing dump, enrichment waste, soil and vegetation layer, heavy and carcinogenic elements, ecological situation, reclamation, land use.

References

1. Bortnikov N. S., Gurbanov A. G., Bogatkov O. A. i dr. Ocenka vozdejstviya zahoronennyh promyshlennyh othodov Tyrnauzskogo vol'framomolibdenovogo kombinata na ekologicheskuyu obstanovku (pochvenno-rastitel'nyj sloj) privileyushchih territorij Priel'brus'ya (Kabardino-Balkarskaya respublika, Rossiya) // Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya. 2013. № 5. S. 405-416. (in Russian)
2. Zaporozhchenko E. V. Ob ugroze razrusheniya Tyrnauzskogo hvostohranilishcha na r. Gizhgit v Kabardino-Balkarskoj Respublike (Rossiya) // GeoRisk. 2019. T. 13. № 1. S. 72-85. (in Russian)
3. Nauchno-tekhnicheskij otchet o vypolnenii 2 etapa Gosudarstvennogo kontrakta № P1410 ot 01.01.01 g. // internet-izdanie pandia.ru [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://pandia.ru/text/80/378/38641.php> (in Russian)
4. Rekul'tivaciya suhogo plyazha hvostohranilishcha TVMK, KBR, El'brusskij rajon, s. Bylym. Proektnaya dokumentaciya. Nal'chik, 2018. (in Russian)
5. SNiP 2.03.11-85 Zashchita stroitel'nyh konstrukcij ot korrozii. Utverzhdeny Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po delam stroitel'stva ot 30 avgusta 1985 g. № 137. M : FGUP CPP, 2006. 56 s. (in Russian)
6. SNiP II-3-79*. Stroitel'naya teplo tekhnika. S izmeneniyami N 4, utverzhdannymi postanovleniyem Gosstroya Rossii ot 19 yanvarya 1998 g. N 18-8 i vvedennymi v dejstvie 1 marta 1998 g. M.: Izdatel'stvo standartov, 1998. 33 s. (in Russian)

Поступила в редакцию 01.10.2022 г.

УДК 721.02
Н. П. Усанова

Роль экоустойчивой архитектуры в решении актуальных экологических проблем

Донской государственный технический университет
(ДГТУ), г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
e-mail: Nadezhda.pavlovna.14@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме негативного воздействия строительства и эксплуатации зданий на природу, методам и средствам экоустойчивой архитектуры, позволяющим минимизировать это влияние и адаптировать здания в условиях изменяющегося климата. Экоустойчивая архитектура играет важную роль в решении ряда экологических проблем, связанных с антропогенной деятельностью человека и урбанизацией. На текущий момент это одно из актуально-значимых направлений в сфере строительства.

Ключевые слова: антропогенная деятельность, урбанизация, строительство, устойчивое развитие, экоустойчивая архитектура.

Введение

Последние несколько столетий хозяйственная деятельность человека достигает планетарных масштабов, в результате чего даже самые удаленные биосферы испытывают воздействие антропогенного пресса из-за фонового загрязнения, выпадения химически активных дождей, колебаний климата.

Экологические кризисы – это часть эволюционного процесса, однако экологические кризисы, вызванные антропогенными причинами приводят не к появлению свободных ниш, а к их уничтожению или заполнению человеком.

Антропогенная деятельность оказывает негативное влияние на природу: загрязнение окружающей среды, повышение кислотности Мирового океана, вымирание флоры и фауны, увеличение площади пустынь, изменение климата.

Рост современных городов провоцирует ряд экологических проблем, связанных с появлением производственных и бытовых отходов, загрязнением воздуха, воды и почв, деградацией естественного ландшафта – среды обитания многих видов животных и растений. По данным экспертов, в 2019 году концентрация углекислого газа в атмосфере составила 415,26 частиц на миллион (ppm), что, в свою очередь является рекордом за последние два миллиона лет.

Быстрый темп урбанизации провоцирует строительство и реконструкцию таких градостроительных элементов как объекты транспортной, коммунально-складской, инженерной и социальной инфраструктур, жилой и общественно-деловой застройки.

Цель исследования – провести анализ негативных экологических воздействий зданий при их возведении и эксплуатации, сформулировать наиболее актуальные принципы экоустойчивой архитектуры, позволяющие снизить уровень загрязнения окружающей среды.

Материалы и методы

Решение поставленных в работе задач осуществлялось на основе применения общенаучных методов исследования посредством логистического и статистического анализа.

Как известно, строительство – одна из ключевых сфер деятельности человека, оказывающих серьезное негативное влияние на окружающую среду и устойчивость экосистемы в целом. Это связано с тем что такое влияние оказывает каждое мероприятие строительного цикла. От изготовления и использования материалов, применения технологий до работы на строительных площадках – все это загрязняет нашу среду, а также генерирует углеродные газы, которые, в свою очередь и вызывают глобальное потепление. Согласно шестому оценочному докладу МГЭИК за период с 1990 по 2019 год глобальные выбросы CO₂ от зданий увеличились на 50 %.

Помимо этого строительная сфера вызывает ряд таких экологических проблем как: чрезмерное энергопотребление; сокращение биоразнообразия; загрязнение воздуха, воды и почвы ядовитыми веществами; деформация природных ландшафтов; увеличение строительных и бытовых отходов, повышение риска антропогенных катастроф.

Загрязнение атмосферного воздуха осуществляется за счет таких строительно-монтажных работ как: погрузочно-разгрузочные работы в период производства земляных работ и разгрузки и погрузки строительных материалов, сварочные работы, работа бензопил, нанесение лакокрасочных материалов, заправка техники, работа дизельной электростанции.

Нарушение естественного ландшафта местности, загрязнение почв появляются в результате частичного или полного разрушения почвенного профиля при земляных работах и растительного покрова территории, связанного с работой большегрузной гусеничной и колесной техники; химического загрязнения утечками ГСМ, отходами и строительным мусором; изменение условий поверхностного стока в результате планировочных работ.

Сокращение биоразнообразия обусловлено загрязнением горюче смазочными материалами и уничтожением растительного покрова в границах временного отвода земли в зоне строительства в процессе работы техники, занятой при производстве работ; развитием транспортно-пешеходной сети; выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух при эксплуатации спецтехники и автотранспортной техники; шумом от работы технических и транспортных средств (фактор беспокойства для животных); трансформацией, нарушением и отчуждением местообитаний.

Нарушения работы водной экосистемы территории появляются из-за интенсивного водопотребления, вплоть до истощения водных ресурсов; загрязнения и засорения поверхностных водоемов сточными водами и строительным мусором, изменения водного режима рек (заиливание и др.) при строительстве различных объектов, загрязнения сточных вод ГСМ, отходами со строительных площадок и временных складов стройматериалов (загрязняющие вещества фильтруются через зону аэрации грунтов и попадают в подземные водоносные пласты).

При эксплуатации зданий появляются такие экологические проблемы как: нарушение режима освещённости солнцем (инсоляция), нарушение ветрового и

гидрологического режимов, сокращение биоразнообразия, загрязнение воздуха, воды и почвы, чрезмерное энергопотребление и др. «В конце XX в., особенно в крупнейших городах, возникли и распространились специфические виды загрязнений среды — шумом, вибрацией, излучениями, ионизирующей радиацией» [1]. Все это создает необходимость разработки специальных природозащитных мероприятий, обеспечивающих экологический баланс между человеком и природой, а так же устойчивое развитие районов строительства и прилегающих территорий, городов в целом.

Вопрос экологизации строительства и эксплуатации зданий занимает важное место в решении экологических проблем города. Сегодня этим вопросом занимаются во всем мире. В результате чего, строительная сфера претерпевает ряд изменений, позволяющих снизить воздействие на окружающую среду и рационально использовать природные ресурсы.

В настоящее время идеи экоустойчивого развития реализованы в концепции «умный устойчивый город». Качество жизни в городе начинает характеризоваться по количеству зданий сертифицированных по международным «зеленым» стандартам, среди которых: CAP-СПЗС, BREEAM, LEED, DGNB, GREEN ZOOM, SB-Tool, CASBEE, Green Star и др. Мировое сообщество профессионалов предпринимает попытку «установить принцип «устойчивости по проекту» в качестве универсальной архитектурной концепции, включающей повышение зданий и выработку новых стратегий и методов для различных климатических, политических, социальных и культурных контекстов» [2].

Что касается отечественного опыта сертификации, в России действуют экологические стандарты «СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011, «Зеленое строительство», система «Eco Village» для коттеджных поселков, стандарт GREEN ZOOM. Также в 2009 году был принят Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», который положил начало формированию новой системы государственного регулирования в данной области.

Результаты и обсуждение

Поиски новых путей развития в архитектуре связаны с глобальными процессами в культуре, вызванные становлением постиндустриального общества и с общепланетарными природно-климатическими изменениями. Ответом на эти вызовы стала устойчивая архитектура, сочетающая в себе бережное отношение к природе и заботу о здоровье и комфорте человека. «Устойчивая архитектура – это экологически ориентированная архитектура высоких технологий. Она стремится к минимизации негативного влияния на окружающую среду за счёт эффективного и продуманного использования материалов, энергии, пространства и экосистемы в целом. Проектирование устойчивой архитектуры включает в себя обострённое внимание к вопросу энергосбережения и охраны окружающей среды [3].

В настоящий момент мировая общественность работает над универсальной архитектурной концепцией по выработке новых стратегий и методов для различных социально-экономических, климатических и культурных условий, позволяющей формализовать и адаптировать положения «устойчивой архитектуры», выработать соответствующие положения и стандарты. В основе экоустойчивой архитектуры лежат три основных направления: эффективное

использование природных ресурсов и энергии, здоровье жителей и повышение эффективности труда, сокращение негативных воздействий на окружающую среду.

Таблица 1

Принципы экоустойчивой архитектуры, снижающие негативное воздействие зданий на окружающую среду

№	Негативное воздействие	Принципы экоустойчивой архитектуры	Жизненный цикл здания
1	Загрязнение атмосферного воздуха	Использование низко углеродных материалов и технологий, минимизирующих выбросы CO ₂	Строительство
2	Истощение природных ресурсов	Рациональное и эффективное использование доступных ресурсов и возобновляемых источников энергии, снижающих негативные воздействия на окружающую среду	Строительство
3	Сокращение биоразнообразия	Восстановление экологического баланса на прилегающих территориях	Строительство
4	Чрезмерное энергопотребление	Внедрение энергосберегающих пассивных и умных технологий, снижающих потребление энергии	Эксплуатация
5	Загрязнение окружающей среды бытовыми и строительными отходами	Внедрение комплексной системы управления отходами, повторное использование ресурсов и конструктивных элементов зданий	Строительство
			Эксплуатация

Составлено автором

Согласно целям устойчивого развития, разработанных в 2015 году Генеральной ассамблеей ООН, помимо социальных, экономических и демографических мер, человечеству к 2030 году необходимо увеличить долю использования энергии из возобновляемых источников, расширить и модернизировать технологии энергоснабжения и энергоэффективности, обеспечить рациональное использование природных ресурсов, повысить сопротивляемость и способность адаптироваться к климатическим изменениям, снизить негативное экологическое воздействие городов.

В мире все больше архитекторов и архитектурных компаний при разработке своих проектов используют принципы экоустойчивого развития.

Один из ярких примеров строительства углеродно-нейтрального здания является проект штаб-квартиры итальянской компании Bonfiglioli, разработанный Peter Pichler Architecture. Новая штаб-квартира площадью 6200 кв. м расположена на севере Италии в г. Болонья. Здание оснащено геотермальными тепловыми насосами и лучистыми потолочными системами, позволяющими экономить энергию и создать комфортную среду (рис. 1).



Рис. 1. Проект штаб-квартиры компании Bonfiglioli в г. Болонья, 2022

Источник: <https://archello.com/project/bonfiglioli-headquarters>

Во внутреннем дворе первого этажа штаб-квартиры размещен зеленый сад, благодаря которому осуществляется естественная вентиляция всего здания. За счет использования наклонной крыши увеличен северный фасад здания, что, в свою очередь, позволило создать комфортное естественное освещение в помещениях. Обшивка фасада и крыши штаб-квартиры, выходящая на южную сторону выполнена из сплошной алюминиевой сетки. Одна из ее функций - фильтрация резкого солнечного света. В проекте соблюден баланс между стремлением к нулевому потреблению энергии и организацией комфортной среды для человека.

Среди объектов специализированной общественной застройки особого внимания заслуживает реализованный проект начальной школы Torvbråten архитектурной студии Link Arkitektur (рис. 2). Это вторая школа в Норвегии, получившая экологический знак Nordic Swan, устанавливающий новый ориентир для школ будущего. Данный объект спроектирован в соответствии со стандартами пассивного дома и фокусируется как на социальной устойчивости, так и на экологически чистой архитектуре.

Школа построена без использования продуктов, содержащих вещества, опасные для окружающей среды или здоровья человека. Объект гармонично вписан в окружающую среду. Внутренние помещения спроектированы с широким использованием массивной древесины, что обеспечивает теплые и удобные учебные помещения, а также стабильный климат в помещении.

Представленные здания – яркие примеры грамотного использования принципов экоустойчивой архитектуры, позволяющие установить мир между природой и человеком. Зеленые технологии «позитивно влияют на самочувствие и самоощущение людей, что, в конечном итоге, дает экономический эффект для бизнеса» [4].



Рис. 2. Начальная школа Torvbråten

Источник: <https://norskbyggebransje.no/nyheter/torvbraten-er-arets-skolebygg-2021>

Выводы

Применение современных строительных технологий и материалов позволяет архитекторам проектировать здания, обладающие намного большей гибкостью и эффективностью в области экоустойчивой архитектуры. Однако современные технологии не следует противопоставлять местным архитектурным традициям. Гармоничное сочетание накопленного в традиционной архитектуре опыта и новых технологических возможностей позволяет архитекторам находить новое, выразительное, характерное для той или иной культуры решение, обеспечивающее максимальную функциональную эффективность, долговечность и экономичность на всех этапах жизненного цикла здания.

Литература

1. Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. Пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / И. М.Смоляр, Е. М.Микулина, Н. Г.Благовидова. М. : Издательский центр «Академия», 2010. 160 с.
2. Копенгагенская Декларация 7 декабря 2009 г. Устойчивость по проекту [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://projectbaikal.com/index.php/pb/article/view/356/2147>.
3. Ярошинский Д. Н., Пиров М., Дубынин Н. В. Зелёная архитектура как устойчивое развитие в крупнейших городах на примере торгово-развлекательных комплексов // Инновации и инвестиции. 2021. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zelyonaya-arhitektura-kak-ustoychivoe-razvitie-v-krupneyshih-gorodah-na-primere-torgovo-razvlekatelnyh-kompleksov>.
4. Есаулов Г. В. Устойчивая архитектура – от принципов к стратегии развития // Вестник ТГАСУ. 2014. №6. С. 9-23.

N. P. Usanova

The role of sustainable architecture in solving urgent environmental problems

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

e-mail: Nadezhda.pavlovna.14@mail.ru

Abstract. *The article is devoted to the problem of the negative impact of the construction and operation of buildings on nature, methods and means of sustainable architecture, which allow minimizing this impact and adapting buildings in a changing climate. Sustainable architecture plays an important role in solving a number of environmental problems associated with human activities and urbanization. At the moment, this is one of the most relevant areas in the construction industry.*

Keywords: *anthropogenic activity, urbanization, construction, sustainable development, sustainable architecture.*

References

1. *Ekologicheskie osnovy arhitekturnogo proektirovaniya: ucheb. Posobie dlya stud. uchrezhdenij vyssh. prof. obrazovaniya / I. M. Smolyar, E. M. Mikulina, N. G. Blagovidova. M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2010. 160 s. (in Russian)*
2. *Kopengagenskaya Deklaraciya 7 dekabrya 2009 g. Ustojchivost' po proektu. URL: <https://projectbaikal.com/index.php/pb/article/view/356/2147> (in Russian)*
3. *Yaroshinskij D. N., Pirov M., Dubynin N. V. Zelyonaya arhitektura kak ustojchivoe razvitie v krupnejshih gorodah na primere trgovno-razvlekatel'nyh kompleksov // Innovacii i investicii. 2021. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zelyonaya-arhitektura-kak-ustojchivoe-razvitie-v-krupnejshih-gorodah-na-primere-torgovo-razvlekatelnyh-kompleksov> (in Russian)*
4. *Esaulov G. V. Ustojchivaya arhitektura – ot principov k strategii razvitiya // Vestnik TGASU. 2014. №6. S. 9-23. (in Russian)*

Поступила в редакцию 05.10.2022 г.

УДК 630 (571.63)

А. М. Харитонов

***Актуальные экологические проблемы
многолесных районов юга Дальнего
Востока (на примере Тернейского
лесничества Приморского края)***

ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН,
г. Владивосток, Российская Федерация
e-mail: mavr@tigdvo.ru

Аннотация. Тернейское лесничество обладает одними из крупнейших запасов древесины и недревесных лесных ресурсов Приморья, занимая значительную территорию на побережье северо-востока Приморского края. Здесь же в Тернейском районе находится большая часть Сихотэ-Алинского заповедника, некогда крупнейшего в стране по площади. Возникающие здесь экологические проблемы при эксплуатации лесов достаточно типичны для юга Дальнего Востока, и наиболее актуальные среди них будут затронуты в материалах статьи.

Ключевые слова: Дальний Восток, Приморский край, Тернейское лесничество, Сихотэ-Алинский заповедник, Тернейский район, лесопользование, древесные ресурсы

Введение

По современным лесным классификациям Приморский край относится к многолесным районам. Ведь его средняя лесистость составляет 77,2% (выше по России только у Иркутской области) и если не считать юго-западные административные районы края, то остальная территория фактически занята приморской тайгой.

Среди этой тайги Тернейский муниципальный район Приморского края – крупнейший по площади и одна из наименее населенных территорий Приморья (27,73 тыс. км² с численностью населения чуть выше 10 тыс. чел. на 2021 г.). Суровые климатические условия (прохладное лето в сочетании с холодной зимой) с учетом отсутствия хороших дорог по территории района – основные условия для приравнивания этой территории к районам Крайнего Севера. Ведь и расположен район на крайнем северо-востоке края вдоль побережья Японского моря на протяжении почти 500 км с расширением свыше 100 км в самой широкой части. Некоторые дороги, проходящие вдоль побережья, даже периодически заливаются во время тайфунов.

В связи с переходом на рыночные условия хозяйствования роль Тернейского района в экономике в условиях быстрого развития лесопромышленного комплекса постепенно возрастает. Это связано с наличием здесь лесозаготовительных баз, предназначенных для прямого экспорта древесины и изделий из нее на внешние рынки. В районе за последние годы созданы несколько новых предприятий по первичной обработке древесины с целью дальнейшего экспорта. Однако увеличение нагрузки на лесные ресурсы повлекло за собой и ряд неблагоприятных экологических факторов, связанных с увеличившимися промышленными рубками лесов.

В структуре земель лесничества преобладают лесные земли – 96,9% от общей площади лесничества; из них покрытые лесной растительностью земли занимают – 93,9% общей площади, а не покрытые лесной растительностью – 3,0%. Таким образом, доля нелесных земель составляет 3,1% от общей площади лесничества [4].

На территории лесничества в границах ООПТ (Особо охраняемых природных территорий) произрастает 1094 вида высших сосудистых растений (в том числе редких и исчезающих видов, из которых 23 в Красной книге России и 40 в Красной книге Приморского края), а также водится 62 вида зверей, 390 видов птиц и ряд других животных.

Расчетная лесосека по Тернейскому лесничеству в настоящее время приведена в табл. 1.

Таблица 1

Ежегодный допустимый объем изъятия древесины в Тернейском лесничестве (площадь – га, запас – тыс. м³)

Хозяйства по видам древесных пород	Площадь	Запас	
		Ликвидный	Деловой
Хвойное	19279	1245,53	886,93
Твердолиственное	3025	76,34	31,3
Мягколиственное	8299	359,3	165,96
Итого	30604	1681,17	1083,55

Составлено по [4]

По прежнему регламенту [3] расчетная лесосека по лесничеству была определена площадью 30970,3 га с выборкой ликвидной древесины 1792,6 тыс. м³, из нее деловой 1156,7 тыс. м³. Налицо небольшое сокращение отпуска леса, что закономерно. При этом 43 тыс. м³ древесины предназначалось для собственных нужд граждан.

Помимо древесины возможна заготовка на территории лесничества другой разнообразной лесной продукции как-то: веточный корм в объеме более 103 тыс. т; 25,9 тыс. т древесной зелени (для производства хвойно-витаминной муки); 719 т древесного угля и до 7,5 млн березовых веников (правда, кому их нужно столько в лесной глуши, ибо вывоз их отсюда обойдется в «копеечку»?), не считая иной продукции, которая уже давно не требуется в промышленном производстве, но продолжает учитываться в рамках современного лесоустройства.

Достаточно богаты земли лесничества и другими видами ресурсов, что произрастают в здешних лесах. Так, здесь возможны заготовки кедровых орехов в размере 400 т ежегодно и до 5 тонн орехов лещины. Среди ягод распространены брусника, голубика, лимонник, калина, актинидия с возможным допустимым сбором до 80 т в год. Ресурсы грибов оцениваются в 450 т, а сбор березового сока в 550 т ежегодно, папоротника-орляка в 350 т, черемши – 10 т в год. Ресурсы лектесырья лесоустройство оценивает в 155 т ежегодно, в числе наиболее значимых видов сборов преобладают заготовки аралии, элеутерококка, шиповника. Правда, ресурсы сборов аралии в 100 т ежегодно нам кажутся резко преувеличенными. Впрочем, в прежнем регламенте только возможные сборы элеутерококка оценивались в 225 т. Роль района в лесном хозяйстве края по

данным видам ресурсов можно также оценить по нашим работам [6, 7 и др.].

Значительны пока еще в лесничестве ресурсы охотничье-промысловых животных. Возможно также содержание 2244 пчелосемей на насаждениях липы. Последних насчитывают 1047 га с возможностью сбора 150 кг меда с каждого гектара. Прежний регламент, впрочем, определял возможные медосборы в 50 т меда ежегодно.

Возможно использование здешних лесов и для рекреационной деятельности, хотя летом это сложно из-за распространения в крае заболевания клещевым энцефалитом. Для рекреации пригодно примерно 10% лесничества (240,5 тыс. га). В крае хорошо известны водопады на реке Амгу. На территории Тернейского района расположен Сихотэ-Алинский заповедник (часть территории которого находится в соседнем Красноармейском районе) с уникальными природными ландшафтами.

Пожароопасность на территории лесничества повышенная. Средний класс пожарной опасности – 4,3. Более половины территории лесничества имеет пятый (самый высокий) класс пожарной опасности. Это связано частично и со слаборазвитой сетью дорог, необходимых для быстрого тушения пожаров. От лесных пожаров не один раз в последнее время страдала и территория местного заповедника.

Результаты и обсуждения

Для проведения долгосрочного мониторинга состояния лесов Тернейского лесничества, частично начатое нами еще в [5] понадобятся данные табл. 2. В основе таблицы лежат данные лесоустройства 1993 года.

Таблица 2

Лесосырьевые ресурсы Тернейского лесничества Приморского края

Площадь, тыс. км ²	Лесопо- крытая площадь, млн. га (1993 г.)	Тоже в %%	Запас древесины, млрд. м ³ (1993 г.)	Расчётная лесосека, млн. м ³	
				1989 г.	1993 г.
27,1	2,45	89,2	0,4	3,9	2,6
Кедровники		Береза белая, млн. га	Береза камен-ная, млн. га	Липа, млн. га	Клен, тыс. га
Площадь, млн. га	Запас, млрд. м ³				
0,125	0,03	0,46	0,07	0	-
Запасы ягод		Структуры ягодных		Элеутерококк	
млн. га	Тыс. т	запасов	сборов	Млн. га	Тыс. т
0,00	0,1	Б, Г	Б	0,02	0,01
Население, % к краевому		Объём лесозаготовок, млн. м ³		Состав сборов лектехсырья	
		1990 г.	1994 г.		
0,7		0,2	0,4	Э, ЛЭ	

Примечание. Б – брусника, Г – голубика, Э – элеутерококк, ЛЭ – лист элеутерококка.

Составлено по данным лесоустройства 1993 г.

Обращает на себя внимание, что при резком сокращении расчетной лесосеки в районе (примерно также она упала с переходом на рыночные отношения и в крае) в целом объем лесозаготовок по лесничеству увеличился, что и создает новые экологические проблемы. Частично это было связано со строительством на территории района новых предприятий по производству полуфабрикатов из лесного сырья.

Так, в 2000 г. объем производства по объединению «Тернейлес» вплотную приблизился к 1 млн м³, а затем еще больше возрос (см. табл.3). По нашим расчетам интенсивность промышленных рубок по некоторым территориям современного лесничества только в период с 1985 по 1994 г. увеличилась по его южной половине в 2,5 раза, а по северу кое-где даже в 10 раз (в основном вокруг лесозэкспортных баз). Это самая серьезная экологическая проблема для северных территорий.

Не мудрено, что местные лесозаготовители уже в середине 1990х гг. нацелились на освоение запасов соседнего Пожарского района, где еще оставались нетронутые массивы кедровников. Только принципиальная позиция аборигенов этого района не позволила разорить последние островки кедровых лесов края. В настоящее время здесь в Пожарском районе на их основе организован национальный парк «Бикин».

Конечно, строительство предприятий по первичной переработке древесины по зарубежным технологиям сильно помогло развитию района. Однако созданные здесь совместные предприятия возникли только по причине резкой нехватки подобных полуфабрикатов на зарубежных рынках.

Современный «Тернейлес» – ведущее лесное предприятие в районе из-за неблагоприятной конъюнктуры на мировых рынках (45% его акций принадлежит японским компаниям) и экономических санкций находится в настоящий момент в сложном положении. Его центр находится в порту Пластун. А ведь на его предприятиях трудятся порядка 2100 сотрудников. В 2021 г. прибыль предприятия составила порядка 2,6 млрд. руб.

В составе компании состоят объединение «Текновуд» – высокотехнологичное предприятие по производству клееного бруса, ориентировано также на японские стандарты потребления, «Хардвуд» – распиловка и строгание древесины с ее глубокой переработкой, а также лесозаготовительные предприятия, в т.ч. расположенные за пределами района.

Однако мы завоевали «место под зарубежным лесным солнцем» не в тяжелой конкурентной борьбе, а лишь потому, что на эту нишу не нашлось других претендентов. Ведь для производства этих полуфабрикатов нужно значительное количество дешевого сырья! А вот последнего сейчас стало не хватать. По этой причине запрет на экспорт необработанной древесины был выгоден лесничеству. К тому же крупные комбинаты могут отправлять за рубеж и само необработанное сырье без резкого увеличения экспортных пошлин.

Пока же таксационные характеристики лесов лесничества существенно не изменились, хотя лесопокрытая площадь и имеет тенденцию к снижению, а вот производство пиломатериалов существенно выросло (табл. 3-5).

За период действия предыдущего плана на территории лесничества при расчетной лесосеке в 18213,9 тыс. м³ было вырублено 10624,3 тыс. м³. Учитывая низкую транспортную доступность региона, это означает повышенную нагрузку

на доступные для вырубki леса территории, тогда как средние показатели в районе по заготовкам древесины и выглядят вполне благополучными.

Таблица 3

Вывозка древесины и производство пиломатериалов по Тернейскому району
Приморского края (тыс. м³)

Город, район	Вывозка древесины, годы				Пиломатериалы, годы			
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009
Приморский край	4481,2	4738,9	3822,2	3210,2	297,9	341,9	312,7	340,2
Тернейский	1424,8	1437,0	1226,0	1069,2	75,1	77,6	77,8	123,2

Составлено по данным [1]

По этой причине актуальнейшая экологическая проблема лесничества сегодня - устойчивое природопользование в лесных экосистемах. Ведь одно увеличение объемов лесозаготовок и нарушение тем самым устойчивости лесных экосистем может привести к исчезновению уникальных объектов природы в районе. К тому же леса – источник сохранения влаги и их исчезновение увеличивает размах колебаний воды в реках. Если этого не поймет «бизнес», то не помогут никакие усилия ни государства, ни населения в попытках восстановления уже разрушенного «теневыми» рубками (оцениваются в крае от трети до половины официальных по объему).

Таблица 4

Изменение таксационных характеристик лесных насаждений по Тернейскому лесничеству Приморского края

	Покрытая лесом площадь, га	Средний возраст, лет	Средний запас насаждений на 1 га, м ³ (спелых и перестойных)	Средний прирост по запасу на 1 га покрытых лесной растительностью земель, м ³
2009 г.	2303737	94	184,6	1,76
2017 г.	2292491	94	185,3	1,76
Изменения	-11246	0	+0,7	0

Составлено по данным [2]

Таблица 5

Динамика распределения площади лесов по группам древесных пород по Тернейскому лесничеству Приморского края. Площадь – тыс. га

	Хвойные	Твердолиственные	Мягколиственные
2009 г.	1449,7	314,9	506,3
2017 г.	1443,1	314,8	501,8
Изменения	-6,6	-0,1	-4,5

Составлено по данным [2]

Подобные же проблемы характерны и для других многолесных районов данного региона. Это постоянное снижение площадей и запасов наиболее ценных насаждений, увеличение размаха колебаний воды в местных реках, рост числа лесных пожаров, в т.ч. связанных с деятельностью человека и т.п.

Впрочем, когда в нашей стране считались с экологией? Тернейский район – один из таких исторических примеров. Тот же Сихотэ-Алинский заповедник некогда был одним из самых крупных в России. Однако это не помешало сократить его площадь в 20 раз в послевоенные годы. К тому же лесоустройство на территории Тернейского лесничества давно не проводилось, хотя по планам должно происходить хотя бы раз в 10-15 лет. Частично это было вызвано передачей лесоустройства на местный баланс. Можно полагать, что результаты нового лесоустройства покажут еще целый ряд неблагоприятных экологических изменений на территории лесничества уже в ближайшие годы.

Литература

1. Лесной план Приморского края на 2009-2018 гг. Кн.1. Владивосток-Хабаровск, 2012. 307 с.
2. Лесной план Приморского края. Т.1. Владивосток, 2018. 169 с.
3. Лесохозяйственный регламент Тернейского лесничества на 2011-2018 гг. Владивосток, 2011. 210 с.
4. Лесохозяйственный регламент Тернейского лесничества Приморского края. Хабаровск, 2018. 166 с.
5. Стратегия территориальной организации хозяйства Приморского края. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 260 с.
6. Харитонов А.М. О ресурсах и структуре заготовок дикорастущего лекарственного сырья в Приморском крае // Геосистемы Северо-Восточной Азии: особенности их пространственно-временных структур, районирование территории и акватории. Владивосток: ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2019. С.522-527.
7. Харитонов А.М. Орехопромысловое хозяйство Приморского края в условиях рыночных отношений // Геосистемы в Северо-Восточной Азии. Типы, современное состояние и перспективы развития. Владивосток: Дальнаука, 2018. С.531-536.

A. M. Kharitonov

Actual ecological problems of multi-wooded areas of the South of the Far East (on the example of the Terneysky forestry of Primorsky Krai)

Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation
e-mail: mavr@tigdvo.ru

Abstract. *Terneysky forestry has one of the largest reserves of wood and non-wood forest resources of Primorye, occupying a significant territory on the coast of the north-east of Primorsky Krai. Here, in the Terneysky district, there is a large part of the Sikhote-Alinsky Reserve, once the largest in the country by area. The environmental*

problems arising here during the exploitation of forests are quite typical for the south of the Far East, and the most relevant among them will be touched upon in the materials of the article.

Keywords: *Far East, Primorsky Krai, Terneysky forestry, Sikhote-Alinsky Nature Reserve, Terneysky district, forest management, wood resources*

References

1. Lesnoj plan Primorskogo kraya na 2009-2018 gg. Kn.1. Vladivostok-Habarovsk, 2012. 307 s. (in Russian)
2. Lesnoj plan Primorskogo kraya. T.1. Vladivostok, 2018. 169 s. (in Russian)
3. Lesohozyajstvennyj reglament Ternejского лесничества na 2011-2018 gg. Vladivostok, 2011. 210 s. (in Russian)
4. Lesohozyajstvennyj reglament Ternejского лесничества Primorskogo kraya. Habarovsk, 2018. 166 s. (in Russian)
5. Strategiya territorial'noj organizacii hozyajstva Primorskogo kraya. Vladivostok: DVO AN SSSR, 1991. 260 s. (in Russian)
6. Haritonov A.M. O resursah i strukture zagotovok dikorastushchego lekarstvennogo syr'ya v Primorskom krae // Geosistemy Severo-Vostochnoj Azii: osobennosti ih prostranstvenno-vremennyh struktur, rajonirovanie territorii i akvatorii. Vladivostok: FGBUN Tihookeanskij institut geografii DVO RAN, 2019. S.522-527. (in Russian)
7. Haritonov A.M. Orekhopromyslovoe hozyajstvo Primorskogo kraya v usloviyah rynochnyh otnoshenij // Geosistemy v Severo-Vostochnoj Azii. Tipy, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya. Vladivostok: Dal'nauka, 2018. S.531-536. (in Russian)

Поступила в редакцию 10. 10. 2022 г.

УДК 539.166.3 (470.61)

Е. С. Шаповалов¹
К. А. Калашникова²
Е. Ю. Антонова³
Н. В. Маломыжева⁴
Е. А. Бураева⁵

Радиоактивность урбанизированных территорий Ростовской области

^{1,2,3} ФГАОУ ВО Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
¹eshapovalov@sfedu.ru, ²kcalashnikova@sfedu.ru,
³ekantonova@sfedu.ru
^{4,5} НИИ физики ФГАОУ ВО Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
⁴nlyahova@sfedu.ru, ⁵buraeva@sfedu.ru

Аннотация. В современном мире необходимо проводить периодический мониторинг радиационной обстановки территорий. Это связано с тем, что ионизирующее излучение пагубно влияет на организм человека, постоянное нахождение в непосредственной близости опасных радиоактивных зон может привести к раковым заболеваниям, лучевой болезни, проблемам с сердечно-сосудистой системой и даже смерти человека. В работе представлены результаты оценки радиоэкологической обстановки на территории малых и средних городов Ростовской области в 2019–2021 годах. Объектами исследования являются 8 городов, расположенные в Ростовской области. Измерение мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения проводилось методом пешеходной гамма-съемки с использованием дозиметров-радиометров в соответствии с методиками дозиметрического контроля.

Полученные результаты исследования показали, что средний уровень гамма-фона на контрольных участках не превышает допустимые нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009, значения МЭД гамма-фона находятся в достаточно широком диапазоне от 0,01 мкЗв/ч до 0,51 мкЗв/ч. Отличия в средних показателях МЭД гамма-излучения могут быть обусловлены следующими факторами: различный уровень развития промышленности, транспортной инфраструктуры, географическое положение и прочее. В данном исследовании был проведён расчёт дозовых нагрузок на население от естественных источников. Было показано, что средняя годовая эффективная доза составила 0,26 мЗв/год на открытых территориях. Данное значение уровня облучения населения является допустимым, при условии нахождения человека на открытых территориях лишь 20% времени.

Ключевые слова: радиационная обстановка, гамма-фон, мощность эквивалентной дозы, Ростовская область, урбанизированные территории, мониторинг радиационной обстановки, годовая эффективная доза.

Введение

Проблемы в области обеспечения радиационной безопасности человека и окружающей среды являются актуальными и социально значимыми и связаны с работой атомных предприятий, радиационными авариями, захоронениями ядерных отходов, а также с естественным фоном, формирующимся за счёт содержания радионуклидов в почве, воде и воздухе. Эти факторы способствуют тому, что ежедневно в каждой стране проводится мониторинг гамма-фона.

Анализ данных, полученных в результате радиоэкологического контроля, необходим для предупреждения всевозможных негативных влияний радиационного облучения на человеческий организм и окружающую среду. Измерение мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения позволяет проводить мероприятия по информированию населения об уровне гамма-фона, а также снижению радиофобии, набирающей обороты в последнее время [1, 2]. Вследствие этого существует необходимость в контроле радиационной обстановки по всему миру. Особенно важно проводить радиационные исследования в городах. По статистическим данным в городах Ростовской области проживает около 70% населения региона.

Цель работы – оценить радиационную обстановку на открытых урбанизированных территориях Ростовской области, рассчитать годовую эффективную дозу, получаемую населением от естественных источников радиации.

Материалы и методы

На востоке Ростовская область граничит с Волгоградской областью, на севере — с Воронежской, на юге — с Краснодарским и Ставропольским краями, Республикой Калмыкия, на западе — с Донецкой и Луганской Народными Республиками. Ростовская область находится в зоне умеренно-континентального климата, с засушливым, жарким летом и холодной зимой, основная доля осадков приходится на весну и осень. Для данного региона характерно преобладание равнинной местности с чернозёмной почвой. Из полезных ископаемых в данном регионе добываются каменный уголь, железная руда, глина, песок, камень, щебень. Среднемесячная температура в летний период колеблется от +20°C до +40°C, в зимний период от -25°C до +5°C. Область является крупным центром сельского хозяйства.

Объектом исследования данной работы являются малые и средние города Ростовской области. Измерения МЭД гамма-излучения проводились в 8 городах: Новочеркасск (НЧ), Волгодонск (ВД), Батайск (Б), Сальск (С), Новошахтинск (НШ), Азов (А), Донецк (Д), Аксай (АК). Их расположение приведено на рис. 1.

Дозиметрический контроль (измерение МЭД гамма-излучения) на всех контрольных участках вели портативными поисковыми дозиметрами-радиометрами ДРБП-03, ДКС-96 методами пешеходной гамма-съемки [3-6].

Статистическая обработка результатов измерения МЭД гамма-излучения на урбанизированных территориях Ростовской области проводилась при помощи программного обеспечения Origin, Statistica 10.

Результаты и обсуждение

Гамма-фон (МЭД гамма-излучения) является одним из основных факторов, определяющих радиационную обстановку на территориях. В ходе исследования были получены значения МЭД гамма-фона по городам. Используя эти данные был проведен анализ по каждой урбанизированной территории. На рис. 2 и в табл. 1 приведены результаты исследования.



Рис. 1. Карта-схема городов Ростовской области
Составлено авторами

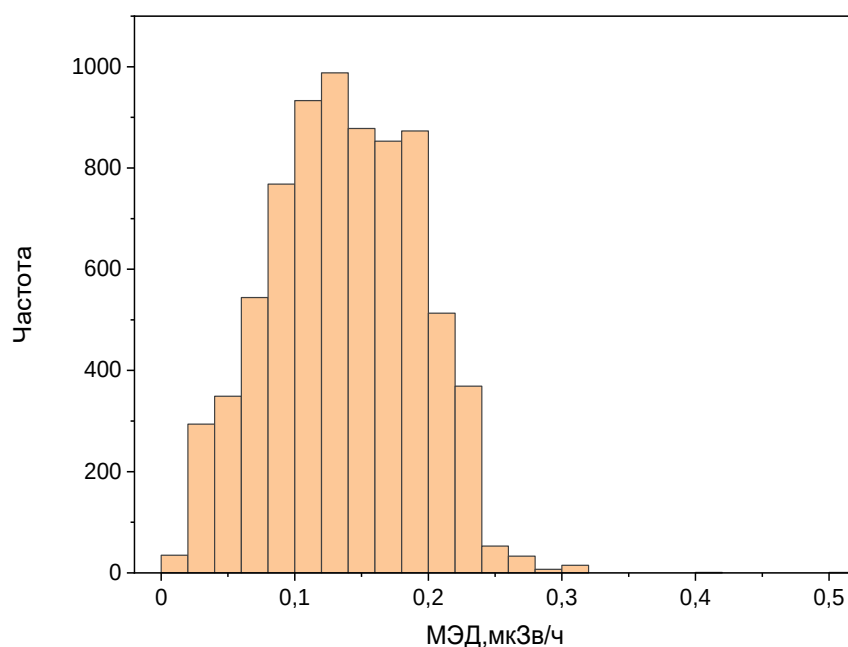


Рис. 2. Распределение МЭД гамма-излучения в урбанизированных территориях
Ростовской области
Составлено авторами

Таблица 1

Результаты статистического анализа МЭД гамма-излучения в малых и средних городах Ростовской области

Параметр	НЧ	ВД	Б	С	НШ	А	Д	АК
Минимум	0,02	0,01	0,02	0,02	0,05	0,01	0,05	0,01
Максимум	0,23	0,12	0,3	0,3	0,26	0,26	0,3	0,51
Среднее	0,11	0,09	0,13	0,13	0,14	0,12	0,18	0,13
Стандартная ошибка	0,01	0,0004	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
Медиана	0,12	0,09	0,14	0,14	0,13	0,12	0,18	0,14
Мода	0,07	0,09	0,18	0,18	0,12	0,1	0,17	0,12
Стандартное отклонение	0,05	0,02	0,07	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05

Составлено авторами

МЭД гамма-излучения в городах Ростовской области изменяется в достаточно широких диапазонах. Наибольшее среднее значение МЭД гамма-излучения наблюдается в городе Донецк и может быть обусловлено наличием угольных месторождений в непосредственной близости (добыча угля может сопровождаться повышением радиации за счет выноса на поверхность пород глубокого залегания с повышенным содержанием радионуклидов).

Широкие вариации гамма-фона на урбанизированных территориях Ростовской области могут быть обусловлены неоднородностью территорий исследования – в основном, различием в уровне развития промышленности, транспортной инфраструктуры, географическом положении. В целом, значения МЭД гамма-фона в каждом исследуемом городе характерны для Ростовской области и не превышают предельно допустимого уровня, определенного с Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009) [4].

Особенности вариаций гамма-фона для исследуемых городов Ростовской области представлены на рис. 3.

Как видно из рис. 3, средние значения МЭД гамма-излучения для каждой урбанизированной территории находятся в диапазоне от 0,09 мкЗв/ч до 0,18 мкЗв/ч. Наименьшее среднее значение МЭД гамма-излучения зафиксировано в городе Волгодонск. Расположенная в данном населенном пункте Ростовская атомная электростанция не оказывает влияния на радиационную обстановку в городе.

По итогам результатов измерений была рассчитана годовая эффективная доза (мЗв) в каждом исследуемом городе (табл. 2).

Таблица 2

Годовая эффективная доза (D) гамма-излучения в малых и средних городах Ростовской области

Город	Ак	Б	НЧ	А	Д	ВД	С	НШ
D, мЗв	0,22	0,22	0,20	0,24	0,32	0,18	0,24	0,20

Составлено авторами

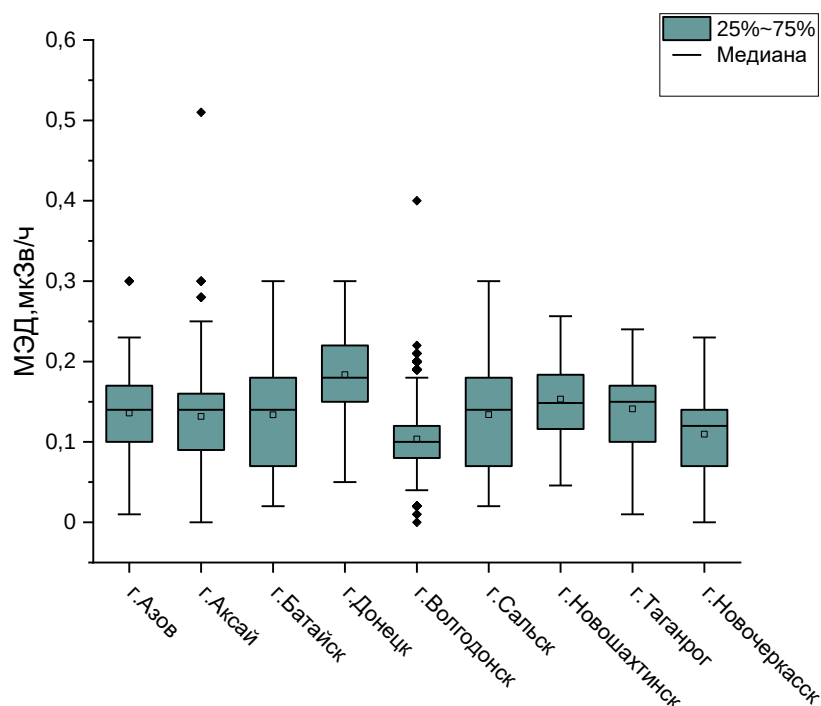


Рис. 3. Сравнение МЭД гамма-излучения в малых и средних городах
Ростовской области
Составлено авторами

Из таблицы 2 видно, что годовая эффективная доза от естественных источников не превышает 1 мЗв. На данных территориях согласно НРБ-99/2009 необходимо производить обычный контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды и сельскохозяйственной продукции, по результатам которого следует оценивать дозу облучения населения. Проживание и хозяйственная деятельность населения на данных территориях по радиационному фактору не ограничивается. Кроме этого, данные территории не относятся к зонам радиоактивного загрязнения.

Выводы

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на открытых территориях малых и средних городов Ростовской области варьирует в пределах от 0,09 мкЗв/ч до 0,18 мкЗв/ч при среднем гамма-фоне 0,12 мкЗв/ч. Наименьший средний гамма-фон зафиксирован в г. Волгодонске – 0,09 мкЗв/ч.

Годовая индивидуальная доза облучения на открытой местности во всех сельских поселениях варьируется от 0,18 мЗв/год до 0,32 мЗв/год и в среднем составляет 0,26 мЗв/год.

Все полученные значения соответствуют Нормам радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032) / (БА30110/20-3-07ИФ).

Литература

1. Буреаева Е. А., Малышевский В. С., Нефедов В. С., Тимченко А. А., Горлачев И. А., Семин Л. В., Шиманская Е. И., Триболина А. Н., Кубрин С. П., Гуглев К. А., Толпыгин И. Е., Мартыненко С. В. Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения природных и урбанизированных территорий северного Кавказа // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 10-5. С. 1073-1077.
2. Гулимова Е. В., Младова Н. В., Муллер Н. В. Экологическая безопасность строительных материалов и изделий: учеб. пособие. 2-е изд., доп. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО КНАГТУ, 2014. 108 с.
3. МВК 2.2.3(50)-11 Методика дозиметрического контроля территории на участках застройки // Ростов-на-Дону: типография ЮФУ, 2011. 15 с.
4. СанПин 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации Г.Г. Онищенко от 7 июля 2009 г № 47 с 01 сентября 2009 г
5. ТЕ1.415313.003РЭ Дозиметры-радиометры ДКС-96. Паспорт. Руководство по эксплуатации.
6. ГКПС 14. 00.00.000 ПС. Дозиметр-радиометр ДРБП-03 с блоками детектирования БДГ-01 и БДБА-02. Паспорт (Техническое описание, инструкция по эксплуатации, формуляр).

E. S. Shapovalov¹
K. A. Kalashnikova²
E. Yu. Antonova³
N. V. Malomyzheva⁴
E. A. Buraeva⁵

Radioactivity of urbanized territories of the Rostov region

^{1, 2, 3}Faculty of Physics, Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation

¹eshapovalov@sfnedu.ru, ²kcalashnikova@sfnedu.ru,
³ekantonova@sfnedu.ru

^{4, 5}Research Institute of Physics, Southern Federal
University, Rostov-on-Don, Russian Federation

⁴nlyahova@sfnedu.ru, ⁵buraeva@sfnedu.ru

Abstract. In the modern world, it is necessary to periodically monitor the radiation situation of territories. This is due to the fact that ionizing radiation adversely affects the human body, constant presence in the immediate vicinity of dangerous radioactive zones can lead to cancer, radiation sickness, problems with the cardiovascular system and even death of a person. The paper presents the results of the assessment of the radioecological situation in the territory of small and medium-sized cities of the Rostov region in 2019-2021. The objects of the study are 8 cities. The measurement of the equivalent dose of gamma radiation was carried out by the method of pedestrian gamma-ray shooting using dosimeters-radiometers, in accordance with the methods of dosimetric control. The measurements obtained showed that the gamma background level at the control sites does not exceed the permissible radiation safety standards NRB-99/2009, the equivalent dose of gamma radiation values are in a fairly wide range from 0.01 mSv/h to 0.51 mSv/h. Differences in average equivalent dose rates are explained by many factors, such as: different levels of development of industry,

transport infrastructure, geographical location and others. In addition to measuring the gamma background, dose loads on the population from natural sources were calculated, the average annual effective dose was 0.26 mSv/year in open areas, which is an acceptable level of exposure, given that a person spends only 20% of the time on the street.

Keywords: radiation situation, gamma background, equivalent dose rate, Rostov region, urbanized territories, monitoring of radiation situation, annual effective dose.

References

1. Buraeva E. A., Malyshevskij V. S., Nefedov V. S., Timchenko A. A., Gorlachev I. A., Semin L.V., SHimanskaya E. I., Tribolina A. N., Kubrin S. P., Guglev K. A., Tolpygin I. E., Martynenko S. V. Moshnost ekvivalentnoj dozy gamma-izlucheniya prirodnih i urbanizirovannyh territorij severnogo Kavkaza // Fundamental'nye issledovaniya. 2013. № 10-5. S. 1073-1077. (in Russian)
2. Gulimova E. V., Mladova N. V., Muller N. V. Ekologicheskaya bezopasnost' stroitel'nyh materialov i izdelij: ucheb. posobie. 2-e izd., dop. Komsomol'sk-na-Amure :FGBOU VPO KnAGTU, 2014. 108 s. (in Russian)
3. MVK 2.2.3(50)-11 Metodika dozimetriceskogo kontrolya territorii na uchastkah zastrojki // Rostov-na-Donu: tipografiya YUFU, 2011. 15с. (in Russian)
4. SanPin 2.6.1.2523-09 Normy radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009). Utverzhdeny i vvedeny v dejstvie postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossijskoj Federacii G.G. Onishchenko ot 7 iyulya 2009 g № 47 s 01 sentyabrya 2009 goda (in Russian)
5. TE1.415313.003RE Dozimetry-radiometry DKS-96. Pasport. Rukovodstvo po ekspluatácii. (in Russian)
6. GKPS 14. 00.00.000 PS. Dozimetr-radiometr DRBP-03 s blokami detektirovaniya BDG-01 i BDBA-02. Pasport (Tekhnicheskoe opisanie, instrukciya po ekspluatácii, formulyar). (in Russian)

Поступила в редакцию 09.10.2022 г.

УДК 598.2(477.75)

И. В. Шишлов¹

Е. А. Буряева²

Оценка радиоэкологической обстановки на территории Ялтинского городского округа

¹ ФГАОУ ВО Южный федеральный университет,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
e-mail: shishlov@sfedu.ru

² НИИ физики, ФГАОУ ВО Южный федеральный
университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
e-mail: buraeva@sfedu.ru

Аннотация. В работе представлены результаты оценки радиоэкологической обстановки на территории Ялтинского городского округа в 2021–2022 годах. В частности, на территории города Ялта, за его пределами и в Ялтинском горнолесном заповеднике. Были проведены измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в приземном слое воздуха на открытых территориях и в жилых помещениях, в трёх областях с различной плотностью застройки и высотой над уровнем моря. Проведён сравнительный анализ мощности эквивалентной дозы на различных территориях, оценены основные вклады от различных источников. Была рассчитана средняя годовая доза населения, с учётом соотношения среднего времени нахождения человека в помещении и на улице. Выполнен отбор проб верхнего слоя почвы и проведены измерения удельной активности основных радионуклидов. Все измерения и отбор проб выполнены согласно ГОСТам и методическим указаниям. Для контроля и обеспечения безопасности человека от негативного воздействия излучений в стране действуют нормы и правила обеспечения радиационной безопасности, среди основных – НРБ-99/2009 и ОСПРОБ-99/2010. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что полученные результаты годовой дозы незначительно превосходят пределы норм радиационной безопасности, не представляя при этом опасности для человеческого организма. Удельная активность радионуклидов не превышает среднемировых значений.

Ключевые слова: радиация, гамма-фон, мощность дозы, Ялта, удельная активность, почва.

Введение

Неотъемлемым фактором существования живых организмов на земле является их подверженность влиянию ионизирующих излучений. Естественный природный фон на различных территориях формируется за счет космогенного излучения и солнечной радиации, а также за счет излучений от естественных и искусственных радионуклидов, содержащихся в объектах окружающей среды. На территориях Российской Федерации непрерывный мониторинг радиационной обстановки ведут Санитарно-эпидемиологические службы или центры при региональных Управлениях Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). При этом, часто исследования гамма-фона проводятся на участках, предназначенных для строительства, либо на стационарных постах [2].

Скрининговые измерения гамма-фона (мощности эквивалентной дозы гамма-излучения) в населенных пунктах Российской Федерации, как правило, не проводятся.

Данная работа посвящена оценке уровня гамма-фона и удельной активности радионуклидов в почвах/грунтах на территории г. Ялта (Республика Крым) для предварительных расчетов годовых доз облучения населения на открытых территориях и в помещениях.

Материал и методы

Объектами исследования данной работы является приземный слой воздуха и верхний слой почвы (0-10 см) на территории города Ялта и прилегающих территорий. Ялта находится на юго-западе Российской Федерации, на южном берегу Крымского полуострова, в зоне влияния средиземноморского климата и в зоне наиболее продолжительного годового солнечного сияния. Город расположен у подножия главной горной гряды Крымских гор [4].

Гамма-фон на открытой местности измеряли вдоль улиц в различных районах города с учетом плотности застройки, высоты над уровнем моря. Маршрут измерений гамма-фона и отбора проба почв представлен на (рис. 1).

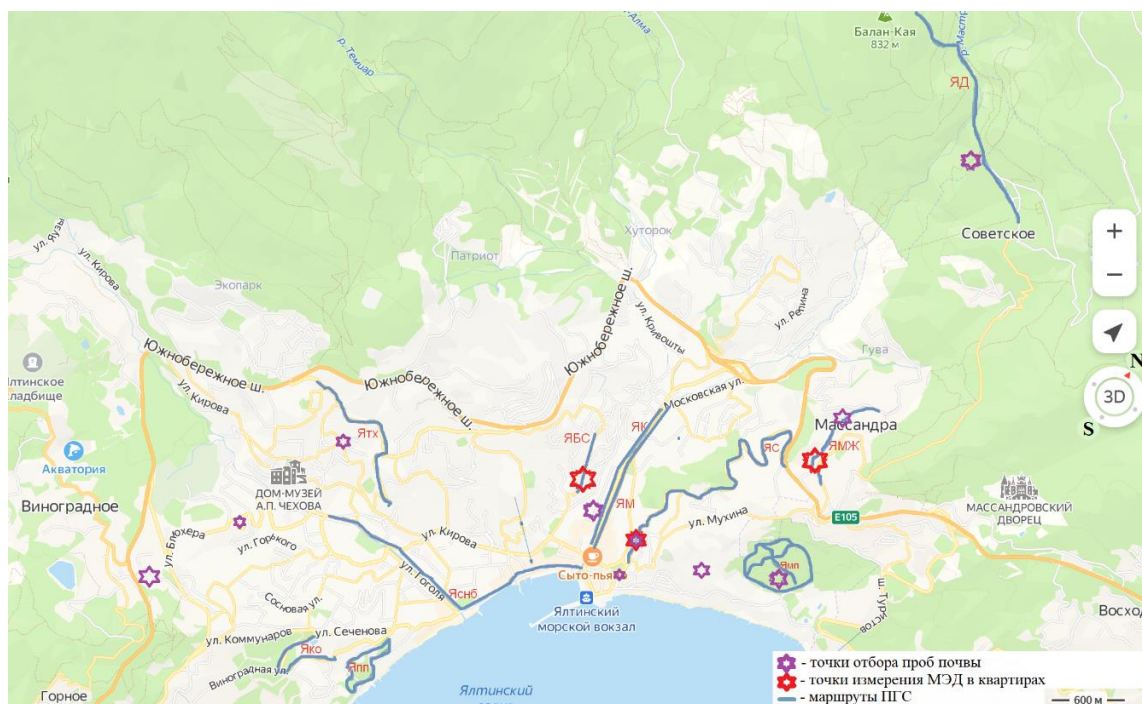


Рис. 1. Карта-схема районов пешеходной гамма-съёмки на территории Ялтинского городского округа:

Условные обозначения: ЯС – ул. Свердлова, ЯК – ул. Киевская, ЯМ – ул. Московская, ЯД – п. Долоссы, Ятх – ул. Темирязева и ул. Халтурина, Япп – парк Приморский, ЯБС – ул. Большая садовая, Яснб – ул. Пушкинская, Ямп – Массандровский пляж, ЯМЖ – Массандровский жилой массив, ЯБС – ул. Садовая.

Составлено авторами

Измерения мощности гамма-фона проводились дозиметром-радиометром ДКС-96 с блоком детектирования БДКС-96с согласно МУ 2.6.1.2398-08, на высоте 1 метр от поверхности земли [3, 6].

Для отбора и подготовки почвенных проб использовали ГОСТ 28168-99 и ГОСТ 17.4.402-84. Почвенные пробы высушивались и измельчались до размера частиц 1 миллиметр [7]. Для исследования удельной активности радионуклидов в пробах почвы применяли спектрометр «Прогресс-гамма сцинтилляционный» [5].

Результаты и обсуждение

На рис. 2 представлены особенности распределения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД, мкЗв/ч) на открытых территориях Ялтинского городского округа и в Ялтинском горнолесном заповеднике.

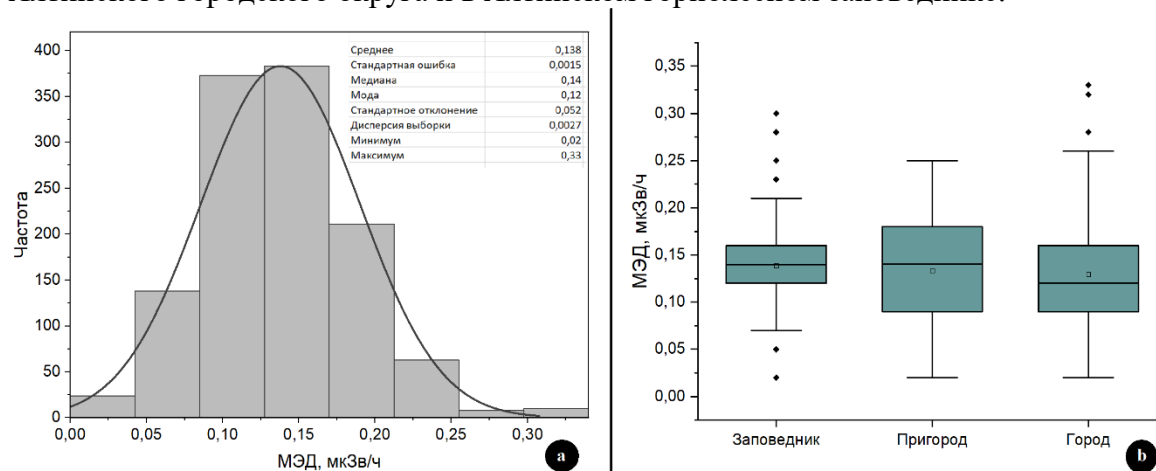


Рис. 2. Распределение МЭД гамма-излучения на открытых территориях Ялтинского городского округа (а) и за его пределами (б)

Составлено авторами

В целом, МЭД гамма-излучения на территориях г. Ялты варьирует в достаточно широких пределах (рис. 2а) и согласуется как с Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009), так и с данными мониторинговых служб Республики Крым (0,12 мкЗв/ч) [2]. Сравнительный анализ особенностей распределения гамма-фона на территории г. Ялта и за его пределами (рис. 2б) показал, что не смотря его на широкие вариации, МЭД гамма-излучения, в среднем составляет 0,12-0,15 мкЗв/ч как в самом городе, так и за его пределами, а также на территории Ялтинского горнолесного заповедника. Различия в плотности застройки, загруженности улиц автотранспортом, высота над уровнем моря (от 0 метров на побережье Черного моря до 800 метров в Ялтинском горнолесном заповеднике) не оказывают, в данный момент времени значимого влияния на уровни гамма-фона в данной местности.

Ниже, в табл. 1 представлены предварительные результаты оценки МЭД в жилом фонде Ялтинского городского округа.

Различия в этажности зданий, материалов, используемых для строительства, способах отопления может приводить к достаточно широким вариациям гамма-фона в помещениях (табл. 1). При учете того, что в среднем человек проводит до 80% своего времени в закрытых помещениях, годовые

эффективные дозы обучения за счет гамма-излучения будут составлять 0,24 мЗв/год и 0,84 мЗв/год на открытой местности и в помещениях соответственно.

Таблица 1

Результаты измерения МЭД в жилых домах города Ялты

Адрес	Этажность, год постройки, основной материал	Минимум мкЗв/ч	Максимум мкЗв/ч	Среднее мкЗв/ч
Свердлова 31	2 этажа, 1900 год, ракушечник	0,05	0,35	0,19
Южнобережное шоссе 9	5 этажей, 1974, бетонные плиты	0,02	0,15	0,09
Ленинградская 5	14 этажей, 1976, бетонные плиты	0,07	0,23	0,15

Составлено авторами

Таблица 2

Содержание основных радионуклидов в Ялте

Радионуклид	Удельная активность, Бк/кг		
	Минимум	Максимум	Среднее
^{137}Cs	3,4	19,9	12,8
^{226}Ra	11,7	31	21,1
^{232}Th	15,8	24,7	19,6
^{40}K	177,3	369	276,8

Составлено авторами

В таблице 2 представлены значения удельной активности радионуклидов в верхнем (0-10 см) почвенном слое на территории Ялтинского городского округа. Искусственный радионуклид ^{137}Cs поступал в окружающую среду в период испытаний ядерного оружия и после аварии на Чернобыльской АЭС. При этом Республика Крым не относится к территориям, значительно пострадавшим от Чернобыльских выпадений [1]. Содержание естественных радионуклидов в почвах территорий исследования характерно для среднемировых значений [6].

Заключение

В целом, на территории Ялтинского городского округа Республики Крым мощность эквивалентной дозы гамма-излучения составляет 0,12-0,15 мкЗв/ч и согласуется с Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009). В дальнейших исследованиях планируется провести оценку радиоэкологической обстановки на территории Республики Крым, особое внимание уделяя городам-курортам и особо охраняемым природным территориям.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032) / (БА30110/20-3-07ИФ).

Литература

1. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АС ПА Россия-Беларусь) / Под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богдевича. Москва–Минск: Фонд «Инфосфера»–НИА–Природа, 2009. 140 с.
2. Беспалов, В. И. Лекции по радиационной защите: учебное пособие / В. И. Беспалов. Томск : ТПУ, 2017. 695 с.
3. Дозиметры-радиометры ДКС–96. Руководство по эксплуатации ТЕ1.415313.003РЭ». НПП «ДОЗА», 2011 г.
4. Ильницкий О. А., Плугатарь Ю. В., Корсакова С. П. Проблема «кислотных осадков» на Южном берегу Крыма и их влияние на растительный мир // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2014. №. 111. С. 7-21.
5. Комплекс спектрометрический для измерений активности альфа-, бета и гамма-излучающих нуклидов «Прогресс». М.: НПП «Доза», 2016.
6. Лебедев С. В. Исследование природных источников радиации и возможность уменьшения антропогенной нагрузки на окружающую среду / С. В. Лебедев, А. И. Гришнякова, А. В. Рубаник // Природопользование и охрана природы: охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России : мат-лы IX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Томск, 21-23 апреля 2020 г. Томск, 2020. С. 40-43.
7. Сальников А. Л. и др. Особенности системного подхода в экологическом мониторинге урбанизированных почв // Геология, география и глобальная энергия. 2018. №. 1. С. 109-119.

I. V. Shishlov¹
E. A. Buraeva²

Assessment of the radioecological situation on the territory of the Yalta city district

¹Faculty of Physics, Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation
e-mail: shishlov@sfnedu.ru

² Research Institute of Physics, Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation
e-mail: buraeva@sfnedu.ru

Abstract. The paper presents the results of the assessment of the radioecological situation on the territory of the Yalta city district in 2021-2022. In particular, on the territory of the city of Yalta, beyond its borders and in the Yalta mountain Forest Reserve. Measurements of the equivalent dose rate of gamma radiation in the surface layer of air were carried out in open areas and in residential premises, in three areas with different building densities and heights above sea level. A comparative analysis of the equivalent dose rate in different territories was also carried out, and the main contributions from various sources were evaluated. The average annual dose of the population was calculated, taking into account the ratio of the average time spent by a person indoors and outdoors. In addition, samples of the topsoil were taken and the

specific activity of the main radionuclides was measured. All measurements and sampling are carried out in accordance with GOST and methodological guidelines. To control and ensure human safety from the negative effects of radiation, norms and rules for ensuring radiation safety have been developed, among the main ones are NRB-99/2009 and OSPROB-99/2010. Based on the data obtained, it can be concluded that the results of the annual dose slightly exceed the limits of radiation safety standards, while not posing a danger to the human body. The specific activity of radionuclides, according to the analysis of literary sources, does not exceed the global average.

Keywords: radiation, gamma background, dose rate, Yalta, specific activity, soil.

References

1. Atlas sovremennyh i prognoznnyh aspektov posledstvij avarii na CHernobyl'skoj AES na postradavshih territoriyah Rossii i Belarusi (AS PA Rossiya-Belarus') / Pod red. YU.A. Izraelya i I.M. Bogdevicha. Moskva–Minsk: Fond «Infosfera»–NIA-Priroda, 2009. 140 s. (in Russian)
2. Bespalov, V. I. Lekcii po radiacionnoj zashchite : uchebnoe posobie / V. I. Bespalov. – Tomsk : TPU, 2017. – 695 s. (in Russian).
3. Dozimetry-radiometry DKS–96. Rukovodstvo po ekspluatatsii TE1.415313.003RE». NPP «DOZA», 2011 g. (in Russian)
4. Il'nickij O. A., Plugatar' YU. V., Korsakova S. P. Problema «kislotnyh osadkov» na YUzhnom beregu Kryma i ih vliyanie na rastitel'nyj mir // Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. 2014. №. 111. S. 7-21. (in Russian)
5. Kompleks spektrometricheskij dlya izmerenij aktivnosti al'fa-, beta i gamma-izluchayushchih nuklidov «Progress». M.: NPP «Doza», 2016. (in Russian)
6. Lebedev S. V. Issledovanie prirodnyh istochnikov radiacii i vozmozhnost' umen'sheniya antropogennoj nagruzki na okruzhayushchuyu sredu / S. V. Lebedev, A. I. Grishnyakova, A. V. Rubanik // Prirodopol'zovanie i ohrana prirody: ohrana pamyatnikov prirody, biologicheskogo i landshaftnogo raznoobraziya Tomskogo Priob'ya i drugih regionov Rossii : mat-ly IX Vserossijskoj s mezhdunarodnym uchastiem nauchno-prakticheskoy konferencii, Tomsk, 21-23 aprelya 2020 g. Tomsk, 2020. S. 40-43. (in Russian)
7. Sal'nikov A. L. i dr. Osobennosti sistemnogo podhoda v ekologicheskom monitoringe urbanizirovannyh pochv // Geologiya, geografiya i global'naya energiya. 2018. №. 1. S. 109-119. (in Russian)

Поступила в редакцию 12.10.2022 г.

УДК 504:303.425(477.75)

Т. В. Бобра¹
А. Н. Яковлев²

Опыт проведения социально-экологических исследований в городе Симферополе

Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Российская Федерация

¹e-mail: tvbobra@mail.ru

²e-mail: andrey_yakovlev84@list.ru

Аннотация. В статье анализируются результаты социологического исследования проведенного путём анонимного социологического анкетирования жителей Киевского, Железнодорожного и Центрального районов города Симферополя в июне 2022 года. Анкетирование реализовано силами студентов и преподавателей кафедры геоэкологии факультета географии, геоэкологии и туризма Института «Таврическая академия» КФУ им. В.И. Вернадского. Социологическое исследование преследовало цель – установить значение современных экологических проблем для жителей города Симферополя, причины приведших к формированию современной экологической ситуации и степени вовлеченности общественности столицы в решение задач актуальной экологической повестки.

Ключевые слова: социологический опрос, экологическая ситуация, экологические конфликты, экологические проблемы, природопользование, экологическое просвещение.

Введение

В современном мире экологическая повестка является одной из наиболее актуальных тем общественного интереса, активный рост внимания к экологической ситуации в стране и существующим экологическим проблемам демонстрирует российское гражданское общество, что подтверждается профильными исследованиями общественного мнения – проблемы экологии волнуют 84% россиян [1].

Решение существующих экологических проблем и задач, как в государстве в целом, так и на уровне отдельных регионов и населенных пунктов, на современном уровне, не возможно без учета общественного мнения, то есть мнения населения, как носителей не только определенных знаний о существующих экологических проблемах, негативных последствиях их влияния на здоровье и облик окружающей среды, но и непосредственных участников формирования экологической обстановки, действующих акторов создания и нивелирования экологических проблем на местах.

В структуре профессиональной деятельности эколога особое место занимает способность организации адекватного общения с населением в ситуациях разной сложности, соответствующих определенным культурным образцам общения и взаимодействия, корректный сбор, обработка и представление информации как для организации дальнейших исследований и принятия управленческих решений, так и для удовлетворения общественного интереса в сфере экологии.

При планировании и организации деятельности, связанной с улучшением экологической ситуации в регионе, городе, сельском поселении, важно учитывать общественное мнение жителей, а именно: отношение людей к месту своего проживания, оценку его привлекательности, видение экологических проблем и причин их возникновения, а также готовность населения принимать участие в обустройстве окружающей природной среды своей территории проживания и т.п.

Изучение субъективного отношения разных категорий населения к окружающей среде, экологическим проблемам и способам их преодоления наиболее результативным и корректным представляется путём сопряжения методов социологии и экологического знания.

Следует отметить, что именно результаты эколого-социологического исследования общественного мнения позволяют акцентировать внимание органов власти на существующих экологических проблемах региона, сориентировать компетентные органы, местные и региональные управленческие структуры на решении насущных для населения экологических проблем.

Особо значимым, является то, что именно местное население оказывается непосредственным свидетелем, а вместе с тем носителем информации о несанкционированных выбросах, редких и/или негативных природных процессах и явлениях, техногенных авариях и их визуально или другим способом фиксируемых последствиях.

Целью социально-экологического исследования является выявление значимости экологической повестки, оценка современной экологической ситуации, установление причин и перспективных решений сложившихся экологических проблем в регионе по мнению жителей города Симферополя.

Материалы и методы

Данные приводятся на основе результатов социологического исследования, проведенного путём анонимного анкетирования жителей Киевского, Железнодорожного и Центрального районов города Симферополя в июне 2022 года. Количество респондентов составляло 150 человек, по 50 жителей из каждого района города.

Инструментом социально-экологического исследования являлась специально составленная авторами анкета (приведена ниже). Анкета включала семь вопросов, позволяющих выявить значимость экологических проблем для жителей города, оценку экологической ситуации в городе и регионе, причины экологических конфликтов и т.п. Анкетирование проводилось в непосредственной контактной форме – вопрос-ответ, по принципу случайного выбора респондентов на улицах города Симферополя. Опрос-анкетирование проводился анонимно (фамилии и прочие персональные данные респондентов не указывались) и является частью ежегодно организуемого авторами социально-экологического исследования.

АНКЕТА

эколого-социологического опроса

1. Какие из проблем Вы считаете наиболее важными (расставьте по степени уменьшения важности):

☐ экономические,

- ☐ экологические,
- ☐ социальные,
- ☐ политические,
- ☐ финансовые,
- ☐ личные.

2. Оцените экологическую ситуацию в Крыму:

- ☐ очень хорошая,
- ☐ хорошая,
- ☐ удовлетворительная,
- ☐ плохая,
- ☐ очень плохая,
- ☐ катастрофическая.

3. Каковы, на ваш взгляд, причины экологических конфликтов природопользования в Крыму? (можно указать 2 причины):

- ☐ несовершенство законов,
- ☐ несостоятельность властей,
- ☐ коррупция,
- ☐ экологическая необразованность граждан,
- ☐ другое, укажите, что именно

4. Хотели ли бы вы принять участие в решении экологических проблем Крыма, города, ближайшего окружающего пространства?

- ☐ Да
- ☐ Нет

Следующий вопрос задаётся только тем, кто ответил «да» на предыдущий вопрос.

5. Если да, то каким образом?

- ☐ уборка мусора,
- ☐ посадка деревьев,
- ☐ просветительская работа с общественностью;
- ☐ денежные пожертвования
- ☐ другое, укажите, пожалуйста, что именно

6. Какие меры борьбы с экологическими нарушениями вы считаете более эффективными?:

- ☐ штрафы;
- ☐ принудительные работы;
- ☐ экологическое просвещение.
- ☐ другое, укажите, что именно

7. В случае наступления в вашем регионе, городе неблагоприятной экологической ситуации, вы предпочтете:

- ☐ немедленно уехать;
- ☐ уехать, но внести денежное пожертвование на ликвидацию последствий;
- ☐ остаться и принять активное участие в ликвидации последствий;
- ☐ остаться и пассивно созерцать происходящее.
- ☐ другое, укажите, что именно

Результаты и обсуждение

В первом вопросе респондентам было предложено расставить по степени уменьшения важности следующие проблемы: экономические, экологические, социальные, политические, финансовые и личные (рис. 1).

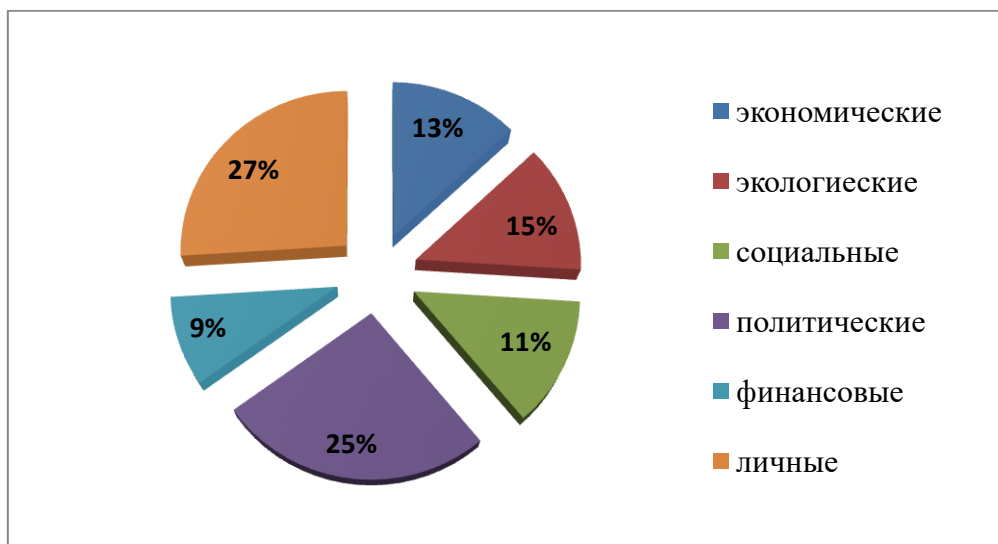


Рис. 1. Рейтинг проблем по степени важности

Составлено авторами

Традиционно наиболее значимыми проблемами для опрошенных оказались личные с 28% общего числа опрошенных, на втором месте с показателем 26% находятся проблемы политического характера. Столь высокий показатель политических проблем не характерный для исследований предыдущих лет, по нашему мнению, связан с острыми социально-политическими трансформациями новейшей истории региона [2]. Начиная с 2014 года, в период названным СМИ «Крымской весной», региональное сообщество пережило острую системную социокультурную трансформацию, связанную с изменением государственной принадлежности (субъектности) Крыма, изменения его политико-правового поля и вектора социально-экономического развития, что автоматически привело к мощным мобилизационным процессам, актуализирующим внимание общества на проблемах личного (семейного), социально-экономического и политического характера. Развитие и сохранение акцента общественного внимания на указанных проблемах-лидерах поддерживалось регулярно возникающими внешними рисками устойчивого развития региона после воссоединения с Российской Федерацией, источником рисков выступало Украинское государство («водная блокада», «транспортная блокада», «блэкаут», попытки диверсионной подрывной деятельности и т.д.), а также беспрецедентно агрессивная антироссийская риторика «коллективного запада», в которой крымскому полуострову отводилось едва ли не центральное место [3].

Ключевым фактором острого восприятия респондентами проблем политического характера, объективированного непосредственно в период проведения опроса, является проводимая нашим государством специальная военная операция по демилитаризации и денацификации на Украине,

сохраняющая устойчивый контент военно-политического характера в медийном пространстве страны и региона, автоматически переводя многие традиционно значимые проблемы, в том числе финансовые, в категорию второстепенных.

Экологические проблемы занимают третью позицию рейтинга предложенных респондентам проблем с показателем 15% и демонстрируют рост, в сравнении с предыдущими годами. По нашему мнению, это связано с сохраняющейся инерцией возмущавшего в предыдущие годы внимания общественности к глобальной и региональной экологической повестке, осознанием гражданами неразрывных системных связей существующих экологических проблем с национальной и личной безопасностью, обусловленности здоровья населения реальной экологической ситуацией, т.е. включением экологических проблем в ряд экзистенциальных.

Экономические (13%) и финансовые (9%) проблемы завершают рейтинг, что обусловлено существующей финансово-экономической политикой государства активно реализуемой в регионе после 2014 года: социальные дотационные программы, доступность массового кредитования населения, индексации заработных плат и пенсий, завершившаяся адаптация бизнес структур региона к новым экономическим реалиям и т.д.

Во втором вопросе респондентам было предложено оценить современную экологическую ситуацию в Крыму, как: очень хорошая, хорошая, удовлетворительная, плохая, очень плохая, катастрофическая (рис. 2).

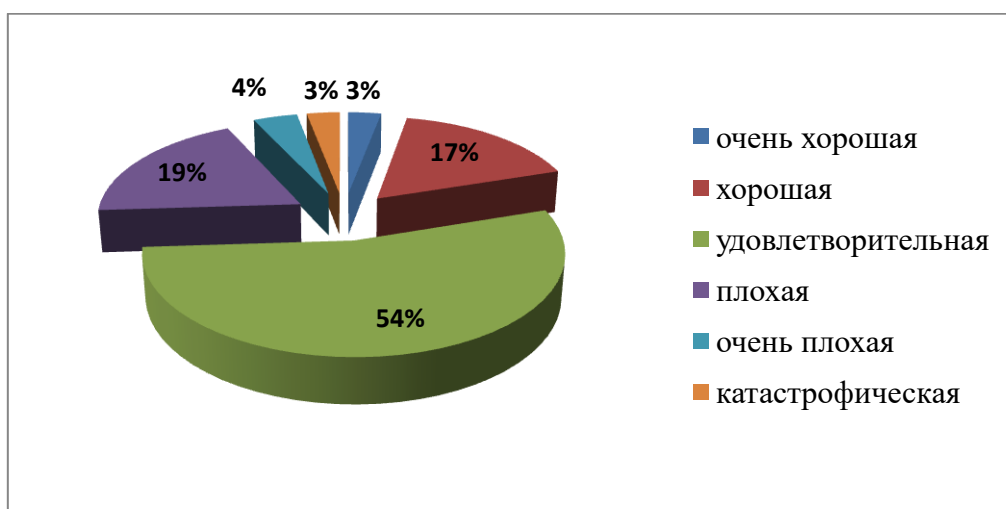


Рис. 2. Оценка экологической ситуации в Крыму

Составлено авторами

Более половины опрошенных – 54% определили ситуацию как удовлетворительную, что соответствует реальной экологической обстановке по данным проводимых в регионе исследований. Настораживающим итогом интервьюирования по данному вопросу является высокий показатель тех, кто ответил, что современная экологическая ситуация в Крыму является плохой – 19%, а также наличие тех, кто на основе личных представлений готов заявить, что экологическая ситуация в регионе характеризуется как очень плохая и даже катастрофическая. Тем не менее 17% опрошенных определяют экологическую ситуацию в регионе как хорошую, что является равновесным показателем

категории плохой экологической ситуации. В свою очередь равные показатели оценки экологической ситуации такие, как очень хорошая и очень плохая (по 3% каждая), взаимоисключают друг друга и не влияют на общие результаты опроса, выступая индивидуальной оценкой состояния окружающей среды в конкретных местах проживания опрошенных.

В третьем вопросе респондентам было предложено определить причины экологических конфликтов природопользования в Крыму (рис. 3).



Рис. 3. Причины экологических конфликтов природопользования в Крыму
Составлено авторами

Одной из основных причин формирования современной экологической ситуации в регионе является нерешённость существующих экологических конфликтов природопользования. Основной причиной приведшей к формированию вышеуказанной ситуации, по мнению более трети опрошенных горожан является экологическая необразованность граждан – 33%. На наш взгляд такая оценка обоснована тем, что экологическая образованность формирует экологическую культуру поведения, мировоззрения, благотворно влияющих на качество окружающей среды, а вместе с тем на физическое и психологическое здоровье граждан. Вместе с тем, в регионе реально существует дефицит массового экологического образования и просвещения, а именно: ограниченный контингент выпускников с высшим и профессиональным образованием экологического профиля; незначительный контент экологической тематики в просветительской работе СМИ, социальной рекламе; недостаточная активность общественных организации в сфере экологического просвещения; территориальная неравномерность, избирательность проводимых в регионе экологических мероприятий.

В относительно равных долях среди основных причин экологических конфликтов природопользования в Крыму отмечены взаимосвязанные категории: несостоятельность властей – 25%; коррупция – 22%; несовершенство законодательства – 20%, от общего числа опрошенных. В совокупности 67% респондентов причины конфликтов природопользования в Крыму отсылают к органам исполнительной и законодательной власти как к органам в задачи которых входят: адаптация и совершенствование законодательной базы в

динамично изменяющихся реалиях, противодействие не редким проявлениям бюрократии и коррупции, повышение уровня собственной компетентности в сфере экологии региона.

Далее жителям города Симферополя задавался следующий вопрос: «Хотели ли бы вы принять участие в решении экологических проблем Крыма, города, ближайшего окружающего пространства?» (рис. 4).

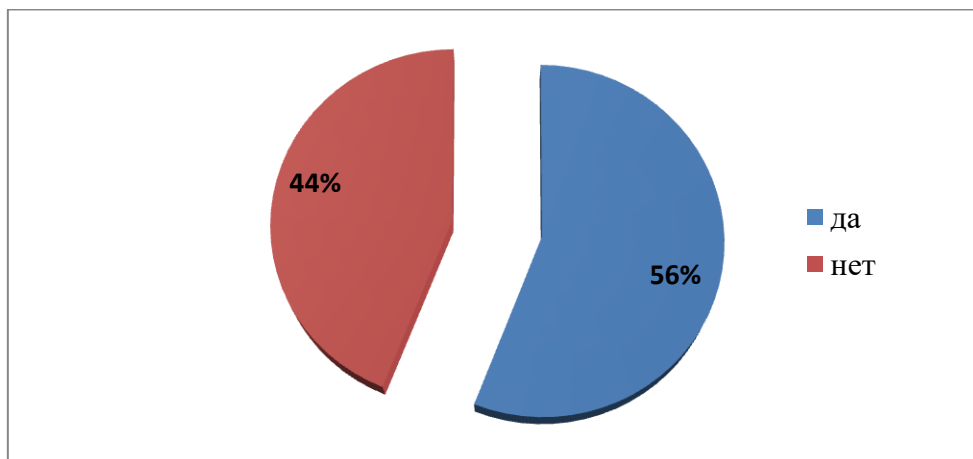


Рис. 4. Готовность принять участие в решении экологических проблем Крыма, города, ближайшего окружающего пространства

Составлено авторами

Более половины опрошенных жителей Симферополя демонстрируют желание принимать активное участие в решении экологических проблем региона на разных территориальных уровнях: Крым, город, ближайшее окружающее пространство, так об этом заявили 56% респондентов. При этом отметим высокий показатель, тех, кто по разным причинам готов отстраниться от личного участия в решении существующих экологических проблем 44% опрошенных.

Для более детального раскрытия четвертого вопроса был сформулирован и задан вопрос, конкретизирующий в какой форме и в каких видах работ респонденты готовы принять участие для решения экологических проблем региона, устанавливались также наиболее эффективные, по мнению респондентов, необходимые действия по решению проблем экологического характера (рис. 5). Лидером среди полученных ответов с показателем 39% стала уборка мусора, в целом выступающая традиционно значимой для горожан [4]. Высокими показателями положительных ответов была отмечена проблема озеленения городского пространства и региона в целом, 36% респондентов готовы принять участие в посадке деревьев. Следует отметить актуальность просветительской работы экологического содержания, важность которой заявлена 18 % жителей Симферополя, и крайне не значительную долю тех, кто готов решать экологические проблемы денежными пожертвованиями, а также тех, кто высказывался о собственных представлениях, необходимых мероприятиях способствующих улучшению существующей экологической ситуации.

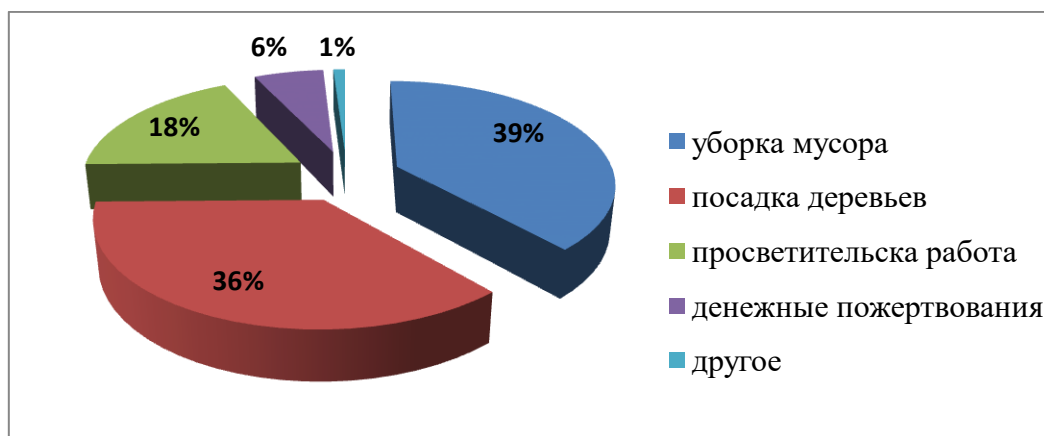


Рис. 5. Виды деятельности, в которых готовы принять участие респонденты для улучшения экологической ситуации в Крыму

Составлено авторами

Уборка мусора и озеленение городских территорий традиционно превалируют как одни из наиболее действенных методов решения экологических задач на местах, так как обуславливают краткосрочный, осязаемый эффект, позволяющий относительно быстро ликвидировать проблему, достичь визуально фиксируемого результата. Отметим, что пролонгированный, отсроченный эффект от просветительской работы экологического содержания также признаётся симферопольцами одним из наиболее глубоких способов улучшения экологической ситуации, в котором горожане готовы принять активное участие – 18% от опрошенных, что составляет половину от указавших среди причин формирования экологических конфликтов природопользования в Крыму экологическую необразованность граждан (рис. 3).

Следующий вопрос устанавливал наиболее эффективные меры борьбы с существующими экологическими нарушениями (рис. 6). Среди наиболее эффективных мер борьбы с экологическими нарушениями около половины опрошенных выбрали категорию – штрафы 46%, соразмерные показатели характеризуют принудительные работы и экологическое просвещение 28% и 26% соответственно.

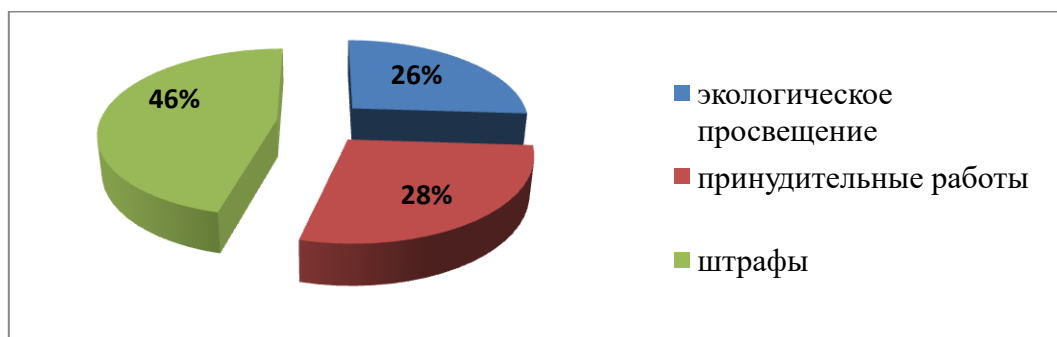


Рис. 6. Наиболее эффективные меры борьбы с экологическими нарушениями

Составлено авторами

По нашему мнению, штрафы, как наиболее эффективная мера борьбы с экологическими нарушениями, лидируют в виду того, что этот способ наказания имеет осязаемую и краткосрочную форму исполнения, что также касается принудительных работ – нарушитель должен быть наказан и наказание должно следовать незамедлительно после нарушения. Эти меры имеют отчетную документацию об исполнении – квитанции, виды выполненных нарушителем работ, соответственно, акт наказания может быть доведен до общественности, формировать общественный резонанс. Тем не менее, около трети опрошенных определяют наиболее эффективной мерой борьбы с экологическими нарушениями экологическое просвещение, осознавая его как меру с долгосрочной, отложенной результирующей, но вместе с тем способной коренным образом изменить отношение граждан к окружающей среде, минимизировать «карательные» меры борьбы с экологическими нарушениями в перспективе.

Последний вопрос анкеты предполагал установление поведенческих моделей жителей города Симферополя в случае наступления в регионе, городе неблагоприятной экологической ситуации.

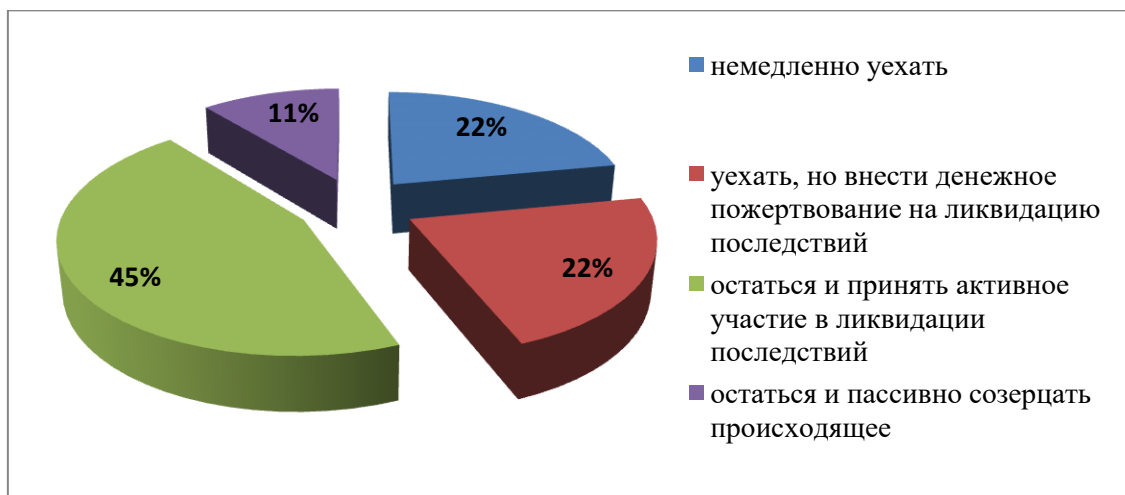


Рис. 7. Действия респондентов в случае наступления в вашем регионе, городе неблагоприятной экологической ситуации

Составлено авторами

Около половины респондентов 45%, в условиях неблагоприятной экологической ситуации выразили готовность остаться и принять активное участие в ликвидации возможных последствий, что свидетельствует об активной гражданской позиции и высоком уровне регионального патриотизма. В суммарном представлении 44% опрошенных заявили об однозначном желании покинуть территорию с неблагоприятной экологической ситуацией, при этом финансовую долю участия в ликвидации проблем путем денежных пожертвований готовы оказать 22%, ровно половина от планирующих уехать. Довольно высокий показатель, характеризующий инертное отношение к моделируемой ситуации – остаться и пассивно созерцать, составил 11% от опрошенных, т.е. в целом 56% респондентов останутся в регионе, против 44%

пожелавших уехать в случае наступления неблагоприятной экологической ситуации, с разными инвариантами поведенческих моделей.

Выводы

Одним из основных результатов проведенного эколого-социологического исследования стало выявление значительного интереса жителей Симферополя к актуальным экологическим проблемам города и региона в целом. Экологические проблемы оказались равнозначными другим проблемам экзистенциального характера. Горожан волнуют проблемы «мусора», недостатка зеленых насаждений, причины экологических конфликтов природопользования в современном Крыму. Усиливается роль экологического воспитания и экологического просвещения в формировании устойчивой благоприятной экологической ситуации, как в городе, так и в регионе, несмотря на то, что основным методом стимулирования толерантного и бережного отношения к окружающей среде, по мнению респондентов, остаются штрафы. Индикатором регионального патриотизма и активной гражданской позиции жителей столицы является готовность принимать непосредственное активное участие в ликвидации последствий потенциально возможной неблагоприятной экологической ситуации.

Литература

1. Общественное телевидение России. Больше 80% россиян обеспокоены проблемами экологии [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://otr-online.ru/news/bolshe-80-rossiyan-obespokoeny-problemami-ekologii-144894.html>.
2. Яковлев А. Н. Трансформация социокультурной конфликтности в Крыму в новых геополитических реалиях // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2018. Том 4 (14). Вып. 2. С. 63-70.
3. Яковлев А. Н. Внешние риски развития социокультурной конфликтности в Крыму. Геополитика и экогеодинамика регионов. 2018. Т. 4 (14). № 4. С. 405-414.
4. Экологическая ситуация и проблема мусора. Образ жизни. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://fom.ru/Obraz-zhizni/14594>.

Т. В. Бобра¹
А. Н. Яковлев²

Experience of social and environmental research in Simferopol

Institute "Taurida Academy", V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

¹e-mail: tvbobra@mail.ru

²e-mail: andrey_yakovlev84@list.ru

Abstract. The article analyzes the results of a sociological study conducted by anonymous sociological survey of residents of the Central, Kievskiy and Zheleznodorozhniy districts of the city of Simferopol in June 2022. The survey was carried out by students and lecturers of the Department of Geoecology of the Faculty of Geography, Geoecology and Tourism of the Institute "Taurida Academy" of the V.I.

Vernadsky CFU. The purpose of the sociological study was to establish the significance of modern environmental problems for the residents of Simferopol, the reasons that led to the formation of the modern environmental situation and the degree of involvement of the public of the capital in solving the problems of the current environmental agenda.

Keywords: *sociological survey, environmental situation, environmental conflicts, environmental problems, environmental management, environmental violations, unfavorable environmental situation, environmental education.*

References

1. Obshchestvennoe televidenie Rossii. Bol'she 80% rossiyan obespokoeny problemami ekologii URL: <https://otr-online.ru/news/bolshe-80-rossiyan-obespokoeny-problemami-ekologii-144894> (in Russian)
2. Yakovlev A. N. Transformaciya sociokul'turnoj konfliktnosti v Krymu v novyh geopoliticheskikh realiyah // Geopolitika i ekogeodinamika regionov. 2018. Tom 4 (14). Vyp. 2. S. 63-70. (in Russian)
3. Yakovlev A. N. Vneshnie riski razvitiya sociokul'turnoj konfliktnosti v Krymu. Geopolitika i ekogeodinamika regionov. 2018. T. 4 (14). № 4. S. 405-414. (in Russian)
4. Ekologicheskaya situaciya i problema musora. Obraz zhizni. URL: <https://fom.ru/Obraz-zhizni/14594> (in Russian)

Поступила в редакцию 25.10.2022 г.

УДК 502.4:551.44 (477.75)

А. Н. Рудык¹

Г. А. Прокопов²

Категории заповедания спелеообъектов на примере пещер Крыма

Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО Крымский
федеральный университет им. В.И. Вернадского,
г. Симферополь, Российская Федерация

¹e-mail: crimea.geoco@gmail.com

²e-mail: prokopov@cfuv.ru

Аннотация. Для эффективного сохранения и возможного использования пещер и других спелеологических объектов используется механизм придания им природоохранного статуса ООПТ определенной категории. В России основная часть спелеологических особо охраняемых природных территорий имеет статус геологических памятников природы преимущественно регионального значения. Часто спелеообъекты входят в состав ООПТ более высокого статуса и категории. Это определяет особый режим охраны и использования таких спелеообъектов. Проведён анализ материалов по обоснованию создания ООПТ на базе спелеообъектов России и Крыма. Выявлены проблемные ситуации в связи с заповеданием спелеообъектов без учета их специфики. В основу исследования положены разработанные авторами материалы по комплексному экологическому обоснованию создания ООПТ местного значения – природная территория местного значения «Пещера Таврида».

Ключевые слова: особо охраняемая природная территория, категория, спелеообъект, пещера, Республика Крым.

Введение

Пещеры – уникальные природные объекты, имеющие высокую средообразующую, минералогическую, палеонтологическую, зоологическую, ботаническую, археологическую, медицинскую и культурно-историческую, рекреационную и иную ценность, требующие особой охраны. Кроме природных спелеообъектов (пещер, шахт, поноров, гротов) к таким объектам можно отнести и искусственные (отработанные рудники, штольни, каменоломни, крипты, «пещерные города»). Наиболее распространенным видом сохранения и охраны подземных пространств на государственном уровне является заповедание – придание объектам статуса особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Первые шаги на государственном уровне по охране спелеообъектов были предприняты именно в Крыму почти сто лет назад. 2 августа 1921 г. был издан Приказ Крымского Ревкома № 450 о передаче в ведение и под охрану Крымохриса (Крымский областной комитет по делам музеев и охране памятников искусств, старины, природы и народного быта) пещеры Кизил-Коба с прилегающим участком известковых туфов. В 1947 г. Решением Исполкома Крымского областного Совета депутатов трудящихся «Об охране памятников природы» объявлены заповедными 9 пещер: Скельская, Данильча, Иограф, Чокурча, Суук, Бинбаш, Кизил-Коба, Б. Бузлук и Туакская [10].

Активные научные исследования Красной пещеры и других полостей Крыма в 1950-60 годах повлекли за собой принятие целого ряда нормативных актов

областного и республиканского уровня, направленных на охрану и упорядочивание использования пещер: решения Крымского Облисполкома от 26.08.1960 г. № 862 «О мерах по улучшению охраны памятников природы», от 27.10.1961 г. № 1122 «О создании и оборудовании заповедника-музея «Красные пещеры» в урочище Кизил-Коба», от 04.12.1964 г. № 408-р «О сохранении и оборудовании заповедника республиканского значения "Красных пещер"», от 12.06.1965 г. № 583 «Об охране пещер, шахт и других карстовых полостей Крыма» (в приложении к нему приводится список из 68 полостей, в том числе 10 – абсолютно заповедного статуса), распоряжение Совета Министров УССР № 1180-р от 7.08.1963 г. «О внесении изменений в список ботанических садов, имеющих республиканское значение и охраняемых государством» (о Красной пещере), Постановление Президиума Центрального Совета по туризму ВЦСПС от 14.04.1966 г. № 593 «О результатах работы ЦС спелеотуризма по изучению возможностей освоения пещер для экскурсионного обслуживания трудящихся» (в приложении к нему упоминается ряд карстовых полостей Крыма).

На базе «пещерных городов» Крыма создаются ООПТ категории памятники природы, одновременно со статусом объектов культурного наследия – памятник археологии. Разночтения в режимах охраны таких комплексных объектов природного и культурного наследия также требуют дальнейшего разрешения.

При создании Ялтинского горно-лесного заповедника в 1973 г. в состав его территории вошли многие упоминавшиеся ранее в охранных списках полости (с потерей отдельного заповедного статуса).

В конце 1980-х гг. наметился переход от охраны отдельных спелеообъектов к их территориальной охране, как единой карстово-гидрогеологической системе. Постановлением Совета Министров Украины 13.02.1989 г. № 53 создан геологический заказник «Горный карст Крыма» общей площадью 4316 га с разорванными ареалами размещения (часть – на Чатырдагском, часть – на Карабийском массивах). Согласно предложениям Института минеральных ресурсов АН УССР в него включено 28 полостей на Чатырдаге и 50 – на Караби.

В решении Верховной Рады АРК № 359-5/07 от 21 февраля 2007 года «О совершенствовании и расширении сети территорий и объектов природно-заповедного фонда в Автономной Республике Крым» непосредственно указано: «Рассмотреть вопрос о придании статуса ландшафтных заказников местного значения Демерджи-яйле, Долгоруковской яйле, Караби-яйле, плато горы Ай-Петри, являющимся областями питания подземных вод, используемых для водоснабжения населенных пунктов». В 2010-2011 гг. такой статус им был присвоен, а, следовательно, и все спелеообъекты на данных территориях стали заповедными.

По данным Г.Н. Амеличева на 2018 год из 1629 известных пещер Крыма 124 имели различный заповедный статус (находились в границах ООПТ) [1].

Материалы и методы

В работе проведён анализ материалов по созданию и использованию ООПТ на базе спелеообъектов России и Крыма. В основу исследования положены разработанные авторами материалы по комплексному экологическому обоснованию создания ООПТ местного значения – природная территория «Пещера Таврида» (2019-2020 гг.), а также научных обоснований границ

памятников природы «Пещера-грот Данильча-Коба», «Карстовая шахта Максимовича», «Пещера МАН» и других. Использовались литературный, сравнительно-описательный, аналитический, статистический и картографический методы исследований.

Результаты и обсуждение

При заповедании спелеообъектов нет особых проблем с обоснованием уникальности и ценности исследуемого объекта, не вызывает сомнения и необходимость сохранения от повреждения, разрушения или разграбления натечных пространств и других уязвимых элементов спелеообъектов. Особое внимание здесь стоит уделить присвоению той или иной категории ООПТ. В России основная часть спелеологических особо охраняемых природных территорий имеет статус геологических памятников природы преимущественно регионального значения. На территории Республики Крым насчитывается 14 таких ООПТ, по всей России более 300. Наиболее длинные пещеры России имеют данный природоохранный статус (табл. 1), в отличие от самых глубоких (без статуса).

Второй формой охраны спелеообъектов является их включение в состав территорий и объектов, имеющих более высокий природоохранный статус. К ним в первую очередь можно отнести пещеру Шульган-Таш (Капову) и Кунгурскую (табл. 1). В Крыму полости имеются в пределах Крымского, Карадагского и Ялтинского горно-лесного природных заповедников; природных и ландшафтно-рекреационных парков «Тарханкутский», «Ак-Кая», «Атлеш», государственных природных заказников «Большой каньон Крыма», «Байдарский», «Долгоруковская яйла», «Демерджи-яйла», «Ай-Петринская яйла», «Горный карст Крыма», «Новый Свет»; памятников природы «Мангуп-Кале», «Гора Кошка», «Караби-яйла» (ботанический), «Гора Кара-Тау» (ботанический), «Урочище Карасу-Баши» (гидрологический); заповедных урочищ («Яйла Чатырдага») и других.

В новейшей истории Крыма (после 2014 года) на базе спелеообъекта был создана пока одна ООПТ. 14 августа 2019 года для обеспечения сохранности с последующим обустройством пещеры «Таврида» (Белогорский район) было принято решение о создании особо охраняемой природной территории местного значения – первой в Республике Крым. Сначала ей был присвоен статус геологического памятника природы местного значения площадью 0,0713 га, однако чуть позднее категория ООПТ местного значения в соответствии с законом Республики Крым «Об ООПТ РК» поменялась на категорию – природная территория, а площадь возросла до 1,8962 га (рис. 1).

Согласно ст. 23-1 Закона Республики Крым от 10 ноября 2014 года № 5-ЗРК/2014 «Об ООПТ Республики Крым», ООПТ местного значения категории **«природная территория»** признаются территории, природные комплексы которых имеют рекреационное и оздоровительное значение и предназначены для отдыха населения, туризма, включающие участки природных и (или) культурных ландшафтов с оборудованными зонами рекреации, экологическими тропами, туристическими маршрутами. Для обеспечения сохранности и рационального использования природных ресурсов в границах природных территорий могут выделяться функциональные зоны. Однако в самом законе перечень таких зон и

требования к режиму их охраны и использования не прописаны. Поэтому для обустройства самой пещеры, а также в её привходовой части и территории над пещерой, такие условия заповедания без прямых ограничений являются крайне мягкими.

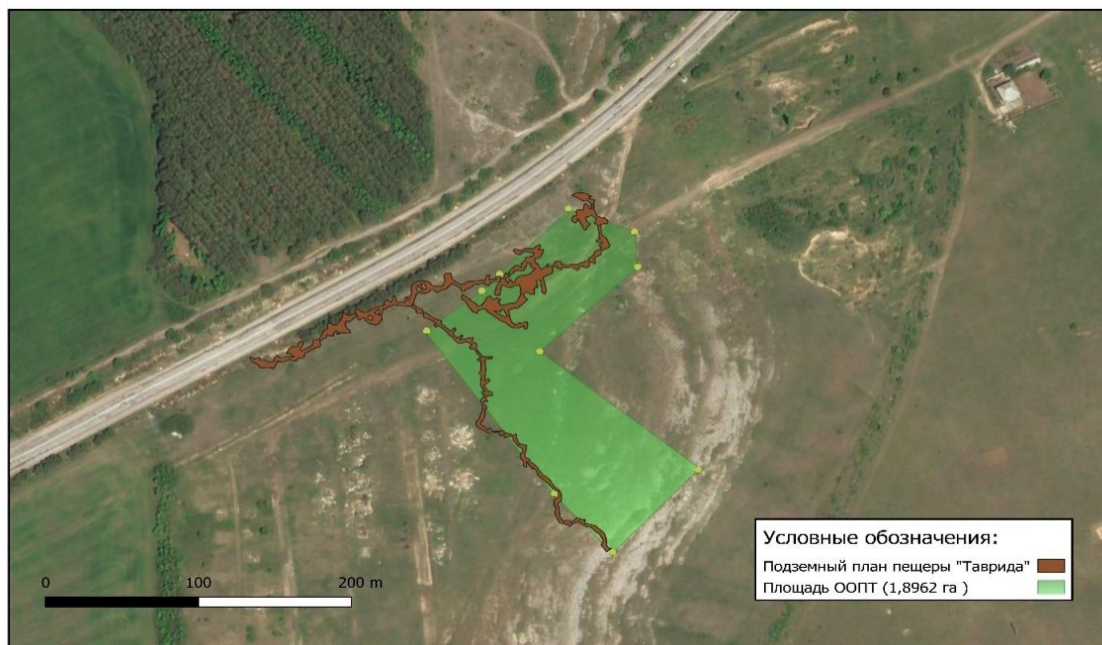


Рис. 1. План на местности особо охраняемой природной территории – природная территория местного значения «Пещера «Таврида» площадью 1,8962 га

Таблица 1

Крупнейшие (по длине и глубине) пещеры России, включенные в систему ООПТ

Название пещеры	Длина, м (место в РФ)	Глубина (+высота), м (место в РФ)	Местонахождение	Входит в систему ООПТ	Площадь ООПТ, га
Ботовская	66 743 (1)	40	Иркутская обл.	перспективная	-
Большая Орешная	~58 000 (2)	247	Красноярский край	памятник природы с 1977 г.	130
Красные пещеры	~25000 (3)	275	Республика Крым	памятник природы с 1947 г.	33 (12 км)
Кулогорская-Троя	16 500 (4)	18	Архангельская обл.	памятник природы с 1986 г.	50,8
Система «Белая звёздочка»-«Крестик»-«Турист»	14 000 (5)	640 (2)	Республика Адыгея, Краснодарский край	-	-
Система Воронцовская	11 720 (6)	240	Краснодарский край,	памятник природы с 1988	-

(объединяет пещеры Воронцовскую, Лабиринтовую, Кабаний провал и Долгую)			Хостинский район города Сочи	г., находятся на территории Сочинского национального парка, с 1983 г.	
Дивья	11600 (7)	28	Пермский край	в составе памятника природы «Дивий камень и пещера» с 1988 г.	375,0
Горло Барлога	3 000	900 (1 место в РФ, 129-е место в мире)	Карачаево-Черкесия	-	-
Парящая Птица	5 000	565 (3)	Республика Адыгея, Краснодарский край	-	-
Ростовская-Одалиска-Физтеховская	4950	550 (4)	Карачаево-Черкесия	-	-
Ольга	3500	520 (5)	Краснодарский край	-	-
Кунгурская Ледяная	5700	30	Пермский край	памятник природы с 1965 г., вместе с Ледяной горой - историко-природный комплекс регионального значения с 2001 г.	106
Шульган-Таш (Большая Капова)	2640	30	Республика Башкортостан	памятник природы с 1965 г. (исключен в 2014 г.), входит в состав заповедника «Шульган-Таш» с 1986 г.	-

Составлено авторами по [5, 11]

Однако такое разнообразие категорий ООПТ, применяемых к спелеообъектам, породило и определенный ряд правовых, научных и управленческих проблем [8]:

– в существующей нормативно-правовой базе отсутствуют четкие критерии для выделения спелеологических ООПТ и определения их статуса, в нормативных актах не указаны площадь и конфигурация границ;

- определение режимов охраны и использования таких объектов производится обычно неспециалистами;

- ряд полостей одновременно является охраняемыми объектами и объектами интенсивного спортивного, рекреационного использования;

- полости одного ранга как природные объекты часто имеют разный природоохранный статус (одни выделены как отдельные памятники природы, другие в составе более крупных территорий).

За истекшие годы неоднократно менялась структура природоохранных территорий Крыма, ликвидировались одни заповедные территории, создавались новые. Всё это вызвало ряд противоречий:

- четко не оговаривается, что происходит при включении объекта одного природоохранного статуса в другой (в одних случаях он просто «поглощается», исключаясь из перечня охраняемых объектов, в других - сохраняет его);

- не ясен природоохранный статус спелеологических памятников, находящихся на территории памятников природы или заказников, выделенных по другому признаку (например, охраняются ли пещеры, находящиеся в пределах государственного ландшафтного заказника Большой каньон Крыма (Пания) и Хапхальского гидрологического заказника (Джур-Джур); какой природоохранный ранг имеют карстовые полости, находящиеся в пределах ботанического памятника природы «Караби-Яйлинская котловина» и др.);

- при образовании новых природоохранных единиц охранный статус приобретают все полости, находящиеся в их пределах, или только «избранные», перечисленные в обосновании к выделению (именно такая ситуация сложилась при образовании заказника «Горный карст Крыма»);

- не учитывается значение карстовых полостей в различных сферах деятельности человека (промышленной, сельскохозяйственной, коммуникационной, военной, социальной, культовой, научной), хотя без этого невозможно правильно оценить их природоохранное значение [8];

- на одном карстовом массиве созданы разные ООПТ, часто примыкающие друг к другу и выполняющие сходные природоохранные функции (на Караби: заказники комплексный (ландшафтный) «Караби-Яйла» (2829 га), геологический «Горный карст Крыма» (4316 га), ботанический «Урочище Караби-Яйла» (491 га), ботанические памятники природы «Караби-Яйлинская котловина» (32 га) и «Гора Кара-Тау» (100 га);

- не ясен статус новооткрытых частей пещер: последующие исследования в Красной пещере (соединение в единую систему с пещерой Голубиной) привели к тому, что общая протяженность пещеры в настоящее время около 25 км, а в перечне ООПТ Крыма заповедными являются только 12 км, а вообще распоряжением Совета министров УССР от 07.08.1963 №1180-р создавался геологический памятник природы общей площадью 33 га.

Подобные проблемы существуют во всех регионах России. Так, в 2013 г. в Краснодарском крае был развернут процесс так называемого «снятия статуса особо охраняемой природной территории» с большого количества особо ценных природных объектов, среди которых оказалось большинство пещер (Каньон, Фанагорийская, Богатырская, Воронцовская, Назаровская, Ахунская). Эти решения мотивировались тем, что пещеры находятся на территории более крупных ООПТ (национальных парков, заказников) и в итоге будут охраняться автоматически. В то же время режим этих ООПТ не учитывает специфику охраны

пещер, например, Фанагорийская пещера расположена на территории Горячеключевского охотничьего заказника, где охраняются лишь охотничьи виды животных, но не рукокрылые и среда их обитания. Аналогичная ситуация и с пещерами, расположенными на территории Сочинского Национального парка. В рамках общественных обсуждений вышеназванные пещеры сохранили свой статус памятников природы [12].

Одной из проблем на пути охраны и рекреационного использования подземных объектов является требование получения права пользования недрами, лицензии на пользование (Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах»). Государство постаралось решить проблему возможного вида использования недр путем создания *особо охраняемых геологических объектов* (п. 5 ст. 6 Закона РФ «О недрах»). Согласно постановлению Правительства РФ от 26.12.2001 № 900 «Об особо охраняемых геологических объектах, имеющих научное, культурное эстетическое, санитарно-оздоровительное и иное значение» соответствующие геологические объекты могут быть отнесены (признаны) к особо охраняемым геологическим объектам в порядке и на условиях, которые установлены Федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях». Использование недр (обустройство) пещеры «Таврида» стало возможно лишь после получения Лицензии на пользование недрами с целевым назначением – Образование особо охраняемого геологического объекта – «Пещера «Таврида».

Приказом Министерства природных ресурсов РФ от 29 ноября 2004 г. № 712 г. утвержден специальный Порядок рассмотрения заявок на получение права пользования недрами для образования особо охраняемых геологических объектов. На уровне субъектов федерации данная категория ООПТ может быть введена в состав дополнительных. Например, Законом Московской области от 23.07.2003 г. № 96/2003-ОЗ «Об особо охраняемых природных территориях» введена категория «особо охраняемые геологические объекты» наряду с природными микрозаповедниками, особо охраняемыми водными объектами, прибрежными рекреационными зонами.

По мнению некоторых ученых, многие проблемы, связанные с заповедыванием спелеологических объектов возникают в связи с неверным отнесением пещер к специфическим (отраслевым) памятникам природы, в то время как они нередко сочетают элементы комплексного геологического, гидрологического, биологического, археологического, палеонтологического и мемориально-исторического профиля. В этой связи они должны быть отнесены к комплексным (ландшафтным) памятникам природы, в которых охраны заслуживают все компоненты ландшафта [9].

Ещё одной попыткой комплексно подойти к решению проблем охраны и использования крупных карстовых массивов было обоснование выделения новой природоохранной категории – Карстово-спелеологический национальный парк по инициативе Рескомприроды Крыма в 1999 г. [6].

В 1990-х гг. во многих странах стали организовывать новый тип ООПТ для сохранения уникальных геологических объектов – геологические парки (геопарки). Наименование «европейский геопарк» было утверждено в качестве официального термина в июне 2003 г. и присвоено геопаркам европейской сети, действующей с 2001 г. в партнерстве с ЮНЕСКО. В 2004 г. под эгидой ЮНЕСКО была создана Всемирная сеть геопарков [16]. В российском законодательстве

такая категория ООПТ как геопарк пока отсутствует, но данное направление, получив международное признание, является перспективным и в России.

Первым геопарком в России и на всем постсоветском пространстве стал Башкирский геопарк «Янган-Тау», созданный в 2017 году. Он включен в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО, в которую в 2022 году входят 169 геопарков 48 стран (в 2013 г. включала 91 объект в 27 странах). Совсем недавно статус геопарка был закреплен законодательно – принят Закон Республики Башкортостан от 27 сентября 2022 г. N 609-з «О геопарках в Республике Башкортостан».

Анализ доступных положений и паспортов ООПТ РФ, включающих пещеры и другие карстовые образования, показал, что природоохранными органами не учтены специфические свойства карстовых систем, это никак не отражено в режиме их охраны и использования. Не учитывается, что подземные полости являются местообитанием редких видов животных (летучих мышей, эндемичных беспозвоночных), и даже минимальные изменения условий может привести к их гибели. Между тем именно биотическая составляющая зачастую определяет уникальность подземных биоценозов, как и уникальность региона в целом [13], добавим, что изучение фаунистических комплексов пещер может пролить свет на основные вехи формирования фаунистических комплексов региона в целом [14]. Формальный подход чиновников к определению природоохранного режима позволяет иногда прочесть в паспортах на некоторые пещеры запрет на «сенокосение и вспашку почвы». В полной мере эти противоречия выражены и в режимах эксплуатации охраняемых карстовых полостей Крыма. Практически во всех случаях приоритет остаётся за рекреационным использованием пещер, при этом функциональное зонирование объектов, характеризующихся наличием уникального фаунистического комплекса, включающего не только беспозвоночных, но и крупных колоний рукокрылых, не предполагается.

Необходим пересмотр существующего положения (площадей, конфигурации границ, режима охраны) охраняемых спелеообъектов (особенно тех, у которых заповедана только привходовая часть самой пещеры), учитывая принципы охраны карстовых объектов и территорий [4]: нельзя охранять отдельно подземную и (или) наземную их части, например, охранять пещерную систему, но не охранять поверхность над ней, или, наоборот, охранять поверхностный комплекс, не принимая во внимание полостей в его недрах. Охрана карстовой территории или объекта должна быть комплексной, системопроизводной, двуединой. Второй важный принцип: при определении границ охраняемых карстовых объектов или территорий важно учитывать также горизонтальные функциональные связи между элементами геосистем. При этом, размеры наземной охраняемой части должны соответствовать размерам не геотопа, т.е. собственно карстового образования, а включать также его парадинамическое (парагенетическое) окружение. Трудности связаны, прежде всего, с установлением пространственных (структурно-функциональных) границ карстовых ландшафтов в связи с часто имеющим место несовпадением границ их наземной и подземной частей (рис. 2).

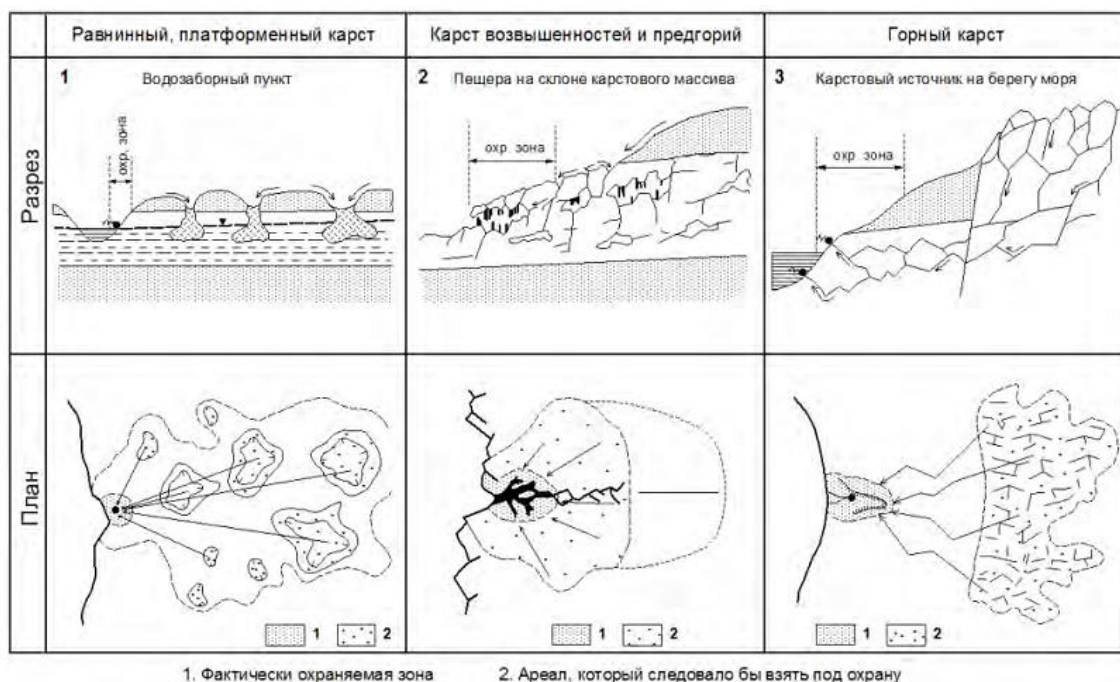


Рис. 2. Примеры охраняемых карстовых объектов и территорий, иллюстрирующие неадекватность их границ по отношению к реальным геосистемам [4]

Существующие методики определения природоохранной ценности карстовых полостей [1-3], опирающиеся на данные индивидуальных кадастровых паспортов, позволяют на количественном уровне выявлять степень уникальности того или иного спелеокомплекса, устанавливать его статус заповедности. Методика позволяет определить не только круг приоритетных для заповедания полостей, еще не учтенных в системе ООПТ, но и целые площади, участки, массивы, обладающие высокой концентрацией разнообразных средоформирующих спелеоресурсов и пригодные для создания заповедных объектов разного ранга. Г.Н. Амеличевым и Е.А. Лукьяненко [3] в анализ природоохранной ценности карстовых полостей Крыма было включено 1017 карстовых полостей, обеспеченных кондиционными материалами индивидуальных кадастровых паспортов. Каждая пещера оценивалась по 3 морфометрическим, 11 геологическим, 3 климатическим, 5 гидрологическим и 1 биологическому критерию. Затем рассчитывался средний балл для всех 23 критериев, характеризующий спелеоресурсный потенциал, что позволило рассчитать их средний интегральный балл ценности.

Высшие оценки получили спелеоландшафты пещер Красная (63,02), Скульская (33,16), Ени-Сала-3 (32,20) и Мраморная (29,25 балла). Обновлённые оценки несколько отличаются от прежних [1], но лидеры остались те же – Красная (63,17), Скульская (37,52). Ресурсная ценность пещеры обеспечивает уровень мероприятий по ее охране и поэтому является критерием определения заповедного статуса. Статистический анализ кривой распределения индивидуальных оценок позволил авторам выделить 3 совокупности: памятники природы федерального значения значения – 63 пещеры, регионального значения – 61 пещера, остальные - без статуса или типичные.

В итоге было выделено 124 карстовых полости, обладающих наивысшим спелеоресурсным потенциалом и природоохранной значимостью. Это более чем в 4 раза превышает число зарегистрированных в официальном перечне пещер-памятников природы Крыма. Наибольшее количество редких и уникальных пещер сосредоточено на Айпетринском массиве (41). За ним следуют Карабийский (26), Долгоруковский (14) и Чатырдагский (14) массивы [1].

Добавим, что из всех приведённых критериев биологический остаётся наименее разработанным, что позволяет утверждать, что реальная ценность ряда карстовых полостей, которые нуждаются в заповедном статусе только по этому критерию явно приуменьшена.

Учитывая возможное использование пещер в рекреационных целях, некоторые авторы предлагают устанавливать 3 режима охраны спелеообъектов:

- особо строгой охраны;
- ограниченной охраны без рекомендаций для массового туризма;
- ограниченной охраны с рекомендациями для массового туризма [7].

Режим охраны и использования спелеообъектов определяется в каждом конкретном случае особо, однако базовые принципы и правила выработаны профессиональным спелеосообществом на основе своих достижений и ошибок, и собраны в «Рекомендациях по охране и использованию пещер» [15].

Выводы

Все вышеприведенные принципы и методы определения статуса и режима охраны спелеообъектов, перспективных и уже включенных в систему ООПТ, должны учитываться при определении категории и статуса заповедности. В России основная часть спелеологических особо охраняемых природных территорий имеет статус геологических памятников природы преимущественно регионального значения. На территории Республики Крым насчитывается 14 таких ООПТ, по всей России более 300.

Второй формой охраны спелеообъектов является их включение в состав территорий и объектов, имеющих более высокий природоохранный статус, например, заказников, а также заповедников и национальных парков федерального значения. Наличие собственных администраций, а, следовательно, службы охраны и научного отдела помогает сохранению спелеообъектов.

В последние годы наблюдается тенденция создания ООПТ регионального и местного значения с выбором категорий, предполагающих наличие функциональных зон, а также предполагающее обустройство и массовое посещение спелеообъектов (например, геопарки в Башкирии, ООПТ на базе пещеры «Таврида» в Крыму). Отметим, что все оборудованные пещеры в Крыму находятся на территориях ООПТ различных категорий. Заповедный статус обеспечивает как охрану, так и использование пещер для экскурсионных целей.

В заключении отметим, что в настоящее время перед специалистами стоит важная задача усовершенствования природоохранных моделей как отдельных спелеообъектов, так и целых карстовых областей. Требуется корректировка площадей, конфигурации границ, категорий, режимов охраны и использования существующих и перспективных заповедных спелеообъектов Крыма и России в целом.

Литература

1. Амеличев Г. Н. Обоснование заповедного статуса карстовых полостей Республики Крым на основе оценки спелеоресурсного потенциала // Вопросы географии. Сб. 147. Спелеология и карстование / Отв. ред. В. М. Котляков, Б. Р. Мавлюдов. – М.: Издательский дом «Кодекс», 2018. С. 363-387.
2. Амеличев Г. Н. Средоформирующие ресурсы подземных карстовых ландшафтов: обзор, оценка и охрана // Культура народов Причерноморья, 2009. № 164. С. 139-146.
3. Амеличев Г. Н., Лукьяненко Е. А. Оценка спелеоресурсного потенциала карстовых полостей и массивов Горного Крыма // Географія і сучасність. Київ: КНПУ, 2003. Вип.10. С.134-154.
4. Андрейчук В., Стефанов П. Принципы охраны карстовых территорий // Спелеология и карстология, № 1. Симферополь, 2008. С. 54-59.
5. Атлас пещер России // Информационно-поисковая система «Пещеры» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://speleoatlas.ru/atlas/>.
6. Вахрушев Б. А., Топоркова Е. А. Анализ мирового опыта по созданию и функционированию карстово-спелеологических Национальных парков и туристско-экскурсионных спелеокомплексов карстовых ландшафтов // Научные записки ВГПУ. География. Винница, 2001. Вып. II. С. 24-31.
7. Лапо А. В., Давыдов В. И., Пашкевич Н. Г., Петров В. В., Вдовец М. С. Методические основы изучения геологических памятников природы России // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1993. № 6. С. 75-83.
8. Лукьяненко Е. А. Конструктивно-географические основы охраны и использования карстовых пещер горного Крыма : Дис... канд. геогр. наук: 11.00.11 / Таврический национальный ун-т им. В.И.Вернадского. Симферополь, 2006. 187 с.
9. Мавлюдов Б. Р. Охрана и использование естественных пещер в России // Проблемы экологии и охраны пещер. Материалы 1-й Общероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2002. С. 113-127.
10. На пути к национальному парку в Крыму / Боков В.А., Ена В.Г., Рудык А.Н., Ена Ал.В. и др. Симферополь: СОНАТ, 2000. – 104 с.
11. ООПТ России: сайт информационно-аналитической системы «Особо охраняемые природные территории России» (ИАС «ООПТ РФ») [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://oopt.aari.ru/>.
12. Остапенко А. А., Крицкая О. Ю. Актуальные проблемы охраны и использования карстовых пещер на территории Краснодарского края // Пещеры: сб. науч. тр. / Естественнонауч. ин-т Перм. гос. нац. иссл. ун-та. Пермь, 2014. Вып. 37. С. 110-118.
13. Прокопов Г.А. Пещерная биота // Атлас пещер России. Москва: Изд-во РГО, 2019. С. 47-53.
14. Прокопов Г. А., Турбанов И. С. К вопросу о формировании спелеофауны Крымского полуострова // Материалы II Всероссийской молодежной конференции «Биоспелеологические исследования в России и сопредельных государствах». ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН (Москва, 1-2 декабря 2016 года). Ярославль: Филигрань, 2017. С. 99-106.
15. Рекомендации по охране и использованию пещер / Под общ. ред. И.Н. Бурмака; Всероссийская общественная организация «Российский союз

спелеологов», Красноярский городской клуб спелеологов. – Красноярск: Поликом, 2021. 197 с.

16. Шурховецкий А. В. Информационно-географическое обеспечение проектирования геопарков (на примере Александровско-Балыкленского геопарка Волгоградской области) : Автореф. дисс. ... канд.геогр. наук. СПб., 2013. 22 с.

A. N. Rudyk¹
G. A. Prokopov²

***Categories of protected areas for
conservation of speleological objects
on the example of Crimean caves***

Institute "Taurida Academy", V. I. Vernadsky Crimean
Federal University, Simferopol, Russian Federation

¹e-mail: crimea.geoeco@gmail.com

²e-mail: prokopov@cfuv.ru

Abstract. *For the effective conservation and possible use of caves and other speleological objects, a mechanism is used to give them the conservation status of protected areas of a certain category. In Russia, the main part of speleological protected areas has the status of geological natural monuments of predominantly regional significance. Speleological objects are often part of PAs of a higher status and category. This determines a special regime for the protection and use of such speleological objects. The analysis of materials on the rationale for the creation of protected areas on the basis of speleological objects in Russia and Crimea was carried out. Problematic situations are identified in connection with the conservation of speleological objects without taking into account their specifics. The study is based on the materials developed by the authors on a comprehensive environmental justification for the creation of specially protected natural areas of local importance - the natural area of local importance "Tavrida Cave".*

Keywords: *protected area, category, speleological object, cave, Republic of Crimea.*

References

1. Amelichev G.N. Obosnovanie zapovednogo statusa karstovyh polostej Respubliki Krym na osnove ocenki speleoresurnogo potentsiala // Voprosy geografii. Sb. 147. Speleologiya i karstovedenie / Otv. red. V. M. Kotlyakov, B. R. Mavlyudov. M.: Izdatel'skij dom «Kodeks», 2018. S. 363-387.
2. Amelichev G.N. Sredoformiruyushchie resursy podzemnyh karstovyh landshaftov: obzor, ocenka i ohrana // Kul'tura narodov Prichernomor'ya, 2009. № 164. S. 139-146.
3. Amelichev G. N., Luk'yanenko E. A. Ocenka speleoresurnogo potentsiala karstovyh polostej i massivov Gornogo Kryma // Geografiya i suchasnist'. Kii'v: KNPU, 2003. Vip.10. S.134-154.
4. Andrejchuk V., Stefanov P. Principy ohrany karstovyh territorij // Speleologiya i karstologiya, № 1. Simferopol', 2008. S. 54-59.

5. Atlas peshcher Rossii // Informacionno-poiskovaya sistema «Peshchery» URL: <https://speleoatlas.ru/atlas/>.
6. Vahrushev B. A., Toporkova E. A. Analiz mirovogo opyta po sozdaniyu i funkcionirovaniyu karstovo-speleologicheskikh Nacional'nyh parkov i turistsko-ekskursionnyh speleokompleksov karstovyh landshaftov // Nauchnye zapiski VGPU. Geografiya. Vinnica, 2001. Vyp.II. S. 24-31.
7. Lapo A. V., Davydov V. I., Pashkevich N. G., Petrov V. V., Vdovec M. S. Metodicheskie osnovy izucheniya geologicheskikh pamyatnikov prirody Rossii // Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya, 1993. № 6. S. 75-83.
8. Luk'yanenko E. A. Konstruktivno-geograficheskie osnovy ohrany i ispol'zovaniya karstovyh peshcher gornogo Kryma : Dis... kand. geogr. nauk: 11.00.11 / Tavricheskij nacional'nyj un-t im. V.I.Vernadskogo. Simferopol', 2006. 187 s.
9. Mavlyudov B. R. Ohrana i ispol'zovanie estestvennyh peshcher v Rossii // Problemy ekologii i ohrany peshcher. Materialy 1-j Obshcherossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Krasnoyarsk, 2002. S. 113-127.
10. Na puti k nacional'nomu parku v Krymu / Bokov V.A., Ena V.G., Rudyk A.N., Ena A.I.V. i dr. Simferopol': SONAT, 2000. 104 s.
11. OOPT Rossii : sayt informacionno-analiticheskoy sistemy «Osobo ohranyaemye prirodnye territorii Rossii» (IAS «OOPT RF») URL: <http://oopt.aari.ru/>.
12. Ostapenko A. A., Krickaya O. YU. Aktual'nye problemy ohrany i ispol'zovaniya karstovyh peshcher na territorii Krasnodarskogo kraja // Peshchery: sb. nauch. tr. / Estestvennonauch. in-t Perm. gos. nac. issl. un-ta. Perm', 2014. Vyp. 37. S. 110-118.
13. Prokopov G.A. Peshchernaya biota // Atlas peshcher Rossii. Moskva: Izd-vo RGO, 2019. S. 47-53.
14. Prokopov G. A., Turbanov I. S. K voprosu o formirovanii speleofauny Krymskogo poluostrova // Materialy II Vserossijskoj molodezhnoj konferencii «Biospeleologicheskie issledovaniya v Rossii i sopredel'nyh gosudarstvah». IPEE im. A.N. Severtova RAN (Moskva, 1-2 dekabrya 2016 goda). YAroslavl': Filigran', 2017. S. 99-106.
15. Rekomendacii po ohrane i ispol'zovaniyu peshcher / Pod obshch. red. I.N. Burmaka; Vserossijskaya obshchestvennaya organizaciya «Rossijskij soyuz speleologov», Krasnoyarskij gorodskoj klub speleologov. Krasnoyarsk: Polikom, 2021. 197 s.
16. Shurhoveckij A. V. Informacionno-geograficheskoe obespechenie proektirovaniya geoparkov (na primere Aleksandrovsko-Balyklenskogo geoparka Volgogradskoj oblasti): Avtoref. diss. ... kand.geogr. nauk. SPb., 2013. 22 s.

Поступила в редакцию 22.11.2022 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Адаева Дарья Олеговна	инженер-исследователь Отдела физической географии и проблем природопользования Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация
Алексеева Нина Николаевна	Кандидат географических наук, доцент, зам. декана по УМО географического факультета, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация
Анненко Ангелина Дмитриевна	Лаборант кафедры строительства и эксплуатации ВХО, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация
Антонова Екатерина Юрьевна	Обучающаяся физического факультета, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация
Ахметзянова Лейсан Габбасовна	Кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры прикладной экологии, Институт экологии и природопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация
Бабенко Виктория Александровна	Магистрант Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация
Бандурин Михаил Александрович	Доктор технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация
Бобра Татьяна Валентиновна	Кандидат географических наук, заведующий кафедрой геоэкологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Бобылев Вячеслав Александрович	Лаборант-исследователь НИИ физики, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация
Боков Станислав Александрович	Аспирант Института «Академия строительства и архитектуры», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Бураева Елена Анатольевна	Кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, НИИ физики, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация

Гайнанова Рамзия Ильшотовна	Научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Мониторинг и сохранение природных экосистем Арктики» ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», г. Мурманск, Российская Федерация
Гайский Павел Витальевич	Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией инновационного морского приборостроения, ФГБУН ФИЦ Морской гидрофизический институт, г. Севастополь, Российская Федерация
Гафуров Артур Маратович	Кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры ландшафтной экологии, Институт экологии и природопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация
Гусейнов Амир Нуруллаевич	Кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, г. Москва, Российская Федерация
Гуськова Наталья Владимировна	Гидролог ГУ НПП РК «Крымская гидрогеологическая режимно-эксплуатационная станция», г. Саки, Республика Крым, Российская Федерация
Денисова Елена Владимировна	Кандидат географических наук, старший научный сотрудник, ФГНБУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), г. Волгоград, Российская Федерация
Дмитриев Василий Васильевич	Доктор географических наук, профессор кафедры гидрологии суши, Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Дульченко Елена Владимировна	Младший научный сотрудник Лаборатории экологии высших позвоночных, Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН», г. Петропавловск-Камчатский, Камчатский край, Российская Федерация
Жердев Владислав Алексеевич	Обучающийся физического факультета, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация
Ильин Артём Юрьевич	Обучающийся физического факультета, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация
Каменева Мария Юрьевна	Аспирант кафедры геоэкологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация

Каримов Эрвин Аблякимович	Заместитель директора Симферопольского филиала ГБУ РК «Крымское управление водного хозяйства и мелиорации», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Качур Анатолий Николаевич	Кандидат географических наук, руководитель по международным проектам ФГБУН «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН», г. Владивосток, Российская Федерация
Клубов Степан Максимович	Аспирант Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург; педагог дополнительного образования ГБУ ДО ДТ «У Вознесенского моста» Адмиралтейского района, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Кондрашов Сергей Вячеславович	Обучающийся магистратуры ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, Российская Федерация
Кондрашова Валерия Сергеевна	Обучающаяся 2 курса магистратуры ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, Российская Федерация
Костовска Силвия Костадинова	Кандидат географических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт географии РАН, г. Москва, Российская Федерация
Крайнюк Екатерина Степановна	Кандидат биологических наук, педагог дополнительного образования МБУДО «Детский экологический центр», г. Ялта, Республика Крым, Российская Федерация
Кучменова Ирина Ибрагимовна	Научный сотрудник, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация
Лычак Александр Иванович	Кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Маломыжева Наталья Викторовна	Лаборант-исследователь, НИИ физики, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация
Малышева Надежда Николаевна	Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация
Меньшакова Мария Юрьевна	Кандидат биологических наук, заведующая научно-исследовательской лабораторией «Мониторинг и сохранение природных экосистем Арктики», ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», г. Мурманск, Российская Федерация

Николенко Илья Викторович	Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения и санитарной техники, Институт «Академия строительства и архитектуры», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Приходько Игорь Александрович	Кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и эксплуатации ВХО, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация
Прокопов Григорий Анатольевич	Старший преподаватель кафедры геоэкологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Роберт Антон Эрикович	Аспирант Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация
Романова Анна Сергеевна	Обучающаяся факультета гидромелиорации, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация
Руднева Ирина Ивановна	Доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории инновационного морского приборостроения, ФГБУН ФИЦ Морской гидрофизический институт, г. Севастополь, Российская Федерация
Рудык Александр Николаевич	Старший преподаватель кафедры геоэкологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Рыфф Любовь Эдуардовна	Кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», пгт Никита, г. Ялта, Республика Крым, Российская Федерация
Сенин Илья Николаевич	Обучающийся физического факультета, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация
Скрыльник Геннадий Петрович	Кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник Центра ландшафтно-экологических исследований, ФГБУН «Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН», г. Владивосток, Российская Федерация
Слащёва Анна Викторовна	Кандидат географических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, г. Москва, Российская Федерация

Смирнов Виктор Олегович	Кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Смирнова Надежда Васильевна	Преподаватель ГАПОУ РК «Крымский многопрофильный колледж», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Соцкова Лидия Михайловна	Кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Табаров Сафарали Файзалиевич	аспирант кафедры системного анализа и управления, ФГБОУ ВО «Университет «Дубна», г. Дубна, Московская область, Российская Федерация
Третьяков Виктор Юрьевич	Кандидат географических наук, доцент, Российский государственный гидрометеорологический университет; Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Узденова Альбина Бузжигитовна	Кандидат географических наук, научный сотрудник, ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, Российская Федерация
Усанова Надежда Павловна	Магистрант, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация
Усманов Булат Мансурович	Старший преподаватель кафедры ландшафтной экологии, Институт экологии и природопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация
Харитонов Александр Михайлович	Научный сотрудник ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, Российская Федерация
Чабан Виктор Валерьевич	Кандидат геологических наук, начальник отдела природных лечебных ресурсов ГУ НПП РК «Крымская гидрогеологическая режимно-эксплуатационная станция», г. Саки, Республика Крым, Российская Федерация
Чебанова Елена Федоровна	Кандидат технических наук, доцент кафедры строительства и эксплуатации ВХО, Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация

Шайда Олег Валентинович	Ведущий инженер-программист лаборатории инновационного морского приборостроения, ФГБУН ФИЦ Морской гидрофизический институт, г. Севастополь, Российская Федерация
Шайда Валентин Григорьевич	Сотрудник ООО «Экосервис А+», Москва, Российская Федерация
Шамаева Екатерина Федоровна	Кандидат технических наук, ведущий специалист, доцент, Центр проектирования устойчивого развития институтов гражданского общества Государственного университета управления, г. Дубна, Московская область
Шаповалов Егор Сергеевич	Лаборант-исследователь НИИ физики, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация
Шишлов Иван Владимирович	Обучающийся физического факультета, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Российская Федерация
Экзарьян Владимир Нишанович	Доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования, Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, г. Москва, Российская Федерация
Яковенко Ирина Михайловна	Доктор географических наук, заведующий кафедрой туризма, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация
Яковлев Андрей Николаевич	Старший преподаватель кафедры геоэкологии, факультет географии, геоэкологии и туризма, Институт «Таврическая академия», ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОПОЛИТИКИ И ЭКОГЕОДИНАМИКИ	3
Н. Н. Алексеева	
СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЧАСТИ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА	5
С. Ф. Табаров	
МЕТОДОЛОГИЯ ОТБОРА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕГИОНАХ РФ	13
Е. Ф. Шамаева	
МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ И НЕУСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ СУБЪЕКТОВ РФ)	22
И.М. Яковенко	
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ПРИМОРСКИХ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ СИСТЕМ КРЫМА	32
С. В. Кондрашов	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	47
Л. Э. Рыфф	
ЗАМЕТКИ К СТРАТЕГИИ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КРЫМУ	53
Л. М. Соцкова	
ПРИОРИТЕТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОД СЕВЕРО-КРЫМСКОГО КАНАЛА И БЕЗОПАСНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗДЕРЖЕК	60
В. С. Кондрашова	
ЗДОРОВЬЕ ЭКОСИСТЕМЫ И МЕНЕДЖМЕНТ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ	68
В. Н. Экзарьян, А. Н. Гусейнов, А. В. Слащева	
ИСТОРИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ПРИНЦИПОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ И ЗАСТРОЙКЕ ГОРОДОВ РОССИИ: ОТ ПЕРВОБЫТНО-ОБЩИННЫХ ГОРОДИЩ ДО СОВРЕМЕННЫХ МЕГАПОЛИСОВ	73
РАЗДЕЛ II. ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОПОЛИТИКИ И ЭКОГЕОДИНАМИКИ	81
Д. О. Адаева, С. К. Костовска	
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ТЕРРИТОРИИ ПРИБРЕЖНОГО ГЕОПАРКА В ЮГО-ВОСТОЧНОМ КРЫМУ	83
Л. Г. Ахметзянова, Б. М. Усманов, А. М. Гафуров, Д. С. Селиванова	
ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ, ОСНОВАННОГО НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДАННЫХ БПЛА, ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОЙ ЕМКОСТИ ПОЛИГОНА ОТХОДОВ	94
Т. В. Бобра, А.И. Лычак	
ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ Г. СИМФЕРОПОЛЬ.....	104

Т.В. Бобра, М. Ю. Каменева

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. СИМФЕРОПОЛЬ) 121

В. А. Бобылев, Е. А. Бураева, А. В. Сивцов, С. К. Сайфудинов

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗОНЫ НАБЛЮДЕНИЯ РОСТОВСКОЙ АЭС 132

Е. В. Денисова

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОЙ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НА ОСНОВЕ ПОЧВЕННЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ..... 140

Е. В. Дульченко

НЕКОТОРЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ С. ХАЙРЮЗОВО (КАМЧАТСКИЙ КРАЙ) 149

В. А. Жердев, А. Ю. Ильин, Е. А. Бураева, Ю. В. Попов

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ 157

А. Н. Качур, Г. П. Скрыльник

РАЗВИТИЕ ГЕОСИСТЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕРИНГИЯ» НА СОВРЕМЕННОМ ФОНЕ ВОСТОЧНОЙ ЧУКОТКИ..... 163

С. М. Клубов, В. Ю. Третьяков, В. В. Дмитриев

ОСОБЕННОСТИ ПОСТУПЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА ГОРОДСКОЙ РЕКИ (НА ПРИМЕРЕ Р. ВОЛКОВКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА) 175

И. И. Кучменова

ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДЫ ОСНОВНЫХ РЕК КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ВЫСОКОГОРНОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА 182

Н. Н. Малышева, Е. Ф. Чебанова, В. А. Бабенко

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ КУБАНЬ..... 188

М. Ю. Меньшакова, Р. И. Гайнанова

ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТУРИСТСКОГО ПОТОКА НА ООПТ НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ..... 195

И. В. Николенко, Э. А. Каримов, С. А. Боков, Д. В. Авдеева

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОТЕРЬ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ЭКОСИСТЕМЫ ВОДОХРАНИЛИЩ ЕСТЕСТВЕННОГО СТОКА КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА..... 205

И. А. Приходько, А. Д. Анненко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В ПЕРИОД ЗЯБЛИВОЙ ВСПАШКИ..... 215

А. С. Романова, М. А. Бандурин, И. А. Приходько

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СООРУЖЕНИЙ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА ЮГА РОССИИ 222

И. И. Руднева, П. В. Гайский, В. В. Чабан, Н. В. Гуськова, В. Г. Шайда, О. В. Шайда

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ КАРБОНАТОВ В РАПЕ ВОСТОЧНОГО БАСЕЙНА САКСКОГО ОЗЕРА (РЕСПУБЛИКА КРЫМ) 229

И. Н. Сенин, К. В. Антохина, А. А. Ширяева, Е. Ю. Антонова, У. А. Сидорина, Е. А. Бураева	
РАДИОНУКЛИДЫ В КОМПОНЕНТАХ ЭКОСИСТЕМ ГОРНЫХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ.....	238
А. В. Слащёва, А. Н. Гусейнов, А. Э. Роберт	
КРАСНАЯ КНИГА ПОЧВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В МЕГАПОЛИСЕ	249
В. О. Смирнов, Е. С. Крайнюк, Н. В. Смирнова	
ОПЫТ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ	258
А.Б.Узденова	
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ТЫРНЫАУЗСКОГО ВОЛЬФРАМО-МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА	269
Н. П. Усанова	
РОЛЬ ЭКОУСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ В РЕШЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ.....	275
А. М. Харитонов	
АКТУАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МНОГОЛЕСНЫХ РАЙОНОВ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА (НА ПРИМЕРЕ ТЕРНЕЙСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ПРИМОРСКОГО КРАЯ)	282
Е. С. Шаповалов, К. А. Калашникова, Е. Ю. Антонова, Н. В. Маломыжева, Е. А. Бураева	
РАДИОАКТИВНОСТЬ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	290
И. В. Шишлов, Е. А. Бураева	
ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ ЯЛТИНСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА.....	297
Т. В. Бобра, А. Н. Яковлев	
ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГОРОДЕ СИМФЕРОПОЛЕ.....	303
А. Н. Рудык, Г. А. Прокопов	
КАТЕГОРИИ ЗАПОВЕДАНИЯ СПЕЛЕООБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ПЕЩЕР КРЫМА	314
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	327
СОДЕРЖАНИЕ	333