

# USE AND PROTECTION OF NATURAL RESOURCES OF RUSSIA

SCIENTIFIC, INFORMATIVE AND ANALITICAL BULLETIN

---

---

№ 1 (161)/2020

## NATURE

Common Problems of Nature Management  
Mineral Resources  
Water Resources  
Land Resources and Soils  
Forest Resources  
Biodiversity  
Biological Resources of Land  
Water Biological Resources  
Climatic Resources  
Recreational Resources and Special Protected Natural Areas  
Environmental Protection  
Cartography

## NATURE AND HUMAN SOCIETY

Anniversaries  
International Cooperation  
Regional Events  
Human Society and Nature  
Calendar of Events  
Bookshelf

---

### EDITORIAL BOARD:

**A.I. Bedritsky, A.N. Chumakov, K.S. Danielyan** (Republic of Armenia), **N.N. Dubenok, V.A. Duhovny** (Republic of Uzbekistan), **A.D. Dumnov** (vice editor-in-chief), **V.A. Grachev, A.G. Ischkov, A.K. Karabanov** (Republic of Belarus), **N.S. Kasimov, V.N. Lopatin, L.V. Oganesyanyan, V.P. Orlov, S.A. Ostroumov, A.I. Pisarenko, G.S. Rozenberg, N.G. Rybalsky** (chief editor), **V.G. Safonov, A.V. Shevchuk, S.A. Shoba, V.V. Snakin** (vice editor-in-chief), **A.A. Tishkov, V.Y. Zharnitskiy**

### EDITORIAL COUNCIL:

**S.V. Belov** (Mineral Resources), **R.S. Chalov** (Hydrology and Hydraulic engineering), **M.M. Cherepansky** (Gidrogeology), **G.M. Chernogaeva** (Climatic Resources), **A.D. Dumnov** (Common Problems of Nature Management), **S.I. Nikonov** (Water Biological Resources), **N.G. Rybalsky** (Environmental Protection), **E.A. Shvarts** (Recreational Resources, Biodiversity), **A.V. Smurov** (Biological Resources of Land), **I.A. Sosunova** (Social Ecology, Society and Nature), **S.A. Stepanov** (Environmental Education and Culture), **V.V. Strahov** (Forest Resources), **V.S. Tikunov** (Geodesy and Cartography), **N.F. Tkachenko** (FEC), **I.A. Trofimov** (Geobotany and Agroecology), **V.A. Zimnjukov** (Water Resources), **A.S. Yakovlev** (Land Resources)

---

### EDITORIAL STAFF:

**D.A. Boriskin, E.V. Muravyeva, V.R. Khrisanov, E.A. Eremin**

---

### NATIONAL INFORMATION AGENCY «NATURAL RESOURCES»

142784, Moscow, tow. settl. Moscovsky, business-park Rumayntsevo, 352-Г  
Phone 721-43-65, phone/fax: 8-495-240-51-27,  
Registration certificate № 03206 of 19th November, 1997

*The Bulletin is included in the list of peer-reviewed scientific journals of the Higher Attestation Commission  
(of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation)*

---

# В ЭТОМ ВЫПУСКЕ

## ПРИРОДА

### Общие вопросы природопользования

*Залиханов М.Ч., Атабиев А.Х.* Транспортно-энергетический коридор с Японией: от геостратегии и геополитики к закономерностям будущего развития России в условиях глобализации и санкций ... 3

### Минеральные ресурсы

*Белов С.В.* Должен ли стать полезным ископаемым водород? ..... 15

### Водные ресурсы

*Демин А.П.* Трансформация орошаемого сектора агропромышленного комплекса России в постсоветский период ..... 22

*Горшкова А.Т., Урбанова О.Н., Горбунова Ю.В.* Региональный подход к оценке процессов формирования стока на водосборах малых рек Республики Татарстан ..... 27

### Земельные ресурсы и почвы

*Долгинова В.А., Рыбальский Н.Н.* От рационального землепользования к почвенной нейтральности ... 32

*Огородников С.С., Яковлев А.С., Сизов А.П.* Формирование комплексного банка данных в целях экологизации землепользования и экспертизы материалов землеустройства ..... 37

### Лесные ресурсы

*Волкова А.С., Шевелев С.Л.* Аспекты развития природной структуры мегаполиса в Сибири (на примере г. Красноярск) ..... 41

### Биоразнообразие

*Соболев Н.А.* Биологическое разнообразие и экосистемы как ресурс экологической стабильности ... 48

### Водные биологические ресурсы

*Педченко А.П., Беляев В.А.* О роли Росрыболовства в сохранении водных биологических ресурсов и окружающей среды Балтийского моря ..... 56

### Климатические ресурсы

*Лубков А.С., Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н., Вьшкваркова Е.В.* Биоклиматические условия на курортах Крыма: состояние и прогноз ..... 60

### Рекреационные ресурсы и ООПТ

*Богданова О.В., Окмянская В.М., Сизов А.П.* Система показателей регионального мониторинга объектов особо охраняемых природных территорий Ханты-Мансийского автономного округа – Югры по различным компонентам среды ..... 66

### Охрана окружающей среды

*Газетдинов Р.Р., Шайнурова Р.М.* Оценка физико-химических показателей воды Кармановского водохранилища ..... 73

*Мосина Л.В., Жандрова Ю.А.* Полигон ТБО «Саларьево» как возможный источник загрязнения микотоксинами ..... 78

### Картография

*Присяжная А.А., Хрисанов В.Р., Круглова С.А., Снакин В.В.* Распространение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов лишайников в Российской Федерации ..... 80

## ПРИРОДА и ОБЩЕСТВО

### Юбилей

*Рыбальский Н.Г., Муравьева Е.В.* К 200-летию открытия Антарктиды русскими мореплавателями ... 87

### Международное сотрудничество

*Богомолов Ю.Г., Голубев С.М., Ладыгин В.Ф.* Новая внутриконтинентальная воднотранспортная магистраль Союзного государства Беларуси и России ..... 91

### Календарь событий

II специализированная выставка «Экология. Промышленная безопасность» ..... 97

### Книжная полка

*Потапова Н.А., Назырова Р.И., Елманов С.А., Мошняга О.В., Ганицкий И.В., Мирутенко М.В., Виляева Н.А., Рита С.И., Милюткина М.Л., Федотов М.П., Мазохин А.С., Макриди И.Б., Семенцова М.В., Белоусова А.В., Терехов А.С., Очагов Д.М.* Особо охраняемые природные территории регионального и местного значения Российской Федерации (справочник) в 2 томах ..... 98

# Общие вопросы природопользования

УДК 327:57

## Транспортно-энергетический коридор с Японией: от геостратегии и геополитики к закономерностям будущего развития России в условиях глобализации и санкций

*М. Ч. Залиханов, академик РАН, Герой Соцтруда,  
Высокогорный геофизический институт РАН и Росгидромета, г. Нальчик  
А. Х. Атабиев, д.э.н., академик РАН, действительный госсоветник РФ 3 класса, Специальный  
проектный офис «Евразийский транспортный и энергетический коридор», г. Москва*

Рассмотрены проблемы и перспективы стратегического сотрудничества с Японией по совместному освоению ресурсов Дальнего Востока и Сибири в целях экономического развития России и Японии. Обосновывается «Евразийская модель развития России» через стратегическое партнерство с Японией, как мощная платформа, названная в Японии «путинским» проектом строительства сухопутного бесперевалочного транспортного и энергетического коридора России с Японией через остров Сахалин. Дается анализ эффективности данного проекта сопоставимого с экономическими возможностями Нового Шелкового пути Китая. Авторами предложен тоннельный вариант полимагистрали, объединяющей скоростную железнодорожную магистраль, совмещенную с автодорогой, энергомагистраль и волоконно-оптическими линиями связи. В рамках данной концепции рассматривается целесообразность и развитие прокладки нефте- и газопровода в Японию.

*Ключевые слова:* транспортно-энергетический коридор; транзитный потенциал; устойчивое развитие региона; развитие ресурсной базы; стратегическое партнерство.

Весьма актуальное высказывание А. Солженицына: «Невозможно представить, что перегруженная планета будет и дальше спокойно терпеть запущенную неосвоенность российских пространств...» [3] в значительной мере объясняет истоки и корни так называемого цивилизационного противостояния Запада и России: они лежат в богатстве нашей страны, где на бескрайних просторах в 14% территории Земли живет лишь 0,5% населения, в распоряжении которого сосредоточено почти 40% природных ресурсов мира. И здесь прослеживается многовековое последовательное внешнее давление на Россию в этом направлении. Активная внешнеполитическая деятельность страны при наличии застарелых социально-экономических и эколого-ресурсных проблем вызывают дискуссии о будущем месте и роли России в современной геополитической обстановке.

Авторами всесторонне изучен и проанализирован обширный материал о внешних вызовах и рисках для национальной безопасности России и даже целостности государства, особо остро вставших в конце XX — начале XXI в. и прежде всего, в связи бурным экономическим и военным развитием Китая и глобалистскими устремлениями США. Так, по мнению китайских экспертов «Россия входит в тройку сильнейших мировых держав, в том числе из-за армии и огромной территории. Однако, несмотря на всю свою мощь, у страны есть, по мнению этих экспертов, четыре слабых места: проблема численности населения, наличие экономических трудностей, неумение развивать экономику, а также трудная международная обстановка» [1]. Президент Франции Э. Макрон изложил свое видение трех сценариев развития России, которые дадут ей возможность восстановить ста-

тус супердержавы: первый сценарий — развитие с опорой исключительно на собственные силы; второй — развитие по евразийской модели, которой придерживается Китай; третий — развитие новой стратегии отношений с Европой [12].

Очевидно, что сегодня нашей стране необходим план развития, реализация которого создаст российский центр силы на всем пространстве Евразии. Важно точно настроить геостратегический инструментарий средств и методов достижения геополитической цели государства по сохранению и увеличению его мощи по контролю над территорией, с учетом закономерностей перераспределения сфер влияния государств и постоянно его актуализировать.

При оценке взаимоотношений с важнейшими геополитическими игроками авторы сочетали исторический и логический анализы, моделирование и др. общие логические методы анализа геополитических действий, структурно-функциональный подход системного метода, а также функциональный метод изучения зависимости между странами: их эко-ресурсного противостояния, степенью урбанизации территорий, их населенности, экономических и политических отношений, уровнями партнерства или противостояния, степенью морально-психологического духа и т.п. Сравнительный метод применялся при рассмотрении тоннельного и мостового вариантов сухопутных переходов с целью нахождения оптимальных и безопасных путей решения.

В итоге настоящего исследования обосновано, что существует естественный путь достижения важнейшей, с точки зрения Президента Франции, для России задачи, которая в виде программы озвучена В.В. Путиным перед деловыми кругами Японии 5 сентября 2000 г., после которого в этой стране проект называют «путинским»: «Наряду с энергетикой многообещающей является такая сфера нашего сотрудничества как транспорт, прежде всего совместное использование Транссибирской магистрали, а также создание на ее базе современной транспортной инфраструктуры, связывающей Дальний Восток через Россию с Европой. Речь может идти о строительстве тоннелей, которые связали бы Сахалин с Хоккайдо и материковой частью России.

Я знаю, что в японских деловых кругах такая мысль родилась, она очень интересная и перспективная, капитальным образом изменила бы экономический потенциал как России, так и Японии, без всяких сомнений дала бы блестящую фору нашим соревнованиям на международной арене и создала бы просто другую обстановку — обстановку полной независимости от ресурсов для Японии, а для России создала бы обстановку реальной возможности к освоению тех ресурсов, которыми она располагает» [5;13].

Четко поставлена цель, механизм реализации и желаемый результат.

Главным направлением настоящего исследования является очевидность того, что стратегическое партнерство с Японией — путь реализации шанса для восстановления Россией статуса супердержавы. Именно это следует из приведенного выше выступления Президента России и предлагается нами поставить целью и назвать подлинной «Евразийской моделью развития России», а возможно и Европы.

Подчеркнем — партнерство взаимовыгодное и не против кого-то, а во имя развития и России и Японии в реализации которого, и китайская сторона сможет принять достойное участие, в том числе с применением своей уникальной технологии эстакадного железнодорожного строительства [6].

Основой стратегического сотрудничества призван стать непрерывный сухопутный транспортный и энергетический коридор с Японией через о. Сахалин, реализация которого сформирует современную Трансевразийскую железнодорожную магистраль «Лондон-Париж-Москва-Токио».

Идея этого проекта возникла в конце XIX в., со времен строительства в России Транссибирской железнодорожной магистрали. Предлагались различные варианты выбора трассы, места строительства и глубины залегания тоннелей и т.д. Порой энтузиасты буквально грезили этими проектами. Как это случилось, например, с известным японским проф. Э. Ямагучи, получившим во сне призыв к ставшему целью его жизни проекту соединения Токио с Москвой и главными европейскими столицами железной дорогой. Именно Э. Ямагучи, при содействии легендарного основателя каратэ в СССР, бывшего президента Ассоциации Японо-Советской торговли Т. Сато, передал материалы по проделанной им и созданным с его участием в Японии Комитетом по интернационализации Транссибирской магистрали работе как символическую эстафетную палочку данного мегапроекта одному из авторов данной статьи — ученику сенсея Сато по каратэ А. Атабиеву [16].

Следует отметить, что представители четырех поколений древнего аристократического рода Хатояма активно и последовательно претворяют эту идею в жизнь. Подписание в 1956 г. совместной Декларации, восстановившей дипломатические отношения между СССР и Японией, — прямой плод усилий Премьер-министра Японии Итиро Хатояма. Его сын Иитиро Хатояма, будучи Министром иностранных дел Японии, курировал строительство тоннеля Сейкан, соединившего о. Хоккайдо с о. Хонсю, что создало потенциальную основу для соединения японских островов с о. Сахалином. В свою очередь его сын — Юкио Хатояма (позднее, в 2009-2010 гг. — Премьер-министр Японии) был в числе организато-

ров первой встречи Президента России В.В. Путина с элитой японского бизнеса в 2000 г., где произошла фактически первая «стыковка» российских и японских инициаторов проекта на самом высоком уровне. И Ю. Хатояма, единственный из бывших и действующих глав государств, посетил Крым и открыто поддержал результаты референдума по его воссоединению с Россией. Его сын Киитиро, проф. МГУ им. М.В. Ломоносова занимается проблемами московского автотранспорта.

Рассмотрим вопрос комплексной безопасности России сквозь чрезвычайно важный для самой крупной страны в мире с малоосвоенными огромными территориями — ракурс транспортной обеспеченности. Считаем первоочередным и приоритетным для нашей страны строительство транспортных магистралей по параллелям, что как скреперами соединит страну, а крупные грузопотоки придадут новую энергию её экономике.

Однако надо учитывать, что различного рода геополитические препоны периодически перекрывают путь усилиям в решении весьма востребованных жизнью инфраструктурных проектов [9;13]. Так, вновь отложен проект соединения непрерывной железнодорожной магистралью Европы с Америкой через Берингов пролив — плод столетнего труда целого ряда зарубежных и российских энтузиастов и инженеров: от американского железнодорожного магната Э. Гарримана [6] и французского инженера и промышленника Л. де Лобеля, до премьер-министра Российской империи С.Ю. Витте и крупного отечественного организатора и ученого в области механики грунтов и строительной механики В. Разбегина. Особое место в проработке этого проекта принадлежит выдающемуся ученому в области мерзлотоведения и горного дела, принимавшему живейшее участие в проекте межконтинентальной высокоширотной железной дороги «Континенталь» и тоннеля через Берингов пролив — кратчайшего пути из Европы в Америку, в определенной степени «открывшему» эту проблематику и для авторов данной статьи академику П.И. Мельникову.

Итоговый вариант трассы на Америку предусматривает объединение скоростной железной дороги, автодороги, линий электропередач и связи. Стоимость проекта оценивается в \$35 млрд, окупаемых непосредственно от проекта в течение 15 лет. В то же время эксперты предрекали экономии от одного только объединения энергосистем США и СССР в \$20 млрд ежегодно. Из-за санкционной войны США, проект вот уже в третий раз за столетие отложен и, похоже, надолго. Имеем основания полагать, что «звездный час» для этого проекта упущен. История не терпит сослагательно-го наклонения, но если бы планы бизнеса Америки и Европы, поддержанные великим российским реформатором Сергеем Юльевичем Витте, состо-

ялись, то грузы из США и конвои в годы Великой Отечественной войны по «ленд-лизу» достигали бы СССР в гораздо более короткие сроки и безопасно. Конечно, американский проект не потеряет свою актуальность и на ближайшую перспективу, ибо он — недостающее звено в транспортной системе Америка — Европа. Но считаем, что теперь оптимально будет его реализовать последовательно за реализацией совместно с Японией проекта «Евразийской модели развития России» [14].

Проект непрерывного сухопутного коридора с Японией актуален в связи с тем, что сложились исключительно благоприятные для его реализации обстоятельства. У японской стороны есть необходимые технологии, финансовые средства и заинтересованность все это предоставить. В то же время завершаются работы по Крымскому мосту, готовы опытные специалисты, сработанные коллективы, налажен выпуск строительных материалов. И вместо строительства моста на о. Сахалин, вызывающего категоричное отторжение международного экспертного сообщества, есть возможность возвести 445 км современной эстакады на материке и на о. Сахалине под высокоскоростную двухпутную железнодорожную магистраль высшей категории.

Проект незаслуженно откладывался ввиду отсутствия мирного договора с Японией, однако, считаем, что сама его реализация уже со стадии проработки ускорит урегулирование спорных вопросов между Россией и Японией, а также разрешит большинство внутренних проблем каждой из стран. В 2001 г. возобновили было проработку, но вскоре вновь заморозили проект перехода на о. Сахалин (проект 1949-1953 гг.), остановленный через две недели после смерти И.В. Сталина [5]. Под влиянием зарубежного лобби неудачей закончились и наши с 2014 г. попытки наладить взаимодействие японских инициаторов реализации проекта с руководством ОАО «РЖД».

Природа не терпит пустоты. США всеми способами старается удержать Японию в орбите своего влияния, в т.ч. через военное сотрудничество под предлогом противостояния ракетной угрозе со стороны КНДР. Китай же с 2015 г. активно продвигает свой проект «Один пояс — Один путь» (ОПОП), куда Россия как элемент транзита включена лишь отрезком в 250 км в один из коридоров для транспортировки товаров в Европу по суше. Не выработаны и принципы сопряжения двух экономических инициатив: Евразийского экономического союза и Экономического пояса Шелкового пути, о которых В.В. Путин и Си Цзиньпин договорились в мае 2015 года.

При этом раздел зон ответственности на принципах сопряжения призван застраховать отношения России и Китая от потенциального конфликта в случае столкновения интересов в Цен-

тральной Азии. На этом фоне тревогу вызывает концепция «О Шести ключевых задачах провинции Хейлунцзян по созданию экономического коридора Китай - Монголия - Россия» под прикрытием «Стратегии развития Арктики до 2035 года» активное продвижение проекта строительства разрезающей Россию по меридианам железнодорожной магистрали «Морской порт «Анабар» - Олёкминск - [действующие] Хани - Мохэ (Китай) - Пекин - Шанхай», вместе с круглогодичной автодорогой с твердым покрытием в 2614 км, глубоководным морским портом «Анабар», переходами через Вилюй, Лену и Амур (см. вклейку, рис. 2). Получен целый ряд согласований на строительство. Планируется финансирование через банковские депозитные сертификаты ВТБ и Сбербанка России и российские гособлигации. Инициаторы данного проекта не видят того, что мощной транспортной артерией по меридиану при слабости наших внутренних коммуникаций, они создают угрозу отторжения Дальнего Востока от всей страны.

Строительству сухопутного перехода на остров оказывается явное противодействие, чтобы препятствовать развитию стратегического партнерства с Японией. Авторы убеждены, что проекту, именно, в силу его особой значимости и ставятся постоянные препоны. Так, мост через Амур на Китай возле Благовещенска построили без лишних дискуссий и в короткие сроки. А как только начинается рассмотрение вопросов развития коммуникаций полумиллионного населения о. Сахалина с материком, начинается мушкетирование мнений о существенном увеличении военных угроз со стороны Японии.

Жизненно необходимые России транзитные торговые коридоры по параллелям или по меридианам, в которых в первую очередь заинтересован Китай — это вопросы не только государственной безопасности, но и противодействия коррупции, судя по позиции определенных влиятельных сил в финансово-экономическом блоке страны, считающих, что в России нет механизмов рыночного финансирования крупных инвестпроектов.

На наш взгляд существующие финансовые механизмы требуют адаптации и вполне достаточны, судя по

«китайскому» проекту в Якутии, для которого использовали механизм внебюджетного финансирования в виде гособлигаций.

С целью существенного усиления влияния России в Азиатско-Тихоокеанском регионе важно форсировать «путинский» проект транспортно-энергетического коридора с Японией, который по экономическим возможностям сопоставим с китайским Новым Шелковым путем, а его реализация сулит сверхприбыли России, вызовет изменения всей системы экономических отношений и даст стимул для качественного сдвига в развитии производительных сил нашей страны. В отличие от всех иных рассматриваемых вариантов реализация предлагаемого нами проекта «Организация непрерывного сухопутного железнодорожного сообщения между Россией и Японией через о. Сахалин, совмещенного с автомобильным переходом, нефтепроводом, газопроводом, энергомоном и волоконнооптическими линиями связи» имеет все основания для осуществления со стратегическим финансовым и технологическим участием японских партнеров (рис. 1, 2).

Необходимость создания транспортного перехода между материком и Сахалином назрела давно и не вызывает сомнения. Имеющиеся четыре парома из прежних восьми не справляются с существующими грузопотоками. Жители месяцами ждут переправы, ибо открытая в 1973 года паромная переправа Ванино — Холмск через Татарский



Рис. 1. План Евразийско-транспортного и энергетического коридора с Японией

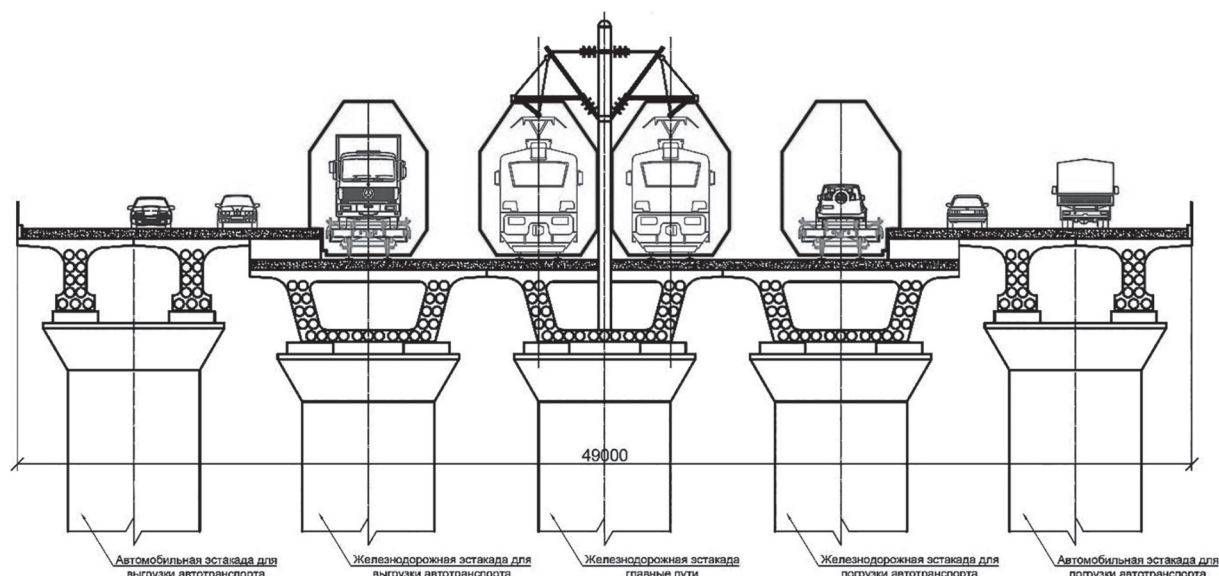


Рис. 2. Эстакада припортальной части. Вариант погрузки/разгрузки автотранспорта на ж/д платформе для перемещения по тоннелю (поперечные разрезы)

пролив является единственной и существенно зависимой от погодных условий дорогой на материк, которая не обеспечивает потребности в перевозках и тормозит развитие области. Увеличение же мощности имеющейся переправы обойдется дорожке, чем строительство тоннеля. После ввода этого тоннеля паромная переправа может использоваться для перевозки крупногабаритных грузов.

Помимо решения оборонно-экономических задач России на Дальнем Востоке, беспрепятственное сообщение надежно соединит о. Сахалин с материковой частью страны, улучшит транспортное обслуживание Магадана, Камчатки и восточного сектора Арктики, сократив от 500 до 1200 км маршруты по морским коммуникациям для отечественных перевозчиков. Кроме того, открывается возможность выхода к незамерзающим портам на Сахалине, что значительно повысит эффективность работы транспортного комплекса в целом [12]. Новые глобальные торговые маршруты через о. Сахалин создадут в дальневосточном регионе страны принципиально новые возможности для наращивания поставок продовольствия, энергоресурсов, инжиниринговых, образовательных, медицинских и туристических услуг, а также сыграют важную роль в формировании новых технологических рынков. К тому же будут созданы сотни тысяч новых рабочих мест в 26 субъектах РФ вдоль всей трассы сквозной железнодорожной магистрали от о. Сахалина до Брянской области. В конечном счете, этот мегапроект создаст базис для возрождения России в статусе супердержавы.

Создание непрерывного сухопутного сообщения с Россией сформирует принципиально новую экономическую составляющую для сотрудничества с Японией, так как одним из главных препят-

ствий для этого является отсутствие проектов соответствующего уровня.

При принятии решения по конструкции перехода через Невельский пролив необходимо учитывать мировой опыт реализации подобных проектов в аналогичных гидрогеологических и природных условиях, а также мнения ведущих специалистов России в области железнодорожного строительства, мостостроения и тоннелестроения [15]. Только рассмотрев все предложения, с учетом мнения участников обсуждения, объективного анализа обоснований и аргументов, возможно наиболее точно определить оптимальную конструкцию указанного выше перехода.

В связи с принятым главами России и Японии «Планом по экономическому сотрудничеству» проект приобретает особое звучание и актуальность. Премьер-министр Японии Синдзо Абэ неоднократно отмечал перспективность проекта железнодорожной связи Японии с Россией и Европой через о. Сахалин, подчеркивая при этом необходимость расчета его себестоимости.

То есть важно произвести выбор оптимального варианта реализации этого проекта. В этой связи отметим, что предлагаемый нами вариант строительства сочетает в рамках сухопутного коридора железнодорожную инфраструктуру на эстакадах, тоннельный железнодорожный переход с перевозкой автомобилей и пассажиров по примеру тоннеля под Ла-Маншем с размещением в конструкции тоннелей и эстакады кабелей энергомота и линий связи, а также с прокладкой с о. Сахалина на о. Хоккайдо по разные стороны на расстоянии 50 нормативных метров нефтепровода и газопровода, что позволит оптимизировать строительные расходы по проекту, организовать единую зону техногенной безопасности и даст высокие показате-

ли эффективности вложений. В 2018 г. В.В. Путин также обратил особое внимание на актуальность транспортного соединения с Японией и поручил оценить целесообразность строительства моста на о. Сахалин с точки зрения экономики, поскольку имеются сомнения в корректности расчета стоимости проекта и его возможного грузопотока. В свою очередь министр транспорта России Е. Дитрих отметил, что проект требует доработки и необходимо изыскать средства на его строительство.

В этой связи проведем сравнительный анализ предварительно принятого решения строить мостовой переход и альтернативного варианта тоннельного перехода, предлагаемого группой компаний «Евразийский транспортный и энергетический коридор» в партнерстве с компанией ООО «Бустрен РМ». Этот проект, в отличие от всех иных предложенных, — результат комплексного анализа преимуществ и недостатков вариантов исполнения.

Авторы априори уверены, что такого масштаба проект должен учитывать перспективу, связанную с активным развитием региона и возможного совместного проекта с Японией по соединению о. Сахалин с о. Хоккайдо. Поэтому для обеспечения нормального функционирования и развития региона необходимо строительство именно скоростной железной дороги.

Вариант однопутной железнодорожной линии IV категории на тепловозной тяге Селихино — Ныш, длиной 585 км, с мостовым переходом через пролив Невельского длиной 5,95 км и подходными дамбами общей длиной 3,1 км, принятый Минтрансом России — это анахронизм. Он технически не позволит рассчитывать на скоростное движение и не соответствует современным международным требованиям. Его пропускная возможность едва покрывает внутренние потребности о. Сахалина. Данный вариант отвлечет ресурсы и упустит бесценное время. При этом его стоимость в ценах 2018 г. составит 540 млрд руб. (без НДС), из них на мост — 253 млрд руб. К тому же по сообщению руководителя ОАО «РЖД» О. Белозерова проект будет реализован в два этапа: к 2030 и 2035 г., что обречет целое поколение сахалинцев продолжать жить в условиях почти полной транспортной изоляции от страны.

Это решение принималось безальтернативно, а, по мнению ведущих специалистов отрасли, наилучшим решением является строительство тоннельного перехода через пролив (рис. 3), а подходные участки целесообразно выполнить в виде скоростной двухпутной железной дороги на эстакаде. Конструкция эстакады надежно защищена от разливов рек и возможных наводнений, спроектирована в сейсмостойком исполнении; достигнут необходимый баланс между жесткостью конструкции и ее амортизационными возможностями. Учитывая труднопроходимость местности, необходимость отмены временных дорог и разработки значитель-

ного количества грунтовых и скальных масс, целесообразно выполнить всю железную дорогу по технологии, применяемой в Китае (устройство эстакад с железобетонными пролетными строениями, с предварительно напряженной арматурой, длиной пролета 32 м и шириной 11,9 м, заводского изготовления и монтируемых с помощью самоходных консольно-шлюзовых кранов марки SLJ900/32 с подвозкой балок балковозом DCY) [21].

Данный вариант позволит организовать скоростное двухпутное железнодорожное сообщение материка с о. Сахалин и учитывать перспективу развития транспортной системы с возможным соединением с о. Хоккайдо и включением в сеть с БАМом [20].

Такое решение также имеет целый ряд преимуществ по сравнению с вариантом по строительству моста через пролив, т.к. есть высокотехнологичные тоннелепроходческие комплексы, накоплен опыт строительства тоннелей более протяженных, проложенных на больших глубинах и в сейсмически активных зонах планеты. Сооружение эстакадной части трассы практически не нарушает инфраструктуру района и сокращает затраты на сооружение временных технологических магистралей. Данная технология позволит двумя комплексами выполнить работу по всей трассе не более чем за 6 лет, вместо строительства по варианту устаревшей однопутной трассы к 2035 г. [23].

По первому варианту предусматривается строительство железной дороги с многочисленными искусственными сооружениями по труднопроходимым местам, практически не имеющим дорог. Объем земляных работ по минимальному проекту предложению составляет 67 млн м<sup>3</sup>, без учета объемов по сооружению временных дорог и искусственных сооружений.

По нашему же варианту в связи с улучшенными условиями трассировки эстакады по сравнению с насыпной трассой, длина подходных участков сокращается на четверть — на 140 км (вместо 585 км — 445 км). Вся техника и необходимые материалы доставляются к месту производства работ непосредственно по строящейся эстакаде, не используя существующие дороги, тому же вне зависимости от времени года.

Железная дорога на всем своем протяжении пересекает лесные массивы и многочисленные водные преграды. При строительстве железной дороги на насыпи и далее — в процессе ее эксплуатации будет нанесен серьезный урон фауне и окружающей среде на всей прилегающей территории строительства, что недопустимо. Эстакадный же вариант обеспечивает максимальное сохранение природной среды, сокращает до минимума необходимую вырубку леса, не разрушая при этом почвенный слой и сложившиеся ландшафты, позволяет без помех мигрировать диким животным и обеспечивает транспортное сообщение между



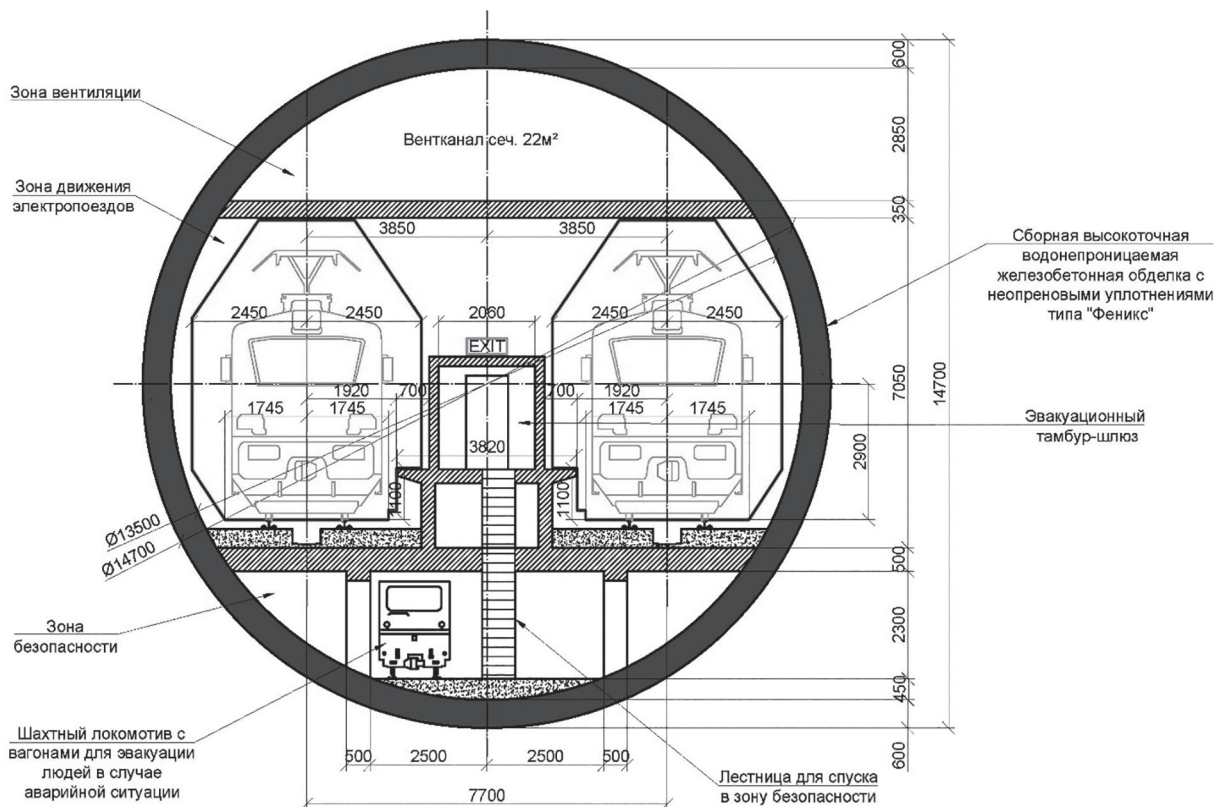


Рис. 3. Поперечный разрез по тоннелю; эвакуационный тамбур-шлюз, зона безопасности

населенными пунктами, расположенными вдоль р. Амура и на о. Сахалин.

На строительство моста существенно влияют природно-климатические факторы: в октябре-ноябре в связи с перестройкой атмосферных процессов над дальневосточным регионом начинает преобладать волнение северо-западной четверти. Высоты волн возрастают; максимальная зарегистрированная высота волны в этот период года составляет 8,5 м. Самые сильные штормовые ветры в этом районе имеют северное и северо-западное направление.

В среднем лед появляется в конце первой декады января и исчезает в конце третьей декады марта. Толщина льда может достигать 2 м, а протяженность ледяных полей — до 25 км, что представляет серьезную угрозу для любых надземных и наземных искусственных сооружений.

Мостовой переход через пролив Невельского в сейсмических и природно-климатических условиях данной местности в соответствии с действующими в России нормами СНиП СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» [19] сооружать нецелесообразно. В случае отсутствия другой возможности строительство разрешается лишь при выполнении целого ряда необходимых дополнительных мероприятий. Для обеспечения безопасности мостового перехода таких мероприятий 39, при этом значительно усложняется сооружение и повышается его стоимость.

Первый вариант мостового перехода имеет еще целый ряд недостатков:

- при сейсмических колебаниях возможны трещинообразования в свайных основаниях с последующей коррозией армокаркаса, а также возможны повреждения от ледохода;
- необходима высококачественная защита от коррозии металлических частей моста на весь период эксплуатации;
- возможность столкновения судов и прочих плавучих средств с конструкциями моста;
- необходимость обеспечения габарита до 70 м от поверхности воды для пропуска крупных судов под пролетом моста;
- большой объем работ в акватории и на берегу;
- значительное количество негативных оценок экологического воздействия строительства мостового перехода;
- обледенение конструкций в зимний период;
- мостовой переход рассчитан на однопутную железную дорогу и не предусматривает автомобильного движения;
- имеется большой риск террористического или военного нападения, что требует дополнительных мероприятий и существенных затрат для обеспечения безопасности.

Вывод: строить мост не целесообразно со всех точек зрения и, прежде всего, из соображений безопасности.

В то же время вариант тоннельного перехода под проливом Невельского имеет значительные преимущества, по сравнению с мостовым:

– сооружение тоннеля наружным диаметром 14,7 м, длиной 19,45 км осуществляется современными тоннелепроходческими комплексами, имеющими высокоточную водонепроницаемую обделку с неопределенным уплотнением швов; обделка такой конструкции тоннеля – сейсмостойчива и обеспечивает выполнение требований СНиП СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» [19];

– конструкция тоннеля имеет отсеки, полностью обеспечивающие безопасность пассажиров при любой ситуации: по всей длине тоннеля выполняется платформа шириной 4 м, разделяющая встречные составы; через каждые 100 м. предусматриваются шлюзовые камеры, посредством которых пассажиры могут быстро покинуть зону движения поездов и будут эвакуированы на поверхность малогабаритным транспортом, расположенным в безопасной зоне;

– увеличиваются возможности выбора оптимального места створа (в результате анализа предложен вариант створа и подходов, как приоритетный; место выхода тоннеля на поверхность материковой части за пределы берега, образованного отвесными скалами, позволяет совместно с применением эстакадных конструкций, сократить длину подходов к тоннелю);

– строительство тоннеля и его дальнейшая эксплуатация осуществляются вне зависимости от времени года, не подвержены воздействию природных факторов – тайфунов, цунами, ледяных полей, ледяных дождей, изменению температуры в течение года, при этом значительно снижаются затраты при строительстве и эксплуатационные расходы по текущему содержанию;

– планируется организовать перевозку любого вида автотранспорта с погрузочно-разгрузочных терминалов, расположенных на материке и о. Сахалине, как в тоннеле под Ла-Маншем, с помощью специальных челночных железнодорожных составов с проездом через тоннель под проливом (перевозка автотранспорта предусматривается на специальных платформах, расположенных перед порталом «Материк» и порталом «Сахалин»; количество автомобилей, размещаемых в одном составе – 50 единиц; в составе 20 платформ для перевозки автомобилей и 2 вагона для перевозки водителей и пассажиров; перевозка производится без нарушения основного графика движения поездов в обоих направлениях);

– экологически безопасный переход позволяет организовать перевозку автотранспорта на железнодорожных платформах без вредных выхлопов, что практически не создает проблем вентиляции и, при обеспечении средней скорости движения поездов до 120-130 км/ч, позволяет осуществлять проезд состава по тоннелю не более 12 минут, что вполне приемлемо для психоло-

гического состояния пассажиров; в сутки может быть перевезено до 4 тыс. единиц автомобильного транспорта;

– стоимость принятого сегодня за основу ОАО «РЖД» первого варианта реализации проекта определена для однопутного мостового железнодорожного перехода и железной дороги IV категории без учета экологического ущерба, стоимости дополнительных мостовых переходов и прочих инженерных сооружений по трассе, в том числе, организация временных дорог, мостов, путепроводов и базовых площадок; при комплексном подсчете, с учетом рельефа местности, финансовых расходов по доставке материалов и т.д., стоимость будет сопоставимой с эстакадной (второй вариант);

– при эстакадном варианте подходов к тоннелю предусмотрено сооружение станционных комплексов вблизи существующих населенных пунктов на расстоянии около 100 км друг от друга; у порталов тоннеля предусмотрены вахтовые поселки, которые, после окончания строительства, используются в качестве постоянных жилых комплексов для заселения не менее 4 тысяч человек в каждый; также предусмотрена организация рабочих мест для населения на газотурбинной электростанции мощностью 218 МВт, заводе ЖБИ; дополнительно предусмотрены причальные сооружения и подъездные дороги к поселкам, что существенно улучшит транспортную обеспеченность региона (рис. 4);

– тоннельный переход имеет значительно меньшую уязвимость в стратегическом отношении, в отличие от мостового перехода.

Таким образом, мостовой переход в реально существующих условиях строительства и эксплуатации, перечисленных недостатков и преимуществ тоннельного перехода не имеет и не может рассматриваться как альтернатива тоннелю.

Идея бесперевалочного перехода между о. Хоккайдо и материком через о. Сахалин появилась в Японии в связи с сооружением в 80-х гг. XX в. тоннеля Сейкан, соединившего о. Хонсю и о. Хоккайдо [22].

С начала XXI в. японский бизнес проявляет большой интерес к участию в строительстве непрерывного сухопутного коридора, ибо в Японии видят одну из главных угроз своему устойчивому развитию в энергозависимости от стран Ближнего Востока (до 85%). Отсюда интерес к диверсификации источников получения углеводородного сырья, налаживанию его поставок из российских регионов Дальнего Востока и Сибири, созданию предприятий по производству сжиженного природного газа, участию в реализации инфраструктурных инвестиционных проектов, включая проектирование, строительство и эксплуатацию транспортных магистралей и портов, а также перевозке по трассе Северного морского пути.

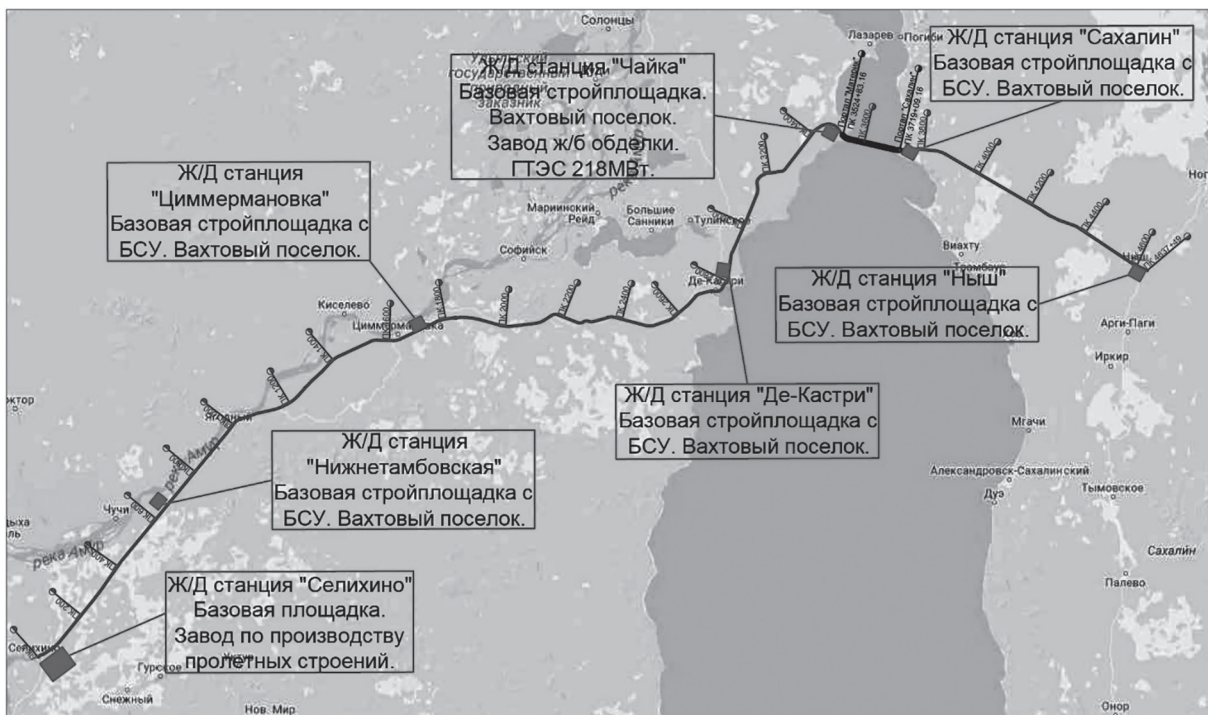


Рис. 4. План трассы от крайней точки Транссиба с расположением станций и площадок

Есть все основания полагать, что проект получит поддержку в министерстве земель, инфраструктуры, транспорта и туризма Японии, в Japan Bank for International Cooperation, Marubeni, Mitsui и Sojitsu, Nippon Steel, Kobelco, JFE Sale, East Japan Realway и др. ведущих корпорациях.

Стержень проекта – мультимодальный транспортно-логистический хаб с центром на о. Сахалине, предполагающий строительство на эстакадах 355 км двухпутных железнодорожных линий и автомобильных дорог на материке и 90 км – на

о. Сахалине, двух тоннелей: протяженностью 19,5 км с материка на о. Сахалин и 46 км – на о. Хоккайдо, а также реконструкцию сахалинских портов и строительство с японскими партнерами предприятий глубокой промышленной переработки вдоль всей трассы магистрали.

Три составные этой стержневой части проекта:

1) строительство подводного тоннеля между материком и о. Сахалином через пролив Невельского и подходов железнодорожных путей на эстакадах по трассе, предложенной ООО «Бустрен РМ» (рис. 5);

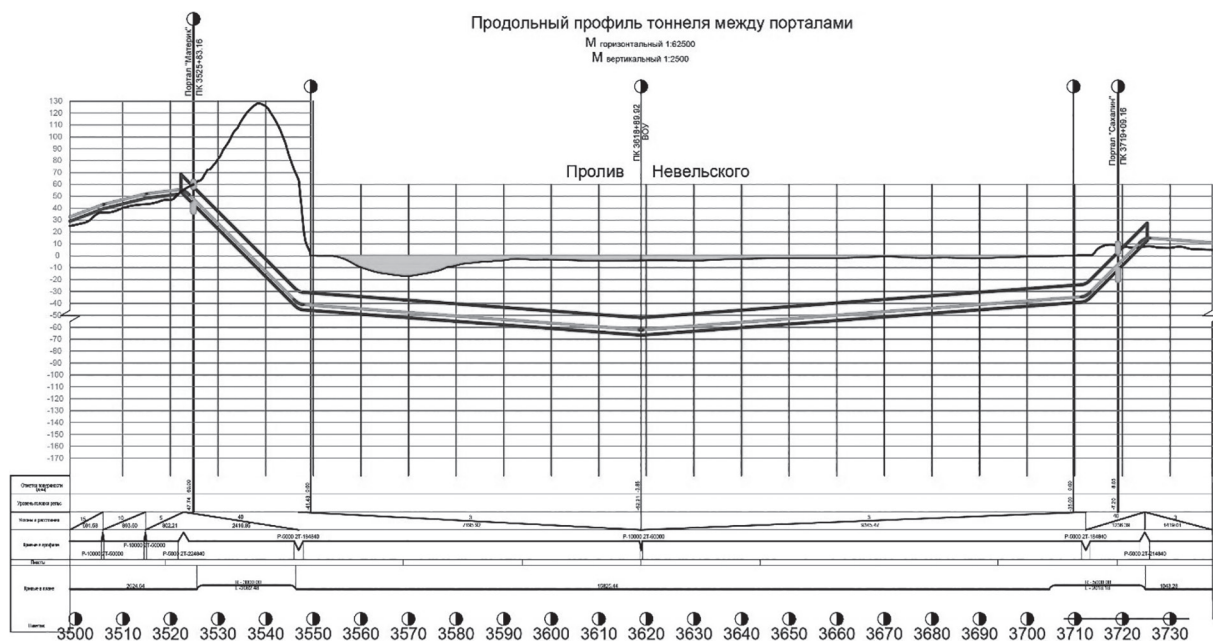


Рис. 5. Продольный профиль тоннеля с материка на о. Сахалин

2) строительство тоннеля между о. Хоккайдо и о. Сахалином через пролив Лаперуза длиной до 50 км, что сопоставимо с тоннелем Сейкан (53,9 км) между о. Хоккайдо и о. Хонсю;

3) реконструкция и завершение строительства на эстакадах (что «спрямит» и сократит на 150 км трассу) двухпутных железных и автомобильных дорог на материке и на о. Сахалин до порталов тоннелей по обе стороны пролива Невельского и у пролива Лаперуза. Параллельно — модернизация морской портовой инфраструктуры.

Показательно, что при сопоставимых расходах со строительством полимагистрали на Аляску предлагаемый нами проект магистрали с Японией более чем втрое превышает «американский» по расчетному денежному объему грузопотока, и существенно по срокам окупаемости.

### Заключение

При подготовке настоящей статьи авторы исходили из важности достижения стратегических результатов при организации сухопутного беспрепятственного коридора с Японией:

1. Реализация проекта создаст условия для быстрого роста объемов внутренних и международных железнодорожных, автомобильных и морских перевозок. В значительной степени будет реализован транзитный потенциал России за счет успешной конкуренции с доставкой грузов из Японии и других стран АТР в Европу южнокитайскими морями.

Из Японии в страны Европы груз проходит морским путем 21 тыс. км за 40 суток. По Транссибу расстояние вдвое короче и срок доставки составляет в среднем 18 суток. Экономия от доставки одного контейнера — от 500 долл. США.

Объем европейского транзита оценивается в 12 млн тонн в год и в ближайшее время как минимум удвоится. Грузооборот собственно между Россией и Японией к этому времени может превысить 20 млн тонн. Если же учесть ресурсный потенциал экспорта российского сырья для японской промышленности, то загрузка магистрали будет еще больше. Объем внутрироссийских перевозок между о. Сахалином и материком может в среднесрочной перспективе возрасти до 39 млн т/год с учетом строительства тоннельной переправы, перспективы развития портов и перенаправления грузопотока в незамерзающие порты острова.

2. Япония становится стратегическим партнером России, что особенно важно в условиях санкций и недобросовестной конкуренции США и Евросоюза.

3. Многовариантность путей развития создаст для России альтернативу китайским инвестициям в проекты, которые к тому же при реализации с японскими партнерами отличаются гораздо более высокой экологичностью.

4. Строительство сухопутных коридоров с о. Сахалина на материк и в Японию позволит ОАО «РЖД» получить финансовых, технологических и торговых партнеров для модернизации Транссиба и БАМа, а также возможного использования их ответвлений, включая построенную в 1943-1953 гг. и заброшенную железнодорожную магистраль от Воркуты до Анадыря («Трансполярная магистраль») [4].

5. Реализация проекта такого масштаба с активным привлечением учреждений РАН и, в частности, Сибирского и Дальневосточного отделений РАН, позволит вновь поднять отечественную науку на уровень главного фактора инновационного развития страны, ибо потребуются научный подход, системный анализ и глубокие исследования в разрешении вопросов в области геологии, вулканологии, океанологии, механики грунтов, геотехнике сооружений и геоэкологии в особых условиях, геомониторинга, а также моделирования геодинамических процессов и прогноза опасности природных катаклизмов, горного дела, техники и инженерии, международного права и экономики.

Авторы предлагают выделить тему сотрудничества с Японией как проект стратегического сотрудничества в Мегапроекте РАН и МГУ им. М.В. Ломоносова «Создание пространственных транспортно-логистических коридоров на территории Российской Федерации, соединяющих АТР и ЕС» (Шифр «Единая Евразия: ТЕПРИЕТС») [7] и представить реализацию данного проекта пилотным в качестве платформы глобального масштаба.

Проект обеспечит (в период его активной реализации 12-15 лет) крупными заказами почти треть академических учреждений страны и, наверняка, станет уникальным полигоном естественнонаучных открытий, фундаментальных научных исследований и прикладных решений. При этом надо учесть то важное обстоятельство, что проект создает возможность привлечь крупный частный капитал на службу российской науке. В связи с этим обращаем внимание на мнение академика Р. Сагдеева: «В России во власти остро ощущается непонимание роли науки в современном обществе... В США объемы бюджетного и частного финансирования науки примерно равны. А в России олигархи практически ничего не вкладывают в эту отрасль» [17].

Реализация столь масштабного проекта должна исходить из геополитических интересов России, что требует согласования интересов хозяйствующих субъектов и вовлечения общественности, потому необходима координация на самом высоком уровне. Такой подход позволит в тесном сотрудничестве с японской стороной успешно находить необходимые технические решения с

учетом отечественного экологического и природно-ресурсного законодательства и обеспечивать соответствующее финансирование проекта, а в итоге будет способствовать нормализации отношений с Японией.

В этом контексте, данную публикацию предлагаем рассматривать как приглашение общественных и государственных деятелей, научной и культурной интеллигенции обеих стран, особенно ученых Токийского университета, университета Васэда и других вузов, научных учреждений и руководителей бизнеса Японии к сотрудничеству с Россией — ее ближайшим соседом и близким не только географически.

Имеются все основания полагать, что яркие представители элиты японской политики и бизнеса в ходе реализации предлагаемого мегапроекта присоединятся к числу друзей России. А среди них отметим, прежде всего, представителей пяти поколений одного из древнейших и наиболее могущественных самурайских кланов, сыгравших значительную роль в истории Японии — правнука Великого князя Тадаёси Симадзу, принимавшего в 1891 г. цесаревича Николая Александровича, 32-го главу рода Симадзу, троюродного брата 125-го императора Японии Акихито только что отрешившегося от трона в пользу своего сына императора Нарухито — Великого князя Нобухиса Симадзу и его сына; пять поколений видных политиков и ученых рода Хатояма, а также — председателя Японского фонда «Ниппон Дзайдан» Йохей Сасакава, легендарного спортсмена, Олимпийского чемпиона по дзюдо Томохиса Ямасита, губернатора префектуры Хоккайдо Харума Тахакаси, бывшего министра глобальной национальной стратегии и экономической политики Японии Акира Амари, бывшего министра экономики, торговли и промышленности Японии Сэко, высшего советника корпорации JUCI Такэо Ямаока, почетного председателя Института экономических исследований в Северо-Восточной Азии Сусуму Йосида и др. видных общественных и государственных деятелей Японии, и, конечно же, президентов компании Harry Jaran Co. Ютака Комия, Мичико и Кенши Чомей (H.L.C Ltd.), Хироюки Хоризэ.

### Выводы

Синергетический эффект реализации предложенного мегапроекта охватит смежные проекты [10;12]:

— иницилируемые японской стороной проекты в сфере поставки углеводородов, возможности технических и людских обменов в сфере ядерных технологий, проекты в сфере производства и переработки морепродуктов и сельскохозяйственной продукции и др.;

— иницилируемые российской стороной проекты энергомота, завода по производству метана, коренной реконструкции незамерзающих портов о. Сахалина;

— проекты, представляющие взаимный интерес: строительство современной базы по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на нефтяных и газовых месторождениях Сахалинского шельфа, экологические проекты.

Наша экспертная группа тесно взаимодействует с японскими партнерами, которые с 1999 г. инициировали проведение ряда международных форумов, посвященных созданию непрерывного транспортного коридора из Японии в Европу через территорию России и всячески продвигают проект интернационализации Транссибирской магистрали, а также с другими финансово-промышленными группами и государственными структурами Японии с целью практической реализации проекта с привлечением технологических, транспортных и финансовых возможностей японских партнеров.

Но при всех обстоятельствах, у авторов нет и тени сомнения в том, что реализация предложенного мегапроекта потребует преодоления явного и неявного сопротивления. Потребуется мобилизация общественного мнения народов обеих стран и твердая решимость руководителей России и Японии [15].

И чтобы не повторилась история конца XIX в. приведем свидетельство очевидца недавней отечественной истории: «Когда в 1891 г. мы приступили, наконец, к постройке Сибирского [железнодорожного] пути, то благоприятное время для этого было упущено и притом навсегда, ибо вслед за одними соперниками, англичанами, на великую восточную арену устремились уже англосаксы Америки... Скупив затем через подставных лиц акции Российско-Американской Компании, они почти даром забрали Аляску и вытолкнули нас из Тихого океана, оставив пока в виде памятника бывшему нашему величию в этих водах Командорские острова с могилой Беринга», — писал в 1912 г. выдающийся русский генерал А.Е. Вандам (А.Е. Едрихин) [2].

Руководствуясь положением п. 62 Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: «...Сбалансированное опережающее развитие инфраструктуры, создание транспортных коридоров и мультимодальных транспортно-логистических узлов является прямой задачей органов государственной власти во взаимодействии с институтами гражданского общества», предлагаем рассматривать реализацию в партнерстве с Японией проекта бесперевалочного транспортного и энергетического коридора между Японией и Россией через о. Сахалин, а также последующую модернизацию БАМа и Транссиба как первую часть программы «Евразийской модели развития России».

**Литература**

1. Китайский Интернет-портал Sohu. 18 ноября 2019. [https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5dd1f66e9a7947403ecceb72?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews/](https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5dd1f66e9a7947403ecceb72?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews/)
2. Президент Франции Эммануэль Макрон. Интервью для журнала «The Economist», 7 ноября 2019 г. <https://economist.com/Europe/2019/11/7/emmanuel-macron-tri-schenariya>.
3. Солженицын А. Россия в обвале. — М.: «Русский путь», 1998. — 350 с.
4. Опыт Китая в строительстве национальной железнодорожной сети в 2000-2014 годах. <https://territoryengineering.ru/zarubezhnyj-opyt/opyt-kitaya-v-stroitelstve-natsionalnoj-zheleznodorozhnoj-seti-v-2000-2014-godah/>
5. Алексеев Г. Задача стратегического развития // FORUM international, 2007. № 7. — С. 23-29.
6. Обзор «Плана Харримана» — первого проекта соединения американских и российских железных дорог через Берингов пролив на английском. <http://www.interbering.com/Roads-and-Railroads-to-Siberia.html>
7. Вандам А. Геополитика и геостратегия. // Наше положение. — Жуковский-Москва: Изд-во «Тучково поле», 2002. — С. 80.
8. Гранберг А. За лучшее будущее России // FORUM international, 2007. № 7.
9. Дудов Н. Дальний Восток: Новый этап развития // FORUM international, 2007. № 7.
10. Израэль Ю. Мнение эколога // FORUM international, 2007. № 7.
12. Кондаков А. Нераспечатанная кладовая планеты // FORUM international, 2007. № 7
13. Круглов В. Восточный прорыв // FORUM international, 2007. № 7.
14. Максимак П. История проекта // FORUM international, 2007. № 7
15. Мишарин А. Магистраль стратегического значения // FORUM international, 2007. № 7.
16. Разбегин В. Мнение экономиста // FORUM international, 2007. № 7.
17. Сергеев А. Будущее российской гидроэнергетики // FORUM international, 2007. № 7.
18. Лесков С. «Академик Роальд Сагдеев: Петру I было легче, чем Путину» // Единая Россия, 7 февраля 2005.
19. СНиП СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах».
20. Комплекс для перемещения и надвигки пролетных строений ж/д моста. <http://shipbuildequipments.ru/product-1-6-transporting-erection-machine/135975/>
21. Балковоз серии DCY. <http://shipbuildequipments.ru/product-1-2-1-rubber-tyred-girder-transporter/135979/>
22. Сэйкан — самый длинный железнодорожный тоннель под морским дном. <https://stroi.mos.ru/unikalnaya-arhitektura/mir/seikan-samyi-dlinnyi-zhiezhdorozhnyi-tonnel-pod-morskim-dnom>
23. Железнодорожный транспорт. <http://rly.su/ru/book/export/html/6669>

**References**

1. Chinese Internet portal Sohu. November 18, 2019. [https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5dd1f66e9a7947403ecceb72?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews](https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5dd1f66e9a7947403ecceb72?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews)
2. The President Of France Emmanuel Macron. Interview for The Economist on November 7, 2019. <https://economist.com/Europe/2019/11/7/emmanuel-macron-trio-schenariya>.
3. Solzhenitsyn A. «Russia in the collapse». — М.: «Russian way», 1998. — 350С.
4. China's experience in building the national railway network in 2000-2014. // <https://territoryengineering.ru/zarubezhnyj-opyt/opyt-kitaya-v-stroitelstve-natsionalnoj-zheleznodorozhnoj-seti-v-2000-2014-godah/>
5. Alekseev G. The task of strategic development // FORUM international, 2007. No. 7. — Su23-29
6. Overview of the «Harriman Plan» — the first project of connecting American and Russian Railways through the Bering Strait in English: <http://www.interbering.com/Roads-and-Railroads-to-Siberia.html>
7. Vandam A. Geopolitics and geostrategy // Our position. — Zhukovsky-Moscow: Publishing house «Kuchkovo field», 2002. — P. 80.
8. Granberg A. For a better future of Russia // FORUM international, 2007. No. 7.
9. Dudov H. far East: a New stage of development // FORUM international, 2007. No. 7. 2007.
10. Israel Yu. Opinion of the ecologist // FORUM international, 2007. No. 7.
12. Kondakov A. Unopened pantry of the planet // FORUM international, 2007. No. 7
13. Kruglov V. Eastern breakthrough // FORUM international, 2007. No. 7.
14. Maksimyak P. History of the project // FORUM international, 2007. No. 7
15. Misharin A. Mainline of strategic importance // FORUM international, 2007. No. 7.
16. Razbegin V. Opinion of the economist // FORUM international, 2007. No. 7.
17. Sergeev A. The Future of Russian hydropower // FORUM international, 2007. No. 7.

*Сведения об авторах:*

Залиханов Михаил Чоккаевич, академик РАН, Герой Социалистического труда, научный руководитель Высшего геофизического института; 119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 32а, зона «Б», комн. 404; тел.: 8 (495) 938-06-89; e-mail: opencom404@pran.ru.

Атабиев Аслан Хакимович, д.э.н., акад. РАЕН, действительный государственный советник РФ 3 класса; тел.: 8 (926) 677-64-57; e-mail: tartar.as@yandex.ru.

# Минеральные ресурсы

УДК 553.04

## Должен ли стать полезным ископаемым водород?

С.В. Белов, д.г.-м.н., акад. РАН, ООО «ОЗГЕО», Москва

В связи с набирающим темпы развитием водородной энергетики рассматриваются перспективы выявления промышленных месторождений эндогенного водорода в литосфере. Указывается на необходимость включения водорода в российский реестр полезных ископаемых и проведении опережающих НИОКР по данному направлению. В контексте развития водородной энергетики, и низких цен на нефть обсуждается вопрос целесообразности освоения в ближайшей перспективе нефтегазовых месторождений на российском арктическом шельфе.

*Ключевые слова:* водородная энергетика, месторождения водорода, нефть, газ, российский арктический шельф.

### Введение

На прошедшей в МГУ им. М.В. Ломоносова 27-30 января 2020 г. традиционной научной конференции «Система планеты Земля» В.П. Поливановым было наглядно продемонстрировано бурное развитие в мире водородной энергетики, основанной на использовании топливных элементов (ТЭ). Поезда, автомобили, автобусы, самолёты, морские и речные суда, электрические

самокаты и даже подводные лодки, а также различные энергоустановки — всё это уже современная реальность. Принципиально решены вопросы транспортировки и хранения водорода. Области применения топливных элементов работающих на основе водорода вышеуказанным перечнем не исчерпываются, они весьма широки (рис. 1).

Тем не менее, Россия уделяет существенно меньше внимания развитию этого перспективно-

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



Рис. 1. Основные области применения топливных элементов

го направления энергетики. Страна не вступила в водородную гонку и продолжает сохранять водородно-энергетический нейтралитет. Тем не менее, недавно начаты некоторые инновационные проекты: извлечение водорода из сероводородных осадков Чёрного моря; сбор водорода, выделяющегося при работе АЭС; в ноябре 2019 г. по Московскому проспекту Санкт-Петербурга проехал первый российский трамвай на водороде; в Москве представлен первый российский автомобиль с водородными ТЭ. Месяцем раньше на совещании прошедшем в Минэнерго России принято решение разработать Национальную программу развития водородной энергетики. Данное решение внушает надежду, что Россия не окажется вне вырисовывающегося весьма перспективного вектора развития мировой энергетики. Пока же считается, что широкое внедрение водородного топлива сдерживается более высокой ценой водорода по сравнению с привычным жидким и газовым топливом, и отсутствием необходимой инфраструктуры. В настоящее время существует много различных методов получения водорода:

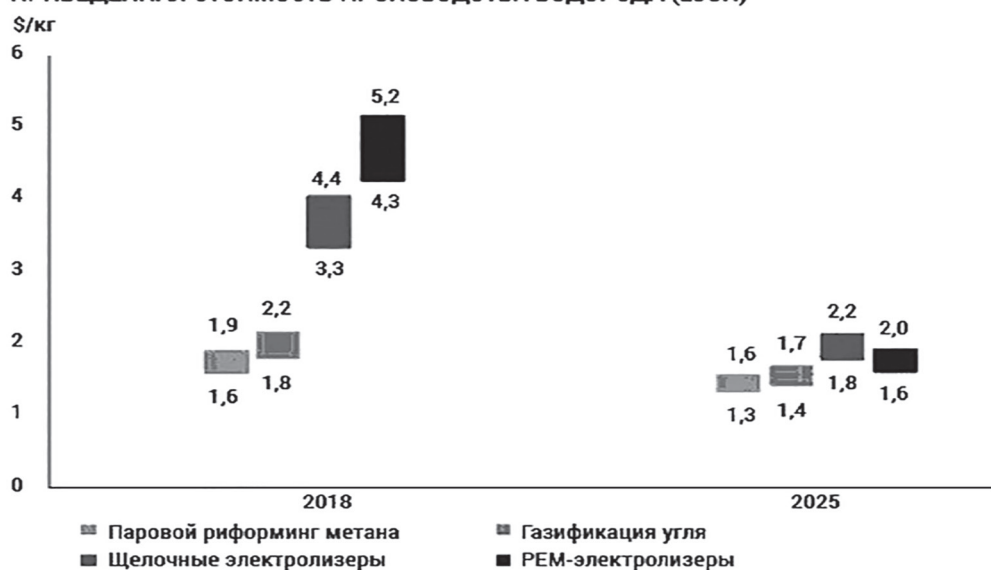
- электрохимический метод (электролиз воды, каталитическая конверсия природного газа и др.);
- термохимический (термохимическое разложение воды на водород и кислород, разложение йодата калия);
- фотокаталитические методы;
- из сероводорода;
- из углеводородного сырья (метод паровой конверсии, метод каталитической конверсии легкого углеводородного сырья и газификации тяжелых нефтяных остатков, плазменный риформинг);

– одноступенчатые методы разложения воды на водород и кислород.

Однако все эти методы имеют один и тот же недостаток: они являются достаточно затратными. И хотя к 2025 г. предполагается, что стоимость используемых ныне основных методов получения водорода снизится (рис. 2), цена электроэнергии, получаемой на базе водородной энергетики, останется выше, чем, например, при использовании таких уже традиционных «зелёных» технологий, как энергия Солнца или ветра.

В этих условиях возникает вопрос: а не имеются ли в земной коре месторождения водорода, из которых можно бы было напрямую извлекать водород, не привлекая вышеуказанные дорогостоящие технологии? Ведь есть же месторождения гелия – газа тоже весьма летучего, однако, промышленные скопления которого выявлены геологами. На российском госбалансе числится 221 месторождение с запасами гелия, хотя реально действующим источником гелия в России в последнее время было только Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение. Спрос рождает предложение и в 2021 г. планируется начать производство гелия на Амурском ГПЗ и к 2026-2027 гг. оно должно достигнуть уровня в 60 млн м<sup>3</sup> в год. Однако сегодня речь не о гелии, а о его собрате – водороде, занимающем в таблице Д.И. Менделеева соседнее место. Провозглашая водород чистым топливом будущего, всё же не следует лукавить, а реально оценивать ситуацию. Сегодня принято разделять водород на «серый», получаемый из угля, нефти и газа, на «голубой» – в результате работы ТЭС или АЭС с технологией CCS, и на «зеленый», – добываемый из воды. Согласно исследованиям Wood Mackenzie, ныне

ПРИВЕДЕННАЯ СТОИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА (LСОН)



Источник: CSIRO, ИЦ EnergyNet

Рис. 2. Стоимость производства водорода рядом методов (CSIRO, ИЦ EnergyNet)



99% получаемого водорода является «серым» и «голубым», и его производство создаёт огромный углеродный след, деградирующе воздействующий на климат и биосферу. Другими словами, чтобы получить экологически чистое водородное топливо требуется изрядно подпортить атмосферу углекислым газом. Поэтому вопрос прямого получения природного водорода из земных недр является весьма актуальным. По нашему мнению, он — один из ключевых в развитии водородного направления мировой энергетики. Многолетними работами коллектива исследователей, возглавляемого В.Н. Лариным (к сожалению недавно скончавшегося), убедительно показана возможность выявления промышленных скоплений эндогенного водорода в литосфере. То есть, водородная проблема имеет геологический аспект, который пока не в полной мере осознаётся, в связи с исключительной нацеленностью геологоразведки в нашей стране на традиционное углеводородное сырьё. И парадоксальным является то, что по данным Роснедр в России водорода нет и в реестре полезных ископаемых. Ну а, как говорится, на нет и суда нет! Лицензии на поиски водорода вам никто не выдаст. Но, по-видимому, такая ситуация кого-то вполне устраивает. Можно предположить, что развитие водородной энергетики находится вне мейстримных интересов отечественных газонефтяных монополий, для которых это грозит потерей влияния на экономику и политику.

#### **Где искать месторождения водорода?**

В атмосфере Земли содержится 2,5 трлн тонн водорода, который улетает в космическое пространство «со скоростью» примерно 250 000 т/год. Очевидно, что раз содержание водорода в атмосфере не меняется, то должен существовать постоянно действующий источник водорода той же мощности. Что же это за источник? Этим источником без сомнения является дегазация Земли. Выходит дело в вулканах? Действительно, например газ вулкана Этна состоит из  $\text{CH}_4$  — 1,0%,  $\text{CO}_2$  — 28,8%,  $\text{CO}$  — 0,5%,  $\text{H}_2$  — 16,5%,  $\text{SO}_2$  — 34,5%, остальное приходится на азот и инертные газы. Вклад вулканов Курильской дуги в содержание водорода в атмосфере оценивается приблизительно в 100 т/год, т.е. это всего лишь 0,04% от 250 000 т, поставляемых всеми источниками. Несмотря на то, что районов, где развит аналогичный островодужный вулканизм, на планете более чем достаточно, по-видимому, вклад этого фактора в общую копилку водородной дегазации Земли будет относительно не велик. Встречаются зоны водородного обогащения и на нефтегазовых месторождениях. В Швеции, при бурении скважины Гравберг-1 глубиной 6770 м, ниже 4 км отмечено существенное повышение содержания водорода. «Газят» водородом и участки литосферы,

где в прошлые геологические эпохи происходили внедрения ультраосновных щелочных магм. Так в шахтном газе глубоких подземных выработок Хибин повышено содержание водорода. Но не только земные глубины исторгают этот газ. В Мали в Африке, скважина глубиной всего лишь около двух десятков метров, газит водородом так, что оказывается способной генерировать электричество для целой деревни. Есть информация, что в Омане пузыри водорода выделяются прямо на поверхность. Таким образом, процесс водородной дегазации из недр реально существует и имеет глобальный характер, однако, каковы главные каналы и причины его поступления?

Более 40 лет прошло с тех пор, как В.Н. Ларин выдвинул гипотезу изначально гидридной Земли, в которой обосновывалось, что первоначальный состав внутренних геосфер нашей планеты должен был быть гидридным (т.е. металлы и кремний+водород), а всё развитие Земли обусловлено её водородной дегазацией [1, 2]. Гипотеза В.Н. Ларина прошла проверку временем. Появляется всё больше геолого-геохимических и иных данных в её пользу. Оказывается, на Земле есть специфические места, где происходит интенсивная дегазация глубинного водорода. Чаще всего это наблюдается в рифтовых зонах — участках растяжения литосферы. Эндогенные потоки водорода с метаном, азотом и гелием подтверждаются инструментальными наблюдениями. Главной особенностью процесса глубинной дегазации Земли является её неравномерность во времени и в пространстве. Как доказано В.Л. Сывороткиным, потоки эндогенных флюидов в рифтовых зонах на два порядка превосходят потоки из других геоструктурных зон [3]. То есть главными каналами дегазации Земли, через которые растворенные во внешнем ядре газы выходят на поверхность, является мировая рифтовая система. Наиболее активно этот процесс происходит в пределах подводных срединно-океанических рифтов. Как указывает В.Н. Ларин [2], здесь аномальная мантия, представленная бескислородными интерметаллическими силицидами, располагается на глубине 1,5 км, и 1 кг её может дать около 1200 л водорода. Однако, несмотря на то, что морская добыча углеводородов уже освоена буровиками, глубины, в пределах которых расположены срединно-океанические рифты, пока не доступны для проведения аналогичных работ по подводной добыче водорода. Но есть ли нечто подобное на суше? Да, есть, хотя водородная дегазация там пониже. Это континентальные сегменты мировой рифтовой системы: та же Исландия, представляющая собой по сути дела поднявшийся над поверхностью Атлантики срединно-океанический рифт, отдельные части великих африканских рифтов, рифты запада США, Левантский рифт, будто ножом

рассекающий Израиль с юга на север. В России это, прежде всего, Байкальская рифтовая зона. В пределах всех этих рифтов аномальная мантия, активно «газящая» флюидами (среди которых одним из компонентов является водород), находится ближе всего к поверхности Земли. Например, в известной Тункинской впадине, расположенной на юго-западе Байкальской рифтовой системы, по геофизическим данным, на глубинах 6-7 км располагается «большая дайка» — магматическое тело, поднявшееся с мантийных глубин. Другими словами, поиски интерметаллических «газящих» водородом мантийных диапиров целесообразно начать в пределах зон рифтогенеза. Думается, что для реализации этой задачи целесообразно разработать специальную программу, предусматривающую опережающие геолого-геофизические исследования, опытные работы по глубокому бурению (опыт проходки подобных скважин у нас имеется) и эксперименты по добыче и сбору водородного топлива. Одним из объектов таких работ может стать Байкальская рифтовая зона, тем более, что был разработан многоцелевой Тункинский проект глубокого бурения, в котором планировалась проходка семикилометровой скважины, недалеко от пробуренной двухкилометровой Тункинской опорной скважины. Один из ветеранов геологии рассказал, что в сталинские времена тому, кто откроет месторождение водорода, была обещана Сталинская премия. Тогда этого открытия по целому ряду причин не произошло, у отечественной геологической службы были более насущные, на тот момент, задачи. Так может теперь, в преддверии эры водородной энергетики, страна, имеющая не только научные приоритеты, но и уникальный опыт самого глубокого в мире бурения, сможет решить эту уникальную задачу?

Более десяти лет назад перед коллективом исследователей (В.Н. Ларин, Н.В. Ларин, А.В. Горбатилов, В.Л. Сывороткин, А.М. Портнов, С.В. Белов, М.Ю. Степанова) выполнявших программу Президиума РАН № 14 по разделу 1.3.1 «Оценка перспектив выявления промышленных скоплений эндогенного водорода в литосфере» были поставлены задачи: 1) провести анализ структур, характеризующихся наличием глубинной водородной дегазации; 2) определить пространственно-временные закономерности водородной дегазации Земли; 3) дать прогноз наличия на глубине трубообразных зон водородной дегазации на территории России перспективных для бурения поисково-разведочными скважинами на водород. В результате реализации данного проекта было установлено.

*По первой задаче* — разработана классификация вулканов, по потенциальной водородоносности и выделено три их типа. Показано, что вулканические газы на 98% представленные парами

воды, являются вторичными, возникающими при окислении водорода в прижерловой части вулканических конусов. Первый тип слабогазонасыщенных вулканов, локализуется над горячими точками и рифтами. Их тепловая энергия (Q) связана с атомизацией протона по схеме:  $p + e = H + Q$  и дальнейшей молекуляризацией атомарного водорода  $H + H = H_2 + Q$ . Газонасыщенные и сильногазонасыщенные вулканы располагаются над зонами субдукции на границе океанической и континентальной коры. Предполагаемые источники водорода в этих вулканах — богатые газом астеносферные слои, прорезанные зонами субдукции, а также области диссоциации океанской воды с выделением водорода в процессе гидратации мантии по схеме:  $2(Mg,Fe)[SiO_4] + 22H_2O = 3Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8 + 6Mg(OH)_2 + 4H_2$  (брусит) +  $4H_2$  а также в результате окисления:  $3Fe_2 + (в\ силикатах) + 2H_2O = Fe_3O_4 + 2H_2$ . Показано, что состав лав отражает уровень зоны окисления водорода: глубинный — для базальт-андезитовых; поверхностный — для дацит-риолитовых. Признано, что в России наиболее перспективными для перехвата водородных потоков в вулканических жерлах наклонными скважинами глубиной 5-7 км являются вулканы Камчатки с преобладанием риолит-дацитовых лав.

*По второй задаче* — предложена и апробирована методика, позволяющая в режиме on line проследить пространственно-временные закономерности выделения водорода на Земле, базирующаяся на «водородной» концепции разрушения озонового слоя, выдвинутой В.Л. Сывороткиным и в последующие годы подтвержденной многочисленными материалами [4,5]. Анализ спутниковых карт планетарного поля общего содержания озона (ОСО) позволяют изучить места, интенсивность и периодичность выбросов водорода. Обоснована принципиальная возможность перевода единиц Добсона (Д.Е.), в которых на картах показывается общее содержание озона в количественные показатели газовых концентраций. По данным опытных работ установлено, что потеря озона в 1 Д.Е. соответствует увеличению концентрации подпочвенного водорода на 1 ppm. Показано, что в поле ОСО четко проявляются срединно-океанские хребты и их континентальные продолжения. Регионами наиболее интенсивной (по частоте выбросов) водородной дегазации являются Зондский архипелаг и Тихий океан, Антарктика, особенно приантарктический участок ВТП, северный участок САХ, северный (континентальный) участок ВТП, Северо-Восточная котловина Тихого океана. По мощности газовых выбросов (глубине озоновых аномалий) лидирует Антарктида, затем следуют Северная Атлантика, рифтовые структуры Северного ледовитого океана и Западной Европы (Рейнско-Ливийская, Ботнического залива).

С рассматриваемых позиций выделены наиболее перспективные регионы для выявления промышленных скоплений и последующей добычи водорода: Антарктида, Ботнический залив, грабены Осло, Рейнский, Рона. В России — алмазные трубки Якутии, магматические массивы Кольского полуострова Печенга, Хибинский, Лавоозерский и Кандагубский. Наиболее целесообразной добыча водорода может оказаться в Антарктиде, куда стоимость доставки иных энергоносителей особенно высока, и где на продолжении срединно-океанских рифтов над погребенными внутриконтинентальными рифтовыми структурами, фиксируются наиболее мощные потоки водорода.

По третьей задаче — натурными замерами (рис. 3), с помощью трехканальных водородных газоанализаторов чувствительностью от 0,5 ppm до 16 000 ppm позволяющих отбирать газ с глубины до 120 см, в комплексе с микросейсмическим зондированием (пат. РФ № 2271554) и анализом космоснимков на Русской платформе установлены локальные кольцевые структуры с дегазацией водорода, концентрация которого иногда достигает 2,0%.

Одна из таких структур диаметром 2200 м, выявлена в Воронежской области вблизи г. Борисоглебска. В рельефе она выражена кольцевой депрессией глубиной до 10 м. Микросейсмическим зондированием пройдены 3 профиля по 30-33 точек с шагом 200м и изучены детали её строения (рис. 4).

По контрастам сейсмических скоростей установлены низкоскоростные субвертикальные каналы, уходящие на глубину более 20 км. В диапазоне глубин 0,8-2,0 км в контрастах сейсмических скоростей выделяются низкоскоростные и высокоскоростные участки, которые морфологически проявлены на дневной поверхности и дешифрируются на космоснимках. Аналогичные трубообразные каналы водородной дегазации выявлены в Московской, Липецкой, Тамбовской и др. областях на Русской платформе [6].

Характерно, что в их пределах растительность испытывает деградирующее влияние потоков водорода. В.Н. Лариным [2] предложен механизм формирования таких структур связанных с тем, что струя водорода при подъеме к поверхности обводняется, подкисляется и при взаимодействии с карбонатными породами вызывает образование карстовых пустот и провалов. Этот процесс является современным и быстротекущим. В случае, когда на поверхность непосредственно прорывается струя водорода — может формироваться взрывная воронка, с кольцевым валом и наличием выброшенного грунта.

Таким образом, в рамках реализации вышеуказанного проекта, а также в ходе предшествующих инициативных работ группы В.Н. Ларина были проанализированы пространственно-временные



Рис. 3. Натурные замеры водорода с помощью газоанализаторов в ходе реализации раздела 1.3.1 программы № 14 Президиума РАН

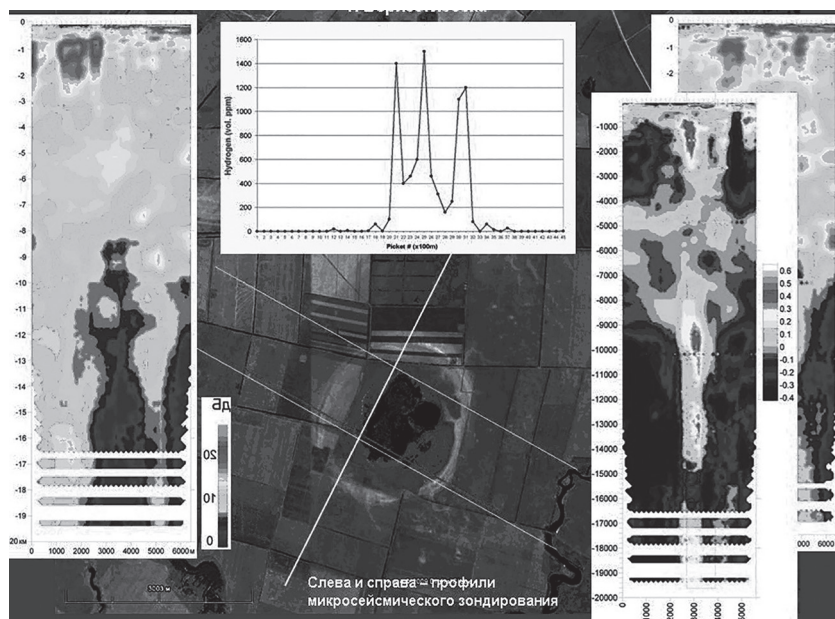


Рис. 4. Трубообразная структура дегазации водорода в районе г. Борисоглебска (по В.Н. Ларину, Н.В. Ларину, А.В. Горбатикову)

закономерности водородной дегазации Земли и положительно оценены перспективы выявления промышленных скоплений эндогенного водорода в ряде вулканических и рифтогенных структур; кроме того на Русской платформе выявлены и изучены на глубину уникальные локальные трубообразные структуры, в которых концентрация водорода превышает 1,6%, которые могут служить непосредственным источником добычи водорода и рекомендуются под поисково-оценочное бурение скважин глубиной 1,5-2,0 км. Создана и апробирована методика выявления таких локальных каналов водородной дегазации, что открывает принципиальную возможность экономически эффективного развития водородной энергетики. Работа группы энтузиастов по данному направлению под руководством выдающегося отечественного геолога – Владимира Николаевича Ларина не прекращалась и все последующие годы. Получены новые дополнительные факты, ознакомиться с которыми можно по соответствующей литературе. Сегодня, дело В.Н. Ларина продолжает его сын – Николай Ларин.

#### **Водород и геополитика**

Некоторое время тому назад автору данной публикации пришлось участвовать в Федеральной программе по обоснованию границ арктического шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане. Сегодня вопрос разграничения арктических территорий являются одним из ключевых в геополитике. В значительной мере это обусловлено огромными запасами углеводородного сырья, львиная доля которого приходится на российский арктический шельф. Вместе с тем, в контексте рассматриваемой проблемы развития водородной энергетики, встает вопрос целесообразности освоения в ближайшей перспективе нефтегазовых месторождений, находящихся непосредственно на шельфе Северного Ледовитого океана и на прибрежных территориях, где практически отсутствует какая-либо инфраструктура. При мировых ценах на нефть 60-70\$/баррель, и наблюдаемом сегодня нефтяном профиците, большинство новых проектов в Арктике будут, скорее всего, нерентабельными. Подтверждением данного мнения является, например, то, что на таком гиганте как Штокмановское месторождение, в освоение которого вложено чрезвычайно много средств, начало добычи отложено до 2035 г. или позднее. Дело осложняется и тем, что в условиях санкций, у отечественных нефтедобытчиков возникает проблема технологии добычи углеводородов в тяжёлых ледовых условиях. Крупнейшие зарубежные добывающие компании, предчувствуя изменения в энергетической сфере, связанные с перспективами развития «зелёных» секторов энергетики, начали диверсифицировать свой биз-

нес, продавая малорентабельные нефтяные активы, зачастую по невыгодной для себя цене [7]. Несомненно, что и развитие водородной энергетики усилит эту тенденцию. В европейских странах всерьёз обсуждается вопрос о запрете использования бензиновых двигателей с 2025 г., не отстают в данном вопросе Япония и Китай. На предстоящей в этом году Олимпиаде все её гости будут обслуживаться на электромобилях с топливными элементами, для которых практически создана инфраструктура. Таким образом, мир находится на пороге новой энергетической революции, аналогичной той, что была вызвана переходом с дров и пара на углеводороды и электричество. В данной ситуации могут возникнуть сомнения относительно целесообразности первоочередных гигантских капиталовложений и иных усилий в битве за арктический шельф. Их главной причиной являются заключённые в нём огромные запасы углеводородов, которые могут (что совсем не исключено) так и остаться невостребованными в ближайшем будущем, в котором всё более будет расти роль водородной энергетики.

#### **Водород и проблемы экологии**

Водородное топливо в общественном сознании ныне обрело неотъемлемый эпитет – «экологически чистое». Однако всё не так просто, как может показаться на первый взгляд. Есть опасения, что быстрое расширение «водородной» индустрии может обернуться в будущем ощутимыми климатическими изменениями и ростом озоновых дыр. Дело в том, что по данным В.Л. Сывороткина, в образование озоновых дыр главный вклад вносят не бытовые фреоны, а водородная дегазация Земли! И активнее всего на планете, как уже говорилось, «газят» водородом рифтовые структуры. Именно над областью пересечения крупных рифтов в Антарктиде находится масштабная озоновая дыра. Аналогичные дыры возникают там, где имел место мантийный магматизм. Это например, так называемые карбонаты, с которыми ассоциируют месторождения редких металлов и кимберлиты, с которыми связаны основные промышленные запасы алмазов. Эти посланцы мантийных глубин представляют собой своеобразные точечные проколы литосферы. В участках их проявления, а это, преимущественно древние платформы, озоновый слой разрушают мощнейшие выбросы природного водорода из земных недр. Газ вырывается наружу вдоль карбонатитовых массивов центрального типа и кимберлитовых трубок. Так, например, кимберлитовая трубка «Удачная» в Республике Саха (Якутии), ежедневно выбрасывает наружу до 100 тыс. кубометров вредного для озонового слоя газа. Поэтому очевидно, что при интенсификации водородной энергетики и в случае полной

замены водородом всех других используемых ныне видов топлива значительные его количества будут попадать в атмосферу из-за утечки из труб, топливных терминалов, заводов и различных двигателей. По мнению калифорнийского исследователя Y. Yung, вследствие этого ежегодно может теряться от 10 до 20% производимого водорода или, по крайней мере, 60 млн тонн. Выделение такого количества газа может привести к утроению количества водорода, поступающего в атмосферу. Описанное явление будет способствовать нарушению процессов образования озона и увеличению озоновых дыр. Кроме того, благодаря своей лёгкости, водород, поднимаясь в верхние слои атмосферы, и достигнув стратосферы, взаимодействует с кислородом, образуя воду. Современное содержание водорода в стратосфере составляет 0,5 объёма на 1 млн объёмов воздуха, и увеличение его количества приведёт к возрастанию количества водяного пара. По данным компьютерного моделирования, выполненного T. Tromp, предполагаемое увлажнение стратосферы повлечет снижение её температуры на 0,5°C. То есть в будущем человечеству может грозить не только глобальное потепление, свидетелями которого мы сегодня являемся, а противоположный процесс. Вместе с тем прогнозы относительно опасности выбросов водорода в

атмосферу пока весьма неоднозначны. Цикл круговорота водорода в природе остаётся исследованным не до конца. Поэтому сомнения в полной экологической чистоте водородной энергетики не следует расценивать, как призыв отказаться от её развития. Это скорее способ подчеркнуть необходимость проведения всесторонних научных исследований этой сложной проблемы. Не хотелось бы, чтоб человечество ещё раз «встало на те же грабли». Ведь столетие назад, в начале века моторов, выделение CO<sub>2</sub> при сгорании бензина считалось вполне безопасным, никто и не предполагал, что проблема экологических изменений окружающей среды от использования нефтепродуктов станет одной из главных болей мирового сообщества. Несомненно, что не за горами время, когда использование водорода в качестве основного энергоносителя приведёт к созданию принципиально новой водородной экономики и может стать научно-техническим прорывом, сравнимым по своим социально-экономическим последствиям с тем революционным воздействием на развитие цивилизации, которое оказали электричество, двигатель внутреннего сгорания или компьютер. И представляется, что в решении проблемы водородного топлива, не обойтись без геологов. И чем раньше мы приступим к их решению, тем лучше.

#### Литература

1. Ларин В. Н. Гипотеза изначально гидридной Земли (новая глобальная концепция). — М.: «Недра», 1975. — 101 с.
2. Ларин В.Н. Наша Земля (происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли). — М.: «Агар», 2005. — 248 с.
3. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. — М.: Геоинформцентр, 2002. — 250 с.
4. Syvrotkin V. Hydrogen Degassing of the Earth: Natural Disasters and the Biosphere / In: Man and the Geosphere. — New York: Nova Science Publ., 2010. — 385 p.
5. Сывороткин В.Л. Основы озонной методики изучения процессов планетарной дегазации и геодина-

мической активности тектонических структур. XVII заседание Междисциплинарного научного семинара (МГУ. 3 февраля 2009 г.) // «Система планета Земля». — М.: ЛЕНАНД, 2009. — С. 285-292.

6. Ларин В.Н., Ларин Н.В., Горбатилов А.В., Белов С.В. Водородная дегазация на Русской платформе: её плюсы и минусы // Матер. Международной конф., посвященной 250-летию ГГМ им. В.И. Вернадского РАН «Геология: история, теория, практика». — М., 2009. — С. 135-136.

7. Ампилов Ю.П., Старостин В.И. Геологоразведка в Арктике: нерешённые проблемы и новые возможности // Смирновский сборник. — М.: МАКС ПРЕСС, 2019. — С. 316-334.

#### Сведения об авторе:

Белов Сергей Викторович, д.г.-м.н., академик РАЕН, гл. научный консультант ООО «ОЗГЕО»; Москва, Старокожушенный пер., 33; e-mail: belov.s-2011@yandex.ru.

# Водные ресурсы

УДК 631.67

## Трансформация орошаемого сектора агропромышленного комплекса России в постсоветский период

*А.П. Демин, д. г. н., Институт Водных проблем РАН*

Показано, что в условиях, когда около 80% сельскохозяйственных угодий страны расположено в зоне рискованного земледелия с недостаточным и неустойчивым увлажнением, повышение продуктивности и устойчивое развитие земледелия невозможно без проведения комплексных мелиораций. Выявлено, что с 1990 г. по 2016 г. площадь орошаемых земель в стране сократилась с 6,2 до 4,7 млн га, причем наиболее высокими темпами происходило сокращение площадей под ценными культурами. Дана оценка трансформации мелиоративного состояния орошаемых сельхозугодий по уровню залегания грунтовых вод и засолению. Показано, что всего за несколько лет урожайность овощей, сахарной свеклы, зерновой кукурузы на орошаемых землях снизилась вдвое, кормовых – в 2,3 раза, так как количество вносимых удобрений уменьшилось в 6-8 раз, резко снизились качество посевного материала и плодородие мелиорируемых земель, значительно ухудшилось техническое состояние оросительных систем. Из общей площади орошаемых угодий в 2016 г. не использовалось в сельскохозяйственном производстве 785 тыс. га (17%), в основном из-за засоления и подтопления. Характерно, что в 1990 г. не использовалось только 3,7% орошаемых земель. Выявлено, что площадь орошаемых земель России, которые не поливаются, возросла с 1-1,2 млн га в начале 90-х гг. до 3-3,3 млн га в последние годы.

*Ключевые слова:* мелиоративное состояние орошаемых угодий, федеральные округа, продуктивность орошаемых угодий, техническое состояние оросительных систем, засоление и подтопление, площадь неполитых земель.

Среди многих социально-экономических и экологических проблем, стоящих перед Россией, особую важность представляют проблемы, связанные с обеспечением продовольственной безопасности, сохранением и восстановлением природных ресурсов, являющихся основой жизнеобеспечения населения. Около 80% сельскохозяйственных угодий страны расположено в зоне рискованного земледелия с недостаточным и неустойчивым увлажнением, с часто повторяющимися засухами и суховеями, резко снижающими урожайность и валовые сборы сельскохозяйственной продукции. В этих условиях повышение продуктивности и устойчивое развитие земледелия невозможно без проведения комплексных мелиораций и освоения адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия.

Развитие орошения и осушения наряду с продовольственной решало ряд и других социаль-

но-экономических проблем, таких как развитие инженерной и социальной инфраструктуры села, перерабатывающей промышленности, строительства дорог. В районах развития мелиорации отмечались высокие темпы жилищного строительства, на социальное обустройство села выделялось почти столько же средств, сколько и на производственное строительство. Все это способствовало созданию более комфортных условий для проживания сельского населения.

Мелиоративное производство привнесло в сельское хозяйство характерные черты индустриального производства, главная из которых – более высокая территориальная концентрация производительных сил с гарантированными результатами высококвалифицированного труда [1]. Однако с 1990 г. по 2016 г. площадь орошаемых земель в стране сократилась с 6,2 до 4,7 млн га, а их доля в структуре сельхозугодий снизилась с

2,9% до 2,4% (орошаемой пашни – соответственно с 4,2% до 3,5%) [2-4]. Наиболее высокими темпами (в 2-3 раза) происходило сокращение площадей под ценными культурами – прежде всего, под картофелем, овоще-бахчевыми и рисом – возделывание которых обеспечивает высокую эффективность орошаемого земледелия. При этом целесообразно учитывать высокую территориальную концентрацию ирригационной деятельности в нашей стране по конкретным регионам. В частности, почти 60% орошаемых угодий находится на юге европейской территории России – в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах (табл. 1). Суммарная доля этих двух округов в общей площади страны составляет менее 4%, в составе сельхозугодий – около 28% [5].

В 90-е гг. прошлого века вследствие системного и социального кризиса, охватившего сельское хозяйство, резкого снижения инвестиций

в отрасль, сильной изношенности и старения материально-технической базы продуктивность орошаемых сельхозугодий стала катастрофически падать. Всего за несколько лет урожайность овощей, сахарной свеклы, зерновой кукурузы снизилась вдвое, кормовых – в 2,3 раза, так как количество вносимых удобрений уменьшилось в 6-8 раз, почти не велась борьба с вредителями и болезнями культур, резко снизилось качество посевного материала и плодородие мелиорируемых земель, значительно ухудшилось техническое состояние оросительных систем. С конца 1990-х гг. учет продуктивности орошаемых сельхозугодий прекратился.

Из общей площади орошаемых угодий в 2016 г. не использовалось в сельскохозяйственном производстве 785 тыс. га (17%), в основном из-за засоления и подтопления. Характерно, что в 1990 г. соответствующая относительная величина

Таблица 1

**Мелиоративное состояние орошаемых сельскохозяйственных угодий России по уровню залегания грунтовых вод и засолению почв (на конец года)**

Федеральный округ	Общая площадь орошаемых с/х угодий, тыс. га	в т.ч. площадь, не используемая в с/х производстве, тыс. га / %	мелиоративное состояние, %		
			хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное
<i>1990 г.</i>					
Россия	6155,6	229,2/3,7	66,4	19,9	13,7
Центральный	807,1	27,7/3,4	76,6	19,8	3,6
Северо-Западный	50,7	0,4/0,8	71,4	24,7	3,9
Северо-Кавказский	1192,4	32,0/2,7	53,7	21,6	24,8
Южный	1546,9	75,9/4,9	64,0	17,2	18,7
Приволжский	1512,2	64,8/4,3	79,9	12,5	7,7
Уральский	197,9	7,1/3,6	67,4	21,6	11,0
Сибирский	701,7	18,9/2,7	61,3	30,8	8,0
Дальневосточный	146,7	2,4/1,6	21,1	56,6	22,4
<i>2000 г.</i>					
Россия	4466,0	266,4/6,0	60,3	24,0	15,7
Центральный	524,9	38,9/7,4	55,6	31,8	12,6
Северо-Западный	23,0	0,4/1,7	4,8	57,0	38,3
Северо-Кавказский	978,0	6,2/0,6	50,6	23,1	26,3
Южный	1202,2	149,8/12,5	62,1	17,4	20,5
Приволжский	919,4	11,7/1,3	80,8	13,9	5,3
Уральский	155,2	2,7/1,7	58,1	33,3	8,6
Сибирский	551,9	55,3/10,0	51,8	41,0	7,3
Дальневосточный	111,4	1,3	34,8	46,0	19,2
<i>2016 г.</i>					
Россия	4670,6	784,6/16,8	51,9	28,8	19,3
Центральный	484,9	54,0/11,1	43,6	30,8	25,6
Северо-Западный	16,8	2,7/16,1	7,6	54,9	37,5
Северо-Кавказский	1013,9	149,7/14,8	41,5	23,3	35,2
Южный	1507,7	401,8/26,6	54,3	27,6	18,1
Приволжский	904,5	57,6/6,4	67,8	27,6	4,7
Уральский	120,5	13,6/11,3	52,8	36,0	11,3
Сибирский	499,2	53,6/10,7	48,0	43,1	9,0
Дальневосточный	123,1	51,6/41,9	45,6	22,2	32,2

составляла только 3,7% орошаемых земель. При этом 2016 г. выглядит еще относительно благополучным, так как в 2012-2013 гг. в сельскохозяйственном производстве по различным причинам не использовались более 1 млн га орошаемых земель, а их доля в общей площади орошаемых земель достигала 25% (рис. 1) Максимальные площади таких заброшенных земель наблюдаются в настоящее время в Южном и Дальневосточном федеральных округах (соответственно 27 и 42% орошаемых земель).



Рис. 1. Динамика площади неиспользуемых орошаемых сельскохозяйственных угодий и доли неиспользуемых угодий в общей площади орошаемых угодий России

В последние десятилетия в России наметилась устойчивая тенденция ухудшения мелиоративного состояния земель. Особенно неблагоприятное положение сложилось на Северном Кавказе, в Центральном и Дальневосточном округах. В этих ре-

гионах фильтрационные потери из оросительной сети, составляющие существенную долю водозабора, являются основной причиной формирования гидроморфного режима и ухудшения эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель. В результате, доля земель, мелиоративное состояние которых оценивается как хорошее, снизилась в России с 66,4 в 1990 г. до 51,5% в 2016 г., а доля земель, мелиоративное состояние которых оценивается как неудовлетворительное, повысилась соответственно с 13,7 до 19,3% (см. табл. 1).

Резко возрастает площадь, на которой требуется проведение капитальных работ для повышения технического уровня оросительных систем. Если в 1990 г. удельный вес таких земель в общей площади орошаемых земель России составлял почти 28%, то в 2016 г. он превышал 47% (табл. 2). По существу, каждый второй орошаемый гектар в последние годы не работал в полную силу из-за различных строительных недоделок, плохой эксплуатации, длительного отсутствия ремонта. Особенно велика доля таких земель в Сибирском, Центральном и Северо-Западном округах (соответственно 58, 67 и 85%). В настоящее время требуется: провести комплексную реконструкцию оросительной сети на площади 2022 тыс. га; строительство и переустройство коллекторно-дренажной сети — на 455 тыс. га; ремонт оросительной сети — на 715 тыс. га; капитальную планировку земель — на 254 тыс. га; повышение водообеспеченности — на 226 тыс. га; ремонт коллекторно-дренажной сети — на 161 тыс. га и капитальную промывку засоленных почв — на площади 135 тыс. га.

Таблица 2

Техническое состояние оросительных систем, обеспеченность дренажем и площадь не политых земель

Федеральный округ	Общая площадь орошаемых с /х угодий, тыс. га	в т.ч. площадь, на которой требуется проведение капитальных работ, %	Из общей площади орошаемых с /х угодий	
			обеспечено дренажем, %	не поливалось, %
1	2	3	4	5
<i>1990 г.</i>				
Россия	6155,6	27,7	20,9	20,8
Центральный	807,1	15,7	18,8	48,8
Северо-Западный	50,7	14,2	79,9	61,5
Северо-Кавказский	1192,4	36,8	31,8	10,1
Южный	1546,9	38,1	37,6	11,0
Приволжский	1512,2	16,8	4,1	25,7
Уральский	197,9	13,8	2,5	25,1
Сибирский	701,7	30,1	4,4	12,4
Дальневосточный	146,7	32,9	22,4	23,7
<i>2000 г.</i>				
Россия	4466,0	47,1	23,6	38,1
Центральный	524,9	56,2	20,6	69,7
Северо-Западный	23,0	69,6	85,7	93,5
Северо-Кавказский	978,0	42,8	0,6	42,8
Южный	1202,2	56,2	43,9	23,4
Приволжский	919,4	39,3	3,9	43,1



1	2	3	4	5
Уральский	155,2	41,4	2,5	94,9
Сибирский	551,9	37,1	5,0	40,6
Дальневосточный	111,4	59,7	23,2	78,6
<i>2016 г.</i>				
Россия	4 670,6	46,4	20,6	70,3
Центральный	484,9	66,7	19,0	87,9
Северо-Западный	16,8	85,4	89,0	100,0
Северо-Кавказский	1013,9	43,5	32,3	52,3
Южный	1507,7	39,7	31,3	74,0
Приволжский	904,5	45,3	2,7	75,7
Уральский	120,5	21,2	3,2	82,6
Сибирский	499,2	58,3	3,7	62,9
Дальневосточный	123,1	51,1	8,3	78,9

Площадь земель России, входящих в состав орошаемых угодий, но которые фактически не поливаются, возросла с 1-1,2 млн га в начале 90-х гг. до 3-3,3 млн га в последние годы. Если в 90-е гг. XX в. удельный вес не политых по различным причинам орошаемых земель (из-за их реконструкции, ввода в эксплуатацию после начала вегетационного сезона, низкой водообеспеченности и т.д.) в среднем по России составлял около 20%, то в последние годы он повысился до 65-70% (рис. 2).

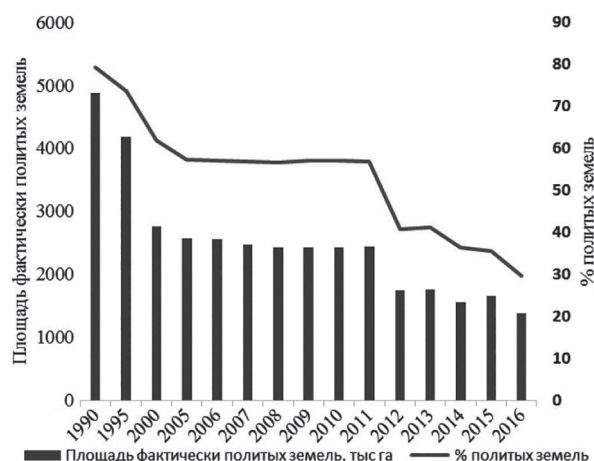


Рис. 2. Динамика площади фактически политых земель и % политых земель в общей площади орошаемых земель России

В настоящее время из-за неисправности оросительной сети и поливной техники, резкого удорожания стоимости электроэнергии и услуг водохозяйственных организаций, нехватки дождевальными машин и ряда иных факторов в Приволжском, Уральском, Дальневосточном федеральных округах ежегодно не поливается около 80% орошаемых земель. При этом в Центральном округе в последние годы охвачено поливом только 10-15% орошаемых земель, а в Северо-Западном округе в 2016 г. не было полито ни одного гектара земель.

Несмотря на все трудности в Северо-Кавказском округе, где преобладает самотечный способ орошения, поливается каждый второй гектар (в Дагестане и Ингушетии более 70%). Высокий уровень поливов (более 60%) отмечается также в Республике Татарстан и Ульяновской области.

В последние годы в мелиоративном комплексе России наметились положительные сдвиги: улучшилось и приобрело большую стабильность федеральное финансирование, возросли размеры финансового участия в мелиорации земель местных органов и сельских товаропроизводителей, снизились темпы списания мелиорируемых земель. В 2013 г. утверждена ФЦП «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы», основными целями которой являются: повышение продуктивности и устойчивости сельскохозяйственного производства и плодородия почв средствами комплексной мелиорации в условиях изменения климата и природных аномалий, а также повышение продукционного потенциала мелиорируемых земель и эффективного использования природных ресурсов. Намечается к 2020 г. увеличить объем производства продукции растениеводства на землях сельхозназначения на 128%; ввести в эксплуатацию 841 тыс. га мелиорируемых земель за счет реконструкции, технического перевооружения и строительства новых мелиоративных систем; защитить 500 тыс. га земель от водной эрозии и др.

В 2017-2018 гг. были опубликованы обобщенные статданные, полученные в ходе Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Эти данные содержат, в частности, сведения, характеризующие внедрение капельной системы орошения — одного из наиболее прогрессивных, водосберегающих способов полива. Выявлена сильная региональная дифференциация количества сельскохозяйственных организаций, использующих указанную капельную систему. В частности, в таких относительно обеспеченных водными

ресурсами субъектах РФ как Московская и Тульская области число рассматриваемых организаций составило 44 и 87 единиц. В то же время, в таких регионах с выраженным дефицитом водных ресурсов как Республика Калмыкия имелась лишь одна такая сельхозорганизация, в Астраханской области — 19, в Республике Крым — 86 [6].

Однако следует иметь в виду, что на Юге России весомую роль в сельском хозяйстве играют крестьянские (фермерские) хозяйства и сельхозпредприниматели. Во многих южных регионах насчитываются сотни фермерских хозяйств, применяющих капельные системы орошения, в частности, в Республике Крым — 447, в Краснодарском крае — 357, в Астраханской, Волгоградской и Ростовской областях — соответственно 467, 500, 133 и т.д.

Важнейшей задачей для сельскохозяйственного производства России является приостановление дальнейшего снижения плодородия почвы, прогрессирующего в настоящее время. Стратегическое направление при решении этой задачи — осуществление комплексных мелиораций, в т.ч. гидротехнического характера. Использование орошаемых земель в экстремальных условиях показало, что производство продукции на этих угодьях остается стабильным, рентабельным и относительный объем его в 3-5 раз выше, чем на богаре.

### Выводы

В условиях, когда около 80% сельскохозяйственных угодий страны расположено в зоне

рискованного земледелия с недостаточным и неустойчивым увлажнением, повышение продуктивности и устойчивое развитие земледелия невозможно без проведения комплексных мелиораций и освоения адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия.

В последние десятилетия в России наметилась устойчивая тенденция ухудшения мелиоративного состояния земель. Доля земель, мелиоративное состояние которых оценивается как хорошее, снизилась в России за период с 1990 г. по 2016 г. с 66,4 до 51,5%, а доля земель, мелиоративное состояние которых оценивается как неудовлетворительное, повысилась с 13,7 до 19,3%. В Центральном и Северо-Западном округах доля земель, мелиоративное состояние которых оценивается как хорошее, снизилась соответственно с 77 и 71% до 44 и 8%.

Резко увеличилась площадь, на которой требуется проведение капитальных работ для повышения технического уровня оросительных систем. Если в 1990 г. удельный вес таких земель в общей площади орошаемых земель России составлял почти 28%, то в 2016 г. он превышал 47%.

Важнейшей задачей для сельскохозяйственного производства России является приостановление дальнейшего снижения плодородия почвы, прогрессирующего в настоящее время. Использование орошаемых земель в экстремальных условиях показало, что производство продукции на этих угодьях остается стабильным, рентабельным и относительный объем его в 3-5 раз выше, чем на богаре.

### Литература

1. Демин А. П. Эффективность использования водных и земельных ресурсов в орошаемом земледелии России // Мелиорация и водное хозяйство, 2001. № 5. — С. 16-18.
2. Показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем по состоянию на 1 ноября 1990 г. — М.: МСХ РФ, 1991. — 10 с.
3. Мелиоративное состояние орошаемых и осушенных сельскохозяйственных угодий и техническое состояние оросительных и осушительных систем по состоянию на 01.01.2001. (мелиоративный кадастр). — М.: МСХ РФ, 2001. — 36 с.
4. Показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем по состоянию на 01.01. 2017. URL: <http://mcx-dm.ru> (дата обращения — 18.09.2018).
5. Государственный (национальный) доклад «О состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2017 году» / Ред. коллег. В.В. Абрамченко, Г.Ю. Елизарова, А.Б. Приданкин и др. — М.: Минэкономразвития России, Росреестр, 2018. — 197 с.
6. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году» / Н.Г. Рыбальский, В.А. Омеляненко, А.Д. Думнов, Е.В. Муравьева, А.П. Демин и др. — М.: НИИ-Природа, 2018. — 298 с. URL: <http://www.priroda.ru/lib/detail.php?ID=12318>.

### Сведения об авторе:

Дёмин Александр Павлович, к.с.-х.н., д.г.н., в.н.с., ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН), тел.: 8 (903) 186-40-09; e-mail: deminap@mail.ru.

# Региональный подход к оценке процессов формирования стока на водосборах малых рек Республики Татарстан

*А.Т. Горшкова, к.г.н., О.Н. Урбанова, Ю.В. Горбунова  
Институт проблем экологии и недропользования АН Республики Татарстан*

Для объективной оценки изменений речного стока в бассейне малой реки Актая проанализированы гидрографы фаз гидрологического режима реки, на формирование которых оказывают влияние различные физико-географические факторы водосбора. Показано, что изменения в многолетних колебаниях стока р. Актая происходят в пределах их естественной изменчивости.

*Ключевые слова:* речной сток, гидрограф, стокоформирующие комплексы, фазы гидрологического режима.

## Введение

Решение вопросов использования водных ресурсов речных бассейнов опирается на знания не только о количестве запасов воды, но и о процессах их формирования. Существующие в настоящее время приемы и методы позволяют определить характеристики речного стока как по гидрологическим картам, имеющимся в различных справочных пособиях, так и с помощью моделей и расчетов по зависимостям стоковых характеристик от природных условий водосбора. Как показывает опыт, во всех случаях расчетные значения стока могут существенно отличаться от фактических данных. К примеру, для рек Республики Татарстан в 20% случаев фактические расходы воды выше расчетных, в 30% случаев расходы совпадают по значениям, в 50% случаев фактические расходы ниже расчетных.

Следовательно, необходим такой подход в определении параметров стока, который бы сочетал результаты длительных стационарных наблюдений на постах, периодических наблюдений в разные фазы водного режима, эпизодических измерений расходов воды в период летней межени с генетическим анализом условий формирования стока на водосборе. Под генетическим анализом условий водосбора понимается не составление формул, включающих часто случайный набор численных значений различных аргументов, а действительный анализ механизма формирования стока. Такое сочетание различных подходов позволит рассматривать водосбор, как замкнутую динамическую систему и оценить ее гидрологическое состояние, начиная с момента выпадения осадков на водосбор и снеготаяния с выявлением их трансформации на поверхностный и подземный сток под влиянием местных факторов.

Несмотря на то, что в инженерной гидрологии существует множество методов комплексной оценки водосборов, нет общей теории и методологии пространственных обобщений гидрологических характеристик, нет единого принципа систе-

матизации и увязки собранных многочисленных многолетних данных. «Действительно вводятся колоссальные людские и компьютерные мощности, привлекается и воссоздается громадная, в основном фиктивная, информация, проводятся достаточно громоздкие расчеты, получаемые потоки цифр суммируются и осредняются, осредняются и суммируются...» [1].

В основе всех гидрологических расчетов, связанных с проектированием и строительством гидротехнических сооружений, обычно лежит расчетный гидрограф, отражающий характер распределения стока за необходимый период. Основными элементами расчетных гидрографов являются расходы или уровни воды (суточные, декадные, месячные, годовые, максимальные и минимальные), определяемые по данным гидрометрических наблюдений. Эти характеристики легко могут быть подвержены статистическому анализу и их кривые распределения вероятностей являются основной традиционной формой представления результатов гидрологических расчетов. Однако, концы кривых распределения, связанные с проблемами недостаточности (засухи) или чрезмерности (паводки, наводнения) поступающей с речного бассейна воды, всегда остаются проблемой беспокойства гидрологов [1].

Доказано, что циклоническая солнечная активность, вызывающая колебания элементов климата, опосредовано влияет на колебания величины стока, проявляющихся в виде последовательной смены многоводных и маловодных циклов, различающихся как по своей длительности, так и по величине отклонения от среднего значения стока за весь многолетний период. Но кроме климата, на процесс формирования стока рек, особенно малых водотоков, оказывают влияние и ландшафтные условия водосборов.

Для оценки таких влияний был выбран бассейн р. Актая, полностью расположенный в пределах Республики Татарстан с пунктом длительных гидрометрических наблюдений, по данным

которого был построен и проанализирован фактический гидрограф стока, отразивший не только ландшафтные особенности водосбора, но в определенной степени и влияние микроклимата этой части бассейна.

Основой современных выводов о закономерном изменении случайных гидрометеорологических величин лежит статанализ динамики различных фаз годового стока, базирующийся на рядах наблюдений. Статанализ данных сделан с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel, позволяющей легко и быстро сформировать ряды наблюдений, выполнить их анализ, рассчитать числовые характеристики, графически представить результаты обработки данных. В качестве исходных данных использованы сведения о расходах воды, опубликованные в гидрологических ежегодниках, и материалы по гидрографии малых рек исследуемой территории, опубликованные в справочной гидрологической литературе.

В качестве объекта исследования выбрана часть водосбора р. Актая, замыкаемая гидропостом I разряда, расположенного у с. Караваево (код пункта наблюдений 77201). Выбор реки и створа для объективной количественной оценки изменения годового и сезонного стока реки проводился с учетом того, что продолжительность ряда наблюдений составляет 83 года с минимальным числом пропусков наблюдений и выше створа сток реки не зарегулирован водохранилищами.

Водосборная площадь р. Актая – 1012,9 км<sup>2</sup>, длина – 75,3 км. Исток находится у д. Верхние Матаки, устье в 8,6 км ниже п. Вожи. Гидропост Караваево, ведущий наблюдения за гидрологическим режимом реки с 1935 г., расположен на 38,0 км от устья реки и замыкающая им площадь водосбора равна 690 км<sup>2</sup>.

Река Актая протекает по умеренно пересеченной низменной полигенетической равнине, слегка наклоненной к северо-западу, сложенной плиоцен-четвертичными и пермскими отложениями, выщелоченными черноземами и темно-серыми лесными почвами, со слабой интенсивностью склоновой эрозии, частично заросшей лесостепной растительностью, однолетними сельскохозяйственными культурами и многолетними посевами. Гидрогеологическую основу бассейна в большей части формирует залегающий первым от поверхности нижнечетвертичный современный аллювиальный водоносный горизонт. Климат территории умеренно-континентальный, с умеренно холодной и относительно снежной зимой, теплым и недостаточно влажным летом. Среднегодовое количество осадков составляет 450-500 мм, среднегодовая температура воздуха 2,8°С. Высота снежного покрова, который устанавливается в районе 21 ноября, составляет 40 см при запасах воды в снежном покрове в 125 мм [1].

У р. Актая довольно разветвленная речная сеть, в которой выделяются 5 притоков с длиной более 10,0 км. Несмотря на это, 40% притоков реки относятся к категории пересыхающих. Питание реки смешанное, преимущественно снеговое. Сток весьма неравномерен на протяжении года. Отчетливо выделяется весеннее половодье, за которое проходит 80-90% годового стока. Межень на реке неустойчивая, низкая.

Бассейн реки неоднороден по своему строению. Среди множества взаимосвязанных процессов, происходящих в бассейне, гидрология высвечивает лишь те, которые связаны с происхождением стока. Для более подробного понимания таких процессов необходимо выбрать элементарные площади в пределах водосбора, представив их в виде системы репрезентативных точек, удаленных друг от друга на одинаковое расстояние и совмещенных с контуром бассейна (гексагональная сетка).

Каждой из точек, характеризующейся определенными географическими координатами, соответствует элементарная площадь, сопоставимая с площадью на местности. Сконцентрировав на каждой такой элементарной площади в пределах речного бассейна однородные по типу стокоформирующие комплексы (СФК), в т.ч. и метеорологическую информацию по ближайшим метеостанциям, можно математически и алгоритмически отобразить процессы формирования стока. Другими словами СФК – часть территории речного бассейна, условно однородная в гипсометрическом, геоморфологическом, геологическом, почвенном, геоботаническом, экологическом и конечно гидрологическом отношении. В его пределах процесс формирования стока достаточно единообразен, а его количественные характеристики могут быть осреднены [1].

Для отображения процессов формирования стока на части водосбора р. Актая, замыкаемой створом Караваево, выделены 22 репрезентативные точки. Этим точкам соответствуют участки земной поверхности с пространственно ограниченным набором природных компонентов, близким по условиям формирования стока. Анализ влияния на сток сочетания типов почв, растительности и топографических условий местности позволили выделить СФК двух видов.

Первый тип СФК, занимающий 52,9% исследуемой площади водосбора, представляет собой склоновый тип местности (средние и нижние части склонов). Почвенный покров представлен черноземами выщелоченными, с мощностью гумусового слоя 50-75 см, с тяжелосуглинистым механическим составом, иловато-крупно-пылеватой структуры, с содержанием физической глины в верхних горизонтах 50-57% [3]. Растительный покров представлен разнотравно-ковыльными лу-

говыми степями с доминирующими видами ковыль перистый, адонис весенний, василек русский, ризак обыкновенный.

Второй тип СФК несколько отличаются от первого. Почвенный покров представлен темно-серыми лесными почвами, с мощностью гумусового слоя 32-42 см, легкосуглинистого механического состава, иловато-пылеватой структуры. Количество физической глины в верхних горизонтах легкосуглинистых разновидностей составляет 52-60%. Темно-серые лесные почвы, находящиеся под широколиственными лесами, часто подстилаются карбонатными юрскими глинами, характеризующимися более тяжелым гранулометрическим составом [2]. Растительный покров представлен преобладанием осиновых неморально-травяных, иногда остепненных лесов.

На средний многолетний сток речных бассейнов, представляющих собой «замкнутые» (совпадение поверхностного и подземного водосбора) бассейны с точки зрения водного баланса, преимущественное влияние оказывают климатические условия, вернее, метеорологические факторы географического ландшафта. В таких «замкнутых» бассейнах величина среднего многолетнего стока во многом зависит от значений осадков и испарения. Влияние всех остальных факторов подстилающей поверхности на многолетний сток происходит опосредованно, через их воздействие на осадки и испарение. В большинстве случаев подземный и поверхностный водоразделы не совпадают. Однако, если речь идет о максимальном или минимальном суточном стоке, а тем более мгновенном, уже влияние прочих (кроме климатических) элементов географического ландшафта, т.е. влияние подстилающей поверхности, не только усиливается, а становится преобладающим [3].

Попробуем отобразить процессы формирования стока в пределах выделенных СФК и, кроме главной роли метеорологических элементов, проанализировать влияние на сток ландшафтных факторов – растительного покрова, рельефа и почв.

Статанализ многолетних изменений стока проводился в несколько этапов. На первом этапе

для оценки изменений водности реки был построен гидрограф многолетнего годового стока, выявлен тренд пусть незначительного, но, все же, увеличение стока реки за период наблюдений с 1934 по 2016 год.

Для дальнейшего анализа ряды наблюдений за годовым стоком разделены на два периода – с начала наблюдений до 1976 г., когда не отмечается увеличение водности, и с 1977 г. по настоящее время, когда сток слегка увеличился. На приведенном ниже графике, где горизонтальные линии соответствуют средним за выделенные периоды расходам воды, наглядно представлено изменение годового стока в бассейне р. Актая, происходящее в пределах естественной изменчивости (рис. 1).

Оценивая многолетний речной сток и происходящие его изменения во времени, нельзя ограничиваться изучением только годового стока. Необходимо рассматривать и его отдельные фазы, на формирование которых различные физико-географические факторы водосбора оказывают большее влияние. При этом степень детализации оценки должна ограничиваться практически необходимой точностью результатов.

На р. Актая, как и на большинстве малых и средних рек бассейна р. Волги, прослеживается уменьшение весеннего стока, фактический гидрограф изменения которого отражен на рис. 2а.

Линейный тренд стока половодья имеет отрицательный характер, что отражает уменьшение весеннего стока, в наибольшей степени соответствующего периоду поверхностного притока в реки, и изменяется в значительной степени синхронно с изменениями продолжительности действия местных условий. Особенно сильное снижение весеннего стока отмечалось в 1934-1937 гг., 1952 г., 1974-1978 гг., 1994-1996 гг., 2008-2010 гг., являющиеся экстремальными.

Так как основным фактором, влияющим на среднюю величину весеннего стока, является величина запасов воды в снежном покрове (снегозапасы), имеющая зональное распределение, то и средний весенний сток имеет хорошо выраженное

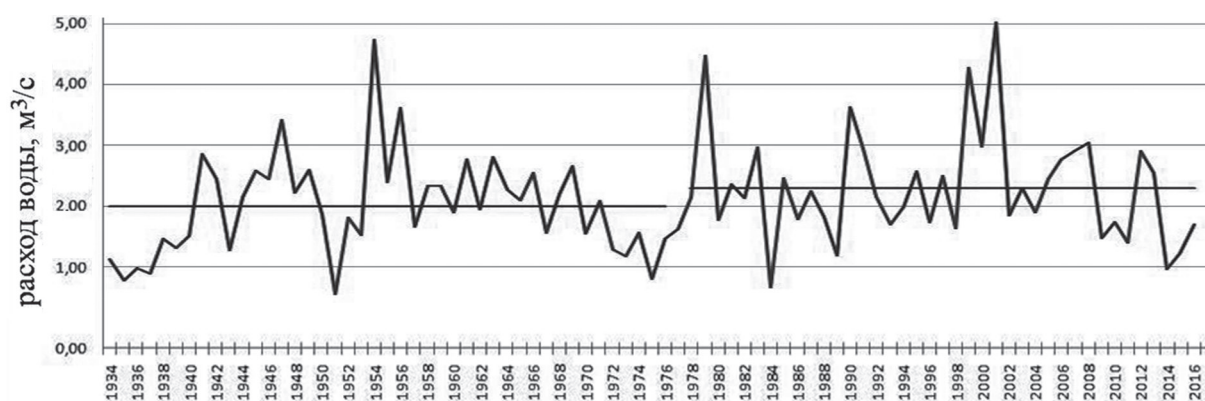


Рис. 1. Динамика изменения годового стока р. Актая

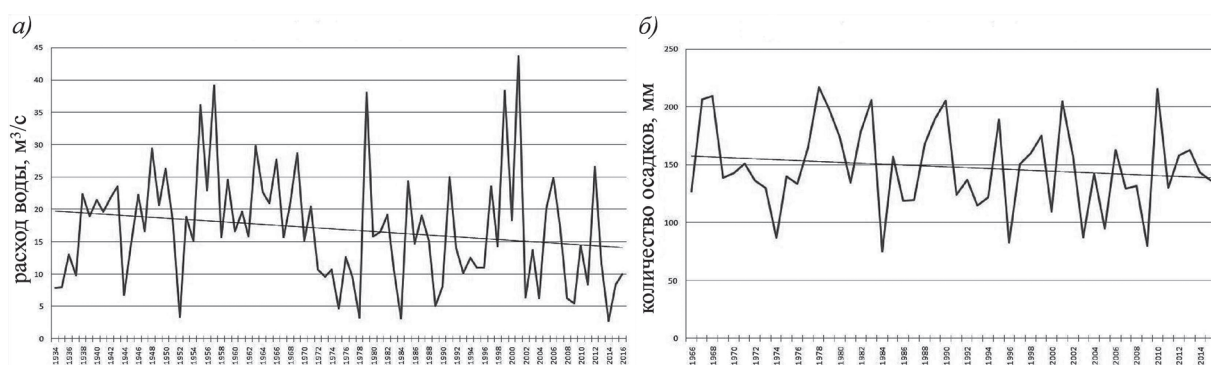


Рис. 2. Динамика изменения весеннего стока (а) и суммы осадков зимнего периода на водосборе р. Актая (б)

зональное распределение. Кроме снегозапасов, величину весеннего стока формирует комплекс факторов (влажность почвы осенью, глубина промерзания к началу снеготаяния, количество осадков весной, резкое начало снеготаяния, возврат холодов в период половодья и др.), сочетание которых приводит к колебаниям значений весенних расходов. Но вместе с тем следует подчеркнуть, что смена погодных условий не всегда отражается на ходе уровней. Изменение одного из этих факторов, а именно суммы осадков зимнего периода, отражено на рис. 2б. Линейный тренд этого изменения отражает уменьшение суммы осадков, что хорошо сочетается с изменением линейного тренда весеннего стока.

Отмечено, что со второй половины 70-х гг. XX в. отмечается фаза значительного увеличения как летне-осеннего, так и зимнего стока для всего бассейна р. Волги. Меженный сток за период с 1977 по 2016 г. увеличился более чем на 50% по сравнению с предшествующим периодом. На рис. 3а, представлен гидрограф стока летне-осенней межени, где линейный тренд изменения стока явно положительный.

Если уменьшение весеннего стока хорошо согласуется с уменьшением суммы осадков зимнего периода, то сравнение гидрографов межени стока и осадков летне-осенней межени не дают такого совпадения, т.е. осадки, как климатический фактор, главного влияния на межени сток не оказывают (рис. 3б). Однообразие почвенно-грунтовых орогидрографических элемен-

тов, размеры и форма водосборных площадей, синхронность метеофакторов на малых водосборах делают незначительным влияние осадков на межени расход.

Величина межени стока зависит не столько от количества осадков, выпадающих на водосбор, сколько от факторов, определяющих характер подземного питания реки, т.е. от наличия емкостей наземных (озера и болота) и подземных (почвогрунты бассейна) аккумуляторов влаги, а также от характера растительного покрова водосбора.

Почвогрунты, распространенные в бассейне р. Актая, представляют особо благоприятные условия для аккумуляции подземных вод (до 30% и более всего годового стока) и обуславливают устойчивую величину межени стока. Особое значение имеют почвенные и грунтовые воды нижнечетвертичного современного аллювиального водоносного горизонта, составляющего гидрогеологическую основу бассейна. Пополнение запасов воды происходит не ежегодно, а в годы, совпадающие по условиям благоприятным для фильтрации и процессов снеготаяния. Доказано, что высокая устойчивость стока межени обусловлена не осадками текущего года, а осадками предшествующих лет, что и объясняет наличие многолетних устойчивых маловодных и многоводных периодов межени. Это нашло отражение на гидрографах расходов межени и осадков за летне-осенний период, где отражен сдвиг максимумов расходов по отношению к осадкам.

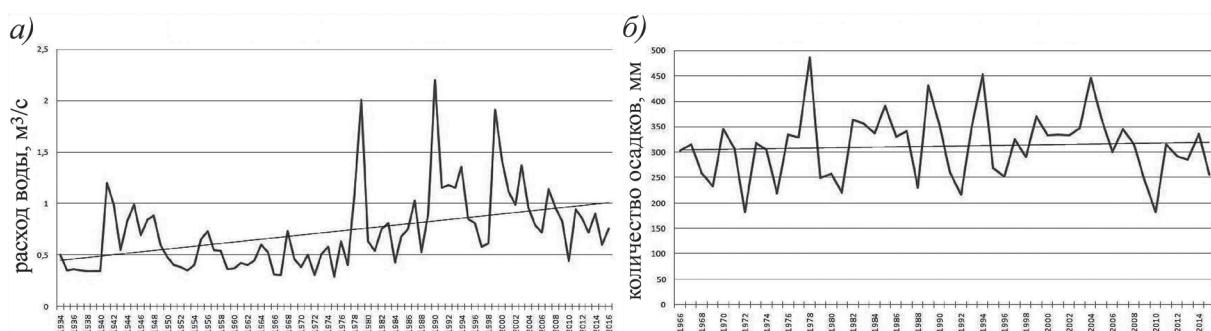


Рис. 3. Меженный сток (а) и осадки летне-осенней межени бассейна р. Актая (б)

Не подтверждается широко распространенное мнение о том, что лесистость бассейна предопределяет форму гидрографа, размер стока и т.п. Даже при полном безлесье водосбора р. Актая нельзя ожидать существенного изменения в ее гидрологическом режиме. В каждом конкретном бассейне для каждой конкретной условий погоды гидрологическая роль леса будет различной.

### Заключение

Для объективной оценки изменения годового и сезонного стока была выбрана река Актая с пунктом длительных гидрологических наблюдений (83 года) за стоком с минимальным числом пропусков в результатах.

Климатические изменения, произошедшие с конца 70-х гг. XX в., привели к перестройке всей системы влагооборота на водосборах малых рек бассейна р. Волги, что отразилось на средних многолетних расходах воды. Анализ многолетнего годового гидрографа стока р. Актая показал его незначительное увеличение, начиная с 1977 г. по настоящее время.

Для объективной оценки изменений многолетнего речного стока были проанализированы гидрографы фаз гидрологического режима реки, на формирование которых оказывают влияние различные

физико-географические факторы водосбора.

На р. Актая, как и на большинстве малых и средних рек бассейна р. Волги, прослеживается уменьшение величины весеннего стока, формирующегося комплексом факторов, сочетание которых приводит к значительным колебаниям значений весенних расходов. Вместе с тем следует подчеркнуть, что смена погодных условий не всегда отражается на ходе расходов воды.

Со второй половины 70-х гг. отмечается фаза значительного увеличения как летне-осеннего, так и зимнего стока для всего бассейна р. Волги. Меженный сток за период с 1977 по 2016 г. увеличился более чем на 50% по сравнению с предшествующим периодом.

Если уменьшение весеннего стока во многом связано с количеством осадков зимнего периода, то на меженный сток осадки, как климатический фактор, главного влияния не оказывают. Величина меженного стока зависит от факторов, определяющих характер подземного питания реки, т.е. от физико-географических особенностей малых водосборов.

Вместе с тем, пока нет основания, говорить о наличии направленных изменений в многолетних колебаниях водных ресурсов р. Актая, так как они происходят в пределах естественной изменчивости.

### Литература

1. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Прикладная гидрология – СПб.: СПбЛТУ, 2014. – 196 с.
2. Колоскова А.В. Агрофизическая характеристика почв Татарии. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1968. – 386 с.
3. Соколовский Д.Л. Речной сток (методы исследований и расчетов). – Л.: Гидрометизд, 1952. – 491 с.

### Сведения об авторах:

Горшкова Асия Тихоновна, к.г.н., зав. лабораторией гидрологии Института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан; тел.: 8 (917) 910-62-4; e-mail: agorshkova@gmail.com.

Урбанова Ольга Николаевна, с.н.с. Института проблем экологии и недропользования АН РТ; тел.: 8 (917) 859-47-42; e-mail: urbanovoi@mail.ru.

Горбунова Юлия Владимировна, м.н.с. Института проблем экологии и недропользования АН РТ; тел.: 8 (904) 662-52-31; e-mail: juliagorbunova18@mail.ru.

# Земельные ресурсы и почвы

УДК 504.5

## От рационального землепользования к почвенной нейтральности

В.А. Долгинова, к.б.н., Научно-аналитический центр «Агропрогноз»  
Н.Н. Рыбальский, к.б.н., факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

В статье показана трансформация парадигмы рационального землепользования в концепт почвенной нейтральности (нейтральный баланс деградации земель – НБДЗ). Предложено альтернативное наименование термина НБДЗ – «почвенная нейтральность». Проведен анализ концепта почвенной нейтральности и его исторического пути. Сформулированы *семь тезисов почвенной нейтральности*. Изучены задачи и методология почвенной нейтральности. Оценивается методология достижения почвенной нейтральности в сравнении с существующими российскими подходами.

**Ключевые слова:** рациональное землепользование, почвенная нейтральность, почвоведение, нейтральный баланс деградации земель, НБДЗ, здоровье почв, оценка почв, деградация почв, восстановление почв, эрозия, В.В. Докучаев, база данных, мониторинг, устойчивое развитие, продовольственная безопасность, охрана почв.

### История вопроса

Эрозия и чрезмерное вовлечение почв в истощающие сельскохозяйственные процессы, неправильное использование агротехнологий, изменение климата – все это способствует катастрофической деградации почв по всему миру. Ответом на этот вызов стал концепт Land Degradation Neutrality (LDN) или *нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ)* – доктрина охраны почвенных и земельных ресурсов, базирующаяся на идее соблюдения равновесия между деградацией и восстановлением почвенного покрова Земли. В данный момент 123 страны мира [1] стремятся к реализации этой концепции в рамках достижения 17 целей человечества к 2030 году на пути к устойчивому развитию нашей планеты [2].

Концепты *нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ)* и *устойчивого развития* не являются принципиально новыми, еще в советское время существовала концепция *рационального землепользования*, а важность устойчивого развития почв изначально сформулирована В.В. Докучаевым: «Вековой опыт разных народов и государств ... свидетельствуют, что только то прочно и устойчиво, только то и жизненно, и выгодно, только то имеет будущность, что сделано в согла-

сии с природой» [3]. Модус В.В. Докучаева перефразированный Г.В. Добровольским: «дороже золота русский чернозем» [4] – лег в основу идеи *рационального землепользования*, которая первоначально была фундаментом и международной системы охраны земель после Первой международной конференции ООН по проблемам окружающей человека среды 1972 г. в Стокгольме [5].

На глобальном уровне идеи устойчивого развития декларированы в 1992 г. на Международной конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро), подтвердившей основные принципы Декларации по окружающей человека среде 1972 г. Понятию «устойчивое развитие» не было дано четкое определение, но исходя из задекларированного принципа сотрудничества государств «в духе глобального партнерства в целях сохранения, защиты и восстановления здорового состояния и целостности экосистемы Земли», можно сделать вывод о том, что устойчивое развитие предполагает рассмотрение почв как объекта охраны с учетом поддержания уровня ее «здорового состояния».

В отличие от идеи нейтрального баланса деградации земель, *рациональное землепользование* включало в себя не только балансовый



метод оценки почвы по ключевым показателям «до-после», но и социально-экономические характеристики — рациональным признавалось такое землепользование, которое было в том числе экономически оправдано и обеспечивало удовлетворение социальных потребностей населения в пищевых и энергетических ресурсах. Концепция *рационального землепользования* в Советском Союзе была основополагающей — охрана земель была отражена в Конституции СССР: «Статья 14. Ведению Союза Советских Социалистических Республик в лице его высших органов государственной власти и органов государственного управления подлежат: ... с) установление основных начал землепользования, а равно пользования недрами, лесами и водами» [6].

### Что такое почвенная нейтральность?

В связи с многогранностью подходов, концепция *нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ)* встречается также под названием Soil neutrality, Land Degradation Neutrality (LDN), нейтральная деградация почв, нулевой баланс деградации почв и земель, нейтральная деградация земель, нуль-деградация, нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ). В русскоязычной научной литературе преимущественно встречается аббревиатура НБДЗ, которая на наш взгляд несколько затрудняет восприятие.

Возможно, более удачным является лаконичный «почвенно-ориентированный» термин — *почвенная нейтральность (Soil neutrality)*. Анализ поисковых запросов в Yandex и Google показал, что этот термин в русскоязычном сегменте Сети ранее не встречался, что позволяет дать возможность его официально использовать, не опасаясь создания путаницы, которая могла бы возникнуть, если бы этот термин был в ходу у почвоведов, исследующих химию почв (т.е. термин не касается pH; хотя параметр кислотно-основных свойств почв также можно включить в систему концепта почвенной нейтральности). Анализ термина «soil neutrality» среди англоязычных источников в интернете, показал 207 результатов (по меркам интернета — несущественное количество; для сравнения, термин «soil acidity» встречается 712 000 раз), которые по большей части связаны с химическим анализом почв; что дает возможность использовать термин «почвенная нейтральность» для обозначения описываемого концепта.

*Почвенная нейтральность* означает состояние, при котором количество и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержания функций экосистемы и поддержания продовольственной безопасности, остается стабильным или увеличивается в определенных временных и пространственных масштабах. Документальным выражением этого подхода ста-

ла *Концепция почвенной нейтральности* [7], базирующаяся на идее соблюдения равновесия между процессами деградации почв и мерами по ее восстановлению.

Базис концепта почвенной нейтральности был разработан в середине 2000-х в Европейском Союзе в рамках унификации почвенного законодательства и консолидации усилий стран по сохранению почвенных ресурсов. Первой законодательной инициативой в этом ключе стала Soil Framework Directive [8] (усилиями агролобби была заблокирована в ЕС), которая затем получила развитие в рамках международного сотрудничества по реализации принятой в 2015 г. Концепции ООН «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» [2]. Выработанные 17 глобальных целей трансформации нашего мира включают в том числе следующие 4 цели устойчивого развития, напрямую касающиеся идеи достижения почвенной нейтральности:

1. ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности, улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства;
2. обеспечение рациональных моделей потребления и производства;
3. защита, восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное управление лесами, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биологического разнообразия;
4. укрепление средств достижения устойчивого развития и активизация работы механизмов глобального партнерства в интересах устойчивого развития.

Разработку концепта почвенной нейтральности курирует Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН), которая была основана в 1994 г. изначально для охраны почв только засушливых, полусушливых и сухих субгумидных районов, а с 2015 г. деятельность Конвенции приобрела поистине всеобъемлющий характер: на Двенадцатой сессии Конференции сторон КБО ООН в 2015 г. страны-участницы достигли принципиального соглашения о том, чтобы одобрить концепцию почвенной нейтральности, что стало отправной точкой для документальной синергии усилий по охране почв при достижении Целей устойчивого развития 2030 г. [9].

Важно отметить, что в международном поле вопросом достижения почвенной нейтральности совместно с КБО ООН сейчас активно занимаются ФАО, учредившая в 2011 г. Глобальное почвенное партнерство, Межправительственная платформа по биоразнообразию и экосистемным услугам (2012), РККИК ООН (2016) и др. [10].

Исходя из анализа вышеперечисленных международных программ, были сформулированы следующие *семь тезисов почвенной нейтральности*:

- 1) почва является важнейшим системообразующим элементом глобальной экосистемы Земли;
- 2) почва — уникальное природное тело, здоровое состояние которого является ключевым параметром устойчивого развития человечества;
- 3) для достижения почвенной нейтральности необходимо восстановить столько почв, сколько было подвержено деградации;
- 4) почвенная нейтральность оценивается по комплексу взаимосвязанных показателей (т.е. необходимо привести в норму не отдельный параметр, а весь комплекс почвенных свойств; например, если восстановить только содержание NPK, но не регенерировать гумус — в таком случае почвенная нейтральность не будет достигнута);
- 5) для оценки почвенной нейтральности необходимо иметь доступ к точным данным сравнительного почвенного мониторинга как минимум за два периода (базовый и текущий; в качестве нейтрального базового значения международное сообщество рекомендует взять среднее значение за период 2000-2015 гг.);
- 6) системы классификации земель и показатели в почвенных базах данных должны быть гармонизированы (единая методика оценки, показатели, единицы измерения и т.д.);
- 7) необходимо разработать новое законодательство, регулирующее и нормирующее все аспекты достижения почвенной нейтральности на региональном и глобальном уровнях.

#### **Задачи и методология почвенной нейтральности**

Основные положения текущего состояния разработки концепции почвенной нейтральности, наиболее четко описаны в отчете Немецкого агентства по окружающей среде (German Environment Agency — UBA) [11]. Приведем его синопсис.

Почва является локально связанным недвижимым ресурсом, который развивается естественным образом очень медленно. Нанесенный вред почве сам по себе восстановится только за сотни и тысячи лет. Именно поэтому так важно восстанавливать как минимум равно столько земель, сколько было повреждено, чтобы поддерживать возможность обеспечения продовольственной безопасности человечества на Земле.

Почвенный покров Земли играет огромную роль в жизни людей. Если рассматривать почву с точки зрения баланса деградации и восстановления, то появится задача выделить характеристики и степень деградации, а затем установить наиболее эффективные методы восстановить эти характеристики до приемлемого уровня. Важно учесть

разнообразие использования земельных ресурсов в разработке полного спектра почвенных потенциальных угроз.

Основные результаты деградации почв:

- снижение содержания гумуса;
- загрязнение почв;
- переуплотнение почв;
- снижение биоразнообразия;
- эрозия почв;
- засоление почв;
- заболачивание и др.

Таким образом достижение почвенной нейтральности даст:

- предотвращение голода;
- продовольственную безопасность;
- контроль изменения климата;
- улучшение здоровья людей;
- снижение социальных конфликтов.

Нейтральный баланс деградации земель и почв можно охарактеризовать как необходимое условие устойчивого развития человечества. Достижение нейтрального баланса деградации земель возможно в том случае, если мы научимся релевантно оценивать не только «хорошее» состояние почвы, но и степень ее деградации по сравниваемым параметрам. Для начала нужно установить, какое состояние почвы будет считаться «приемлемым», «хорошим» или «базовым». Для этого необходимо:

- вести мониторинг доли деградированных земель от их общей площади;
- описать существующие угрозы для почв разного типа использования;
- определить экологические требования для разных типов почв;
- выбрать методику анализа уровня дефицита тех или иных элементов в почвах;
- выбрать методику сравнения и анализа уровня деградации почв;
- гармонизировать данные мониторинга свойств почв прошлых лет с текущими;
- выработать компенсационные меры для каждого типа деградации почв;
- проработать законодательное поле по теме ответственности за порчу почв.

В настоящее время приняты три основных глобальных индикатора для оценки усилий по достижению почвенной нейтральности:

- качество почвенного покрова (land cover);
- продуктивность земель (land productivity);
- запасы углерода в почве (soil organic carbon).

Таким образом, законодательство большинства стран в области достижения почвенной нейтральности на сегодняшний момент находится в стадии становления. Идет работа по созданию глобальных баз данных почвенной информации и их гармонизация. Прорабатывается научный аспект методологии разработки специальных рас-

четных модулей для отдельных стран, которые используют не только данные наземного мониторинга, но и сведения из космоса (дистанционное зондирование Земли).

### Почвенная нейтральность в России

Благодаря консенсусу по выдвинутым задачам международным сообществом инициирована более детальная проработка отдельных почвенных инициатив и начата инвентаризация статистических показателей на предмет соответствия национальных показателей международным. В 2018 г. в базу данных ООН был внесен «Финальный отчет о программе установки целевых показателей почвенной нейтральности в стране» по России [12], где сообщается, что в настоящее время в Российской Федерации не установлены цели почвенной нейтральности, хотя мероприятия по охране и восстановлению почв активно проводятся в рамках отдельных федеральных целевых программ.

Начало гармонизации международной и российской системы сбора статистики было положено уже с 2017 г. [13], когда в России согласно пункту 15.3 Концепции ООН (*«К 2030 году вести борьбу с опустыниванием, восстановить деградировавшие земли и почвы, включая земли, затронутые опустыниванием, засухами и наводнениями, и стремиться к тому, чтобы во всем мире не ухудшалось состояние земель»*) были предложены следующие контрольные статистические показатели [14]:

- 1) численность населения, качество жизни которого улучшится в связи с ликвидацией и рекультивацией объектов накопленного вреда окружающей среде;
- 2) общая площадь восстановленных, в том числе рекультивированных, земель, подверженных негативному воздействию накопленного экологического вреда;
- 3) защита земель от водной эрозии, затопления и подтопления за счет проведения противопаводковых мероприятий, расчистки мелиоративных каналов и технического оснащения эксплуатационных организаций;
- 4) защита и сохранение сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии и опустынивания;
- 5) доля ликвидированных объектов накопленного вреда окружающей среде в общем объеме таких объектов;
- 6) доля нарушенных земель в общей площади территории РФ;
- 7) общая площадь нарушенных земель;
- 8) площадь нарушенных земель за год;
- 9) площадь рекультивированных земель за год;
- 10) доля рекультивированных земель в общей площади земель, подвергшихся нарушению, в Арктической зоне РФ.

В 2016 г. согласно Всероссийской сельскохозяйственной переписи земель России общая площадь земель сельскохозяйственного назначения — 142 659,7 тыс. га, из них пашня составила 94 641,1 тыс. га [15]. В 2018 г. площадь пашни по официальным данным составила 116 235,1 тыс. га [16].

В 2018 г. в России была осуществлена попытка использовать методику оценки почвенной нейтральности и было выявлено, что за последние 15 лет выросло количество лесов и пастбищ, при этом уменьшилась площадь болот и пашни, доля деградированных земель составила 12,3% от общей площади суши. Эти значения находятся на уровне таких стран как Венгрия (12,9%), Япония (12,6%), Швеция (11,8%) и Швейцария (10,5%); в США — 19,9%, в Китае 8,2% [17].

Поскольку оказалось, что в России нет возможности полностью применить методику почвенной нейтральности, чтобы внедрить унифицированный международный концепт в 2018 г. на федеральном уровне было создано 3 рабочие группы: по адаптации к изменению климата, постановке целей в области почвенной нейтральности и низкоуглеродным технологиям. На сегодняшний момент внесены рекомендации:

- в план реализации Комплекса мер по совершенствованию государственного регулирования выбросов парниковых газов с целями по адаптации к изменениям климата;
- в Национальный план мероприятий по адаптации к неблагоприятным изменениям климата (Национальный план адаптации);
- в Федеральную службу государственной статистики РФ (Росстат) по гармонизации международных терминов и показателей с национальными параметрами.

### Выводы

Исторически первым был концепт рационального землепользования, на который опирались еще в Советское время. Почвенная нейтральность — это обновленная концепция, которая является по сути формализованным способом применения идей рационального землепользования.

Термин «рациональное землепользование» более комплексный, чем «почвенная нейтральность», так как включает в себя не только оценку «здоровья почвы», но и экономическую и социальную эффективность ее использования.

На сегодняшний момент в почвенной нейтральности не учитывается важнейшая составляющая — региональные показатели, основанные на особенностях почвенного покрова в разных почвенно-климатических зонах. Необходима разработка диверсифицированных ключевых показателей «здоровья почвы» по отдельным регионам страны.

На пути к почвенной нейтральности стоит множество препятствий, в первую очередь даже не аграрных, а законодательных и технических — проблемы с мониторингом земель, нечеткое правовое регулирование, несоответствие отечественной системы классификации земель между-

народной, негармонизированность баз данных. К сожалению, пока нет точных статистических данных и корректного законодательства, концепт почвенной нейтральности носит декларативный характер.

### Литература

1. The LDN target setting programme. Convention to Combat Desertification, United Nations, 2020. URL: <https://www.unccd.int/actions/ldn-target-setting-programme>
2. Цели в области устойчивого развития ООН: 17 целей для преобразования нашего мира, 2020. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/>
3. Докучаев В.В. Сочинения. Т. 7. — М.: Изд-во АН СССР, 1953. — С. 178.
4. Докучаев В.В. Дороже золота русский чернозем / Сост., вступ. ст. и коммен. Г.В. Добровольского. — М.: Изд-во МГУ, 1994. — 544 с.
5. Декларация Конференции ООН по проблемам окружающей человека среды, Стокгольм, 1972.
6. URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/declarathenv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml)
7. Конституция СССР, 1936.
8. IUCN 2015. Land Degradation Neutrality: implications and opportunities for conservation, Technical Brief 2nd Edition. — Nairobi: IUCN, November 2015. — P. 19.
9. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil, 2006. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52006PC0232>
10. Стенограммы XII сессии Конференции КБО ООН, 2015. URL: <https://www.unccd.int/official-documents>
11. Зонн И.С., Куст Г.С., Рыбальский Н.Г. Борьба с опустыниванием // Природо-ресурсные ведомости, 2019, №6. — С. 7.
12. The need for soil protection legislation at EU level. Position paper of the GEA. October 2018. URL: <https://umweltbundesamt.de/en/publikationen/the-need-for-soil-protection-legislation-at-eu>
13. Final country report of the Land Degradation - Neutrality Target Setting Programme, Russian Federation, 2018.
14. URL: [https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn\\_targets/2019-07/Russian\\_Federation\\_LDN\\_TSP\\_Country\\_Report.pdf](https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/ldn_targets/2019-07/Russian_Federation_LDN_TSP_Country_Report.pdf)
15. Международная научно-практическая конференция «Повышение статистического потенциала для мониторинга целей устойчивого развития» (Москва, 30 ноября — 1 декабря 2017). URL: [https://gks.ru/storage/mediabank/dokym\\_301117.pdf](https://gks.ru/storage/mediabank/dokym_301117.pdf)
16. Росстат, [http://gks.ru/free\\_doc/new\\_site/m-sotrudn/CUR/cur\\_discuss.xlsx](http://gks.ru/free_doc/new_site/m-sotrudn/CUR/cur_discuss.xlsx)
17. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 8 т. — М.: ИИЦ «Статистика России», Росстат, 2018.
18. URL: [https://gks.ru/storage/mediabank/VSPX\\_2016\\_T\\_3\\_web.pdf](https://gks.ru/storage/mediabank/VSPX_2016_T_3_web.pdf)
19. Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2018 (в целом по РФ), Росреестр. URL: [https://rosreestr.ru/upload/Doc/18-upr/Сведения по ф.22 за 2017 год \(по РФ\)\\_на сайт.XLS](https://rosreestr.ru/upload/Doc/18-upr/Сведения по ф.22 за 2017 год (по РФ)_на сайт.XLS)
20. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. Нейтральный баланс деградации земель — новейший подход для принятия решений в области землепользования и земельной политики // Проблемы постсоветского пространства, 2018. 5(4). — С. 369-389.

### Сведения об авторах:

Долгинова Вера Андреевна, к.б.н., Научно-аналитический центр «Агропрогноз»  
 Рыбальский Николай Николаевич, к.б.н., старший научный сотрудник кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова; [rnn1985@gmail.com](mailto:rnn1985@gmail.com); тел.: 8 (495) 939-36-41.

## Формирование комплексного банка данных в целях экологизации землепользования и экспертизы материалов землеустройства

С.С. Огородников<sup>1</sup>, А.С. Яковлев<sup>1</sup>, д.б.н., проф., А.П. Сизов<sup>2</sup>, д.т.н., проф.

<sup>1</sup>Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>Московский государственный университет геодезии и картографии

В статье рассмотрены предпосылки создания комплексного банка данных (КБД) для организации эффективного управления в области охраны окружающей среды и землепользования. В частности, КБД предназначается для обеспечения и организации системы планирования и землеустроительной деятельности, проведения эколого-землеустроительной экспертизы, а так же осуществления экологического мониторинга и контроля.

*Ключевые слова:* комплексный банк данных (КБД), «Единый государственный реестр почвенных ресурсов России» (ЕГРПР), природно-ресурсный кадастр, экологическое нормирование, эколого-землеустроительная экспертиза.

Объективное проведение работ в области экологического планирования, землеустройства и экологической экспертизы материалов землеустройства (землеустроительной документации), ведение земельного кадастра, экологического мониторинга, контроля и других видов природоохранной и природноресурсной деятельности предполагает наличие значительного объёма многоцелевой информационной базы данных.

Вместилищем такой информации может служить комплексный банк данных (КБД), содержащий экологическую, социально-экономическую, землеустроительную и иную информацию, формирующийся с учётом соответствующих требований к нормативной-правовой и проектной документации по изучаемой и осваиваемой территории.

Если в России XVIII-XIX вв. наиболее значимыми были аграрные нагрузки на землю, то в XX-XXI вв. началось интенсивное промышленное воздействие не только на почвенный покров, но и на другие компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, водную среду, недра и др. В этой связи, возникла необходимость оценивать экологическое состояние земель комплексно, равно, как и социально-экономические условия жизни на них.

Появилась потребность не только в земельном кадастре и почвенной бонитировке, но и в бонитировке (оценке качества) других компонентов окружающей природной среды, сведения о чём организуются в соответствующем природно-ресурсном кадастре. Примером может служить деятельность Минприроды России [1, 2].

Информацию в КБД необходимо представлять как в «точечном», так и «площадном» отображении, т.е. в формате сведений об отдельном природном компоненте в конкретной точке окружающей среды и в формате сведений о природном комплексе в границах конкретного земельного участка или другого территориального выдела.

Границам земельного участка, в рамках которого собирается комплексная информация, в отечественной и зарубежной литературе дается разное описание. Так, в США и Франции границы охватывают пространство, которое представляет собой конус над и под поверхностью земли, упирающийся с одной стороны в космос, с другой — в центр земли. В Германии земельный участок представлен пространством в 5 метров под и над земной поверхностью. В России земельный участок официально рассматривается и дефинируется преимущественно как объект права собственности и иных прав на землю в качестве недвижимой вещи, которая представляет собой лишь часть земной поверхности и имеет некие характеристики, позволяющие определить ее в качестве индивидуально определенной вещи [3]. Сосредоточенный в рамках границ земельного участка природный комплекс в земельных отношениях рассматривается как сумма сведений о лесах, водных объектах и об иных природных объектах и описывается в документах Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН).

Создание КБД как информационной основы экологической и социально-экономической оценки и нормирования территорий землеустройства, проведения процедуры экспертизы землеустроительной документации, формирования требований к системе оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и т.д. служит краеугольным вопросом экологизации землепользования.

В настоящее время экологическая экспертиза является единственным объективным средством предотвращения серьёзных градостроительных и экологических ошибок в процессе проектирования и утверждения проектов. Но эффективность воздействия экоэкспертизы на конечный результат проектного процесса невелика [4]. Создание КБД позволит расширить возможности проведения суммарной экологической оценки.

Одновременно КБД можно рассматривать и в качестве основы «цифрового землеустройства», основанного на современных средствах получения и обработки данных о состоянии и использовании земель и проектирования землеустроительных мероприятий.

В то же время, до настоящего момента в природоохранной и землеустроительной практике нашей страны отсутствует единый методический подход к комплексной оценке экологического и социально-экономического состояния территорий разного уровня организации и антропогенного воздействия на нее размещенных на этой территории хозяйственных объектов.

Тем не менее, на федеральном уровне может быть выработан такой подход с учетом принятого в стране административно-территориального деления: регион (субъект Российской Федерации: республика, край, область и т.п.); муниципальное образование (муниципальный район, городской округ, городские и сельские поселения и их части); земельный участок.

Для каждого из указанных территориальных выделов может быть сформирован свой эколого-землеустроительный КБД. При этом значения показателей оценки «состояния-воздействия» нормируются по единой оценочной шкале, указывающей на допустимый или не допустимый уровень реализации намерений предполагаемой хозяйственной деятельности.

Учитывая, что процессы оборота земель и само землеустройство и землепользование разворачиваются в основном на низовом, муниципальном уровне, создание КБД целесообразно начинать с элементарных звеньев — территорий муниципальных образований и отдельных земельных участков.

Подходы к созданию КБД для подготовки материалов к проведению эколого-землеустроительной экспертизы, ведению мониторинга, контрольно-надзорных мероприятий и др. должны основываться на ряде принципов, к которым, в первую очередь, следует отнести следующие:

1) принцип приоритетности при формировании семантической информации заключается в упорядочении (ранжировании) характеристик состояния и использования земель по их средоформирующему потенциалу для участков и территорий различного назначения в соответствии с их средозащитными и средовосстанавливающими функциями;

2) принцип определенности при формировании графической (пространственной) информации — картографическое отображение землеустроительной информации должно осуществляться таким образом, чтобы на каждой отдельно взятой карте обеспечивалось однозначное отнесение любой части территории к какой-либо

одной и только одной зоне по определенному признаку («без пропусков и наложений»);

3) принцип экономии времени и затрат на оценку предполагает выбор наиболее информативных показателей из их реального многообразия, которые могут служить индикаторами состояния и использования земель. [5].

Такой КБД может быть сформирован на основе существующих кадастров и реестров природных ресурсов и иных кадастров и реестров: водного, лесного, недвижимости, особо охраняемых природных территорий, отходов и т.д. В него могут быть привлечены сведения о территориальных каркасах земель, сведения о паспортизации земель, экологической паспортизации предприятий, отходов производства и потребления и т.д. Значительную роль в формировании КБД может сыграть не столь давно разработанный «Единый государственный реестр почвенных ресурсов России» [6].

В развитии и сочетании этих документов возможна регионализация показателей экологической оценки и нормирования компонентов окружающей среды, в том числе почв и земель с учетом их природных особенностей и видов хозяйственного использования, как в относительных, так и абсолютных величинах значений показателей. В настоящее время геопространственной основой КБД цифрового землеустройства должен стать ведущийся с 01.01.2017 ЕГРН, аккумулировавший в своих информационных ресурсах сведения о легитимных границах всех земельных участках государства и об их кадастровой стоимости с учетом категории земель [7]. Для стоимостной оценки земель сельскохозяйственного назначения основным критерием служит их плодородие, находящее отражение в показателях урожайности и характеризующееся бонитировочной (природной) и экономической (созданной) оценкой, зависящей от местоположения земельного участка. Для оценки земель иных категорий принимаются во внимание их функциональное использование, степень социального и инженерно-транспортного обустройства, продуктивность, экологическое состояние.

Для ведения КБД следует организовать учет факторов антропогенного воздействия природопользователей на окружающую среду, в первую очередь — на земли. Должны быть также отражены результаты комплексной оценки экологического состояния компонентов окружающей среды, связанных с недвижимым имуществом и входящих в природный комплекс земель (почвы, атмосферный воздух, водная среда и др.), с выделением и оценкой накопленного экологического ущерба на территории.

Экологическая и природно-ресурсная информация по земельному участку должна отражаться

в выписке из ЕГРН, установленной законодательно [7], а также в формате экологического (эколого-землеустроительного) паспорта земельного участка, который целесообразно ввести в управленческую практику. Близкими к рекомендуемому документу являются паспорта отдельных компонентов природной среды, в том числе паспорта почв, описанные в ряде региональных законов [8-10].

В Ставропольском крае и Московской области, в соответствии с региональным законодательством о плодородии почв [8, 9], паспорта почв земельного участка уже применяются в практике землепользования. В законе о почвах города Москвы [10] также используется понятие об экологическом почвенном паспорте земельного участка и, кроме того, об экологических функциях почв, как основе их экологической оценки и нормирования.

В итоге появилась реальная возможность гармонизации экологических и природноресурсных законодательных актов и самой системы управления землепользованием, в том числе ОВОС и эколого-землеустроительной экспертизы с целью организации устойчивого развития в экологическом и социально-экономическом отношении территории [11].

Соответственно, на основе единой системы паспортизации качества почв России могут быть сформированы: единый банк данных состояния почв и земельных ресурсов России; единая система нормирования качества почв; система подтверждения соответствия качества почв (система сертификации почв).

В этой связи показатели воздействия на объект и показатели его состояния могут быть зафиксированы в определенном документе под названием «экологический (эколого-землеустроительный) паспорт земельного участка».

Содержание экологического (эколого-землеустроительного) паспорта обустроенного земельного участка сопоставимо с комплексом показателей «состояния-воздействия» хозяйственной деятельности в пределах этого участка и содержанием экологического паспорта промышленного предприятия с учетом его влияния на качество окружающей среды в пределах зоны его влияния. Так, экологическая паспортизация промышленных предприятий осуществляется

на основании требований, изложенных в ГОСТ 17 000490. Охрана природы. «Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения». Действуют и «Методические рекомендации по заполнению паспорта промышленных предприятий». Это нормативно-технический документ, в который занесена информация: об использовании предприятиями природных, вторичных и др. ресурсов; о влиянии производства на окружающую природную среду, выраженное в показателях уровня использования природных ресурсов и степени его воздействия на окружающую природную среду.

Отдельные объекты паспортизации могут обладать как санитарно-эпидемиологическими, так и экологическими паспортами. Паспорта почв земельного участка города и твердых бытовых отходов предприятия могут включать как санитарные, так и экологические показатели состояния объекта. В частности, класс опасности отходов рассматривается как относительно человека (санитарные нормы), так и для природы (экологические нормы).

На рис. 1 представлена возможная схема организации КБД на основе существующих в настоящее время цифровых карт и ГИС-проектов. Все перечисленные материалы размещены в открытом доступе.

В настоящее время ряд субъектов РФ работают над созданием подобных банков данных и размещают их в открытом доступе. Например, в Тульской области с 2017 г. реализуется проект «Экологическая карта Тульской области». На данном веб-сервисе пользователи могут получить информацию об административно-территориальном



Рис. 1. Принципиальная схема организации КБД

устройстве, основных источниках негативного воздействия, недропользовании, радиационной обстановке, мониторинге окружающей среды, «краснокнижных» видах и т.д. [12].

В заключении необходимо сказать, что экологизация современной системы землепользования, а так же многовекторное развитие деятельности в области охраны окружающей среды, особенно в отношении эколого-землеустроительной экспертизы соответствующей документации, нуждается

в формировании комплексного банка данных на всех уровнях административного деления страны. Особого внимания при формировании указанного банка данных заслуживает консолидация сведений в области экологической оценки и нормирования качества компонентов окружающей среды, в том числе почв и земель, а также информации о допустимых уровнях антропогенного воздействия на них с учетом природных условий и видов хозяйственного назначения территории.

### Литература

1. Приказ МПР от 17.08.1995 № 326 «Об утверждении временного положения о порядке формирования комплексных территориальных кадастров природных ресурсов и объектов» // СПС КонсультантПлюс
2. Приказ МПР от 28.12.2001 № 906 «О проведении комплексного обследования территории Российской Федерации» // СПС КонсультантПлюс
3. Федеральный закон от 23.06.2014 № 171-ФЗ // СПС КонсультантПлюс
4. Рыбальский Н.Г., Шмелева Ю.И. Государственная экологическая экспертиза: становление, состояние и перспектива развития // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2019. № 1. — С. 69-80.
5. Сизов А.П., Хабаров Д.А., Хабарова И.А. Новые подходы к разработке методики формирования семантической информации мониторинга земель на основе обработки и анализа картографической информации // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 2018. Т. 62. № 4. — С. 434-441.
6. Единый государственный реестр почвенных ресурсов [Электронный ресурс] // Интернет-ресурс официальной поддержки ЕГРПР, 2019. URL: <http://egrpr.soil.msu.ru/> (дата обращения: 13.07.2019).
7. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ // СПС КонсультантПлюс.
8. Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения в Московской области: Закон Московской области от 02.12.2006 № 212/2006-ОЗ // СПС КонсультантПлюс.
9. Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения в Ставропольском крае: Закон Ставропольского края от 15.05.2006 № 31-КЗ // СПС КонсультантПлюс.
10. О городских почвах: Закон города Москвы от 04.07.2007 № 31 // СПС КонсультантПлюс.
11. Яковлев А. С., Шоба С.А. Опыт правовой защиты почв на федеральном и региональном уровнях // Матер. Третьей Всеросс. научно-практ. конференции «Русский чернозем». — М.: «Русский дом», 2009. — С. 70-82.
12. Экологическая карта Тульской области». URL: <http://esomap71.ru/> (дата обращения: 13.07.2019).

### Сведения об авторах:

Огородников Сергей Сергеевич, аспирант факультета почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова; тел.: 8 (916) 743-86-57; e-mail: [sir.ogorod@yandex.ru](mailto:sir.ogorod@yandex.ru).

Яковлев Александр Сергеевич, д.б.н., проф., завкафедрой земельных ресурсов и оценки почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова; тел.: 8 (495) 939-44-19; e-mail: [yakovlev\\_a\\_s@mail.ru](mailto:yakovlev_a_s@mail.ru).

Сизов Александр Павлович, д.т.н., проф., завкафедрой кадастра и основ земельного права Московского государственного университета геодезии и картографии; e-mail: [ap\\_sizov@mail.ru](mailto:ap_sizov@mail.ru).



# Лесные ресурсы

УДК 630.23

## Аспекты развития природной структуры мегаполиса в Сибири (на примере г. Красноярска)

*А. С. Волкова, С. Л. Шевелев, д. с.-х. н., проф., СибГУ им. М. Ф. Решетнева, г. Красноярск*

В статье рассматривается территориальное развитие природной базы на примере природной зоны города Красноярска, представлены его уязвимые территории. Установлены особенности состояния отдельных элементов природного каркаса города, а также оценка их эффективности в соответствии со сложившейся в последнее десятилетие экологической ситуацией. Определены категории зеленых насаждений внутригородского пространства, а также их структура организации и управления. Представлены основные экологические факторы, влияющие на степень антропогенной нагрузки на естественные древостои формирующие лесные массивы зеленых зон (на основе результатов существующего комплексного мониторинга относительно каждого района города). Описаны основные источники техногенного загрязнения. Представлены конкретные показатели по степени антропогенной нагрузки на сложившуюся зеленую инфраструктуру города и сама структура техногенного загрязнения. Описаны планировочные и инженерные мероприятия по развитию и сохранению потенциально перспективных природных зон в качестве шести векторов развития территории. Выделены основные аспекты по устойчивому развитию озелененных территорий в урбанизированном среде. Сформулирована краткая методика по формированию жизнеспособного природного каркаса на примере города Красноярска, основа которого, при условии дополнительных исследований, будет способствовать достижению баланса городских территорий в целом.

*Ключевые слова:* городской природный каркас, зеленая зона, антропогенный ландшафт, техногенный фактор, динамика древостоев, средозащитная функция, санитарно-гигиенические нормы.

### Введение

Исторически сложилось, что на планировочную организацию современного города и развитие его озелененных пространств, влияют две основные группы факторов: 1) природные (климат, рельеф, лесная растительность, водные объекты); 2) градостроительные (величина города, плотность населения, баланс территории по основным функциям использования земель, уровень обеспеченности инженерной инфраструктуры, транспортные коммуникации, промышленные предприятия и др. объекты).

Природные особенности являются важным аспектом архитектурно-планировочной организации городов, которые учитываются еще при выборе места поселения [1]. Особенности территории влияют на решение архитектурно-художественных задач, связанных с развитием общей планировочной структуры, улично-дорожной сети, функциональной организацией отдельных территорий населенного пункта и его центральной части.

В любом городском поселении можно выделить доминирующий компонент природной системы, который оказывает основное влияние на планировочную структуру города, на систему озеленения и санитарно-гигиеническое состояние окружающей среды в целом.

Особенности формирования зеленой структуры особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и рекреационных зон населенных мест на основе различных примеров городов, показывают, каким природным потенциалом может обладать та или иная городская территория. Пространство города вместе с отдельными природными элементами, такими как лесные массивы, долины рек, точечные озелененные пространства (сады, парки, скверы, бульвары) должны составлять гармонию и находиться в прямой зависимости.

Для организации управления зеленой структурой город имеет обширную нормативно-правовую, законодательную и градостроительную базу,

которая позволяет регулировать все отрасли хозяйственной и иной деятельности. Местные регламенты позволяют чётко обосновать все необходимые мероприятия по защите от вредных выбросов, установить размеры санитарно-защитной зоны, площади зеленых насаждений и в целом рассчитать предельно допустимый уровень загрязнения атмосферного воздуха. Регламенты о соблюдении санитарно-гигиенических норм городской среды развивают его планировочную структуру, от того насколько соблюдены все нормы зависит эффективность отдельных природных элементов и здоровые условия окружающей среды города для жизни населения.

Экологическая эффективность отдельных элементов — это процесс управления и организации природного пространства, который направлен на рациональное использование экологических ресурсов городской территории. Под эффективностью отдельных природных элементов понимают их экологическую пользу для окружающей среды в целом. Для того чтобы повысить эффективность природного каркаса города, необходимо увеличивать площади существующих зеленых насаждений, сохранять устойчивость крупных структурных элементов городских насаждений и добавлять новые зеленые пространства, которые будут связывать все существующие природные элементы в совокупности [2].

Являясь наиболее эффективной частью природного каркаса города зеленые насаждения могут быть разделены на две категории: 1) антропогенные и частично сохранившиеся естественные древостои в пределах границ населенных пунктов; 2) естественные древостои формирующие лесные массивы зеленых зон.

Цель настоящей работы — установление особенностей состояния отдельных элементов природного каркаса города и разработки направлений оценки их эффективности в соответствии со сложившейся в последнее десятилетие экологической ситуацией.

Материалами для исследования послужили данные по оценке техногенного загрязнения территории г. Красноярска и его лесной зоны, а также материалы лесоустройства лесничеств древостои которых формируют зеленую зону города.

Особенности формирования и динамики зеленых насаждений г. Красноярска нашли отражения в работах О.С. Артемьева [3], Е.В. Авдеевой [4], И.Н. Павлова [5] и др. Оценке лесов зеленой зоны г. Красноярска посвящены исследования Н.С. Кузьмик [6], В.А. Соколова и др.

За последнее десятилетие границы зеленой зоны г. Красноярска претерпели ряд изменений, также изменила характер и степень антропогенной нагрузки, что нашло отражение в некоторых трансформациях природного каркаса мегаполиса.

Для планирования, проектирования мероприятий и создания наиболее эффективной структуры зеленых насаждений, определяющее значение имеют особенности распределения, концентрации и состав загрязняющих веществ, проявленных предприятиями и автотранспортом при техногенных выбросах.

Структура техногенного загрязнения имеет сложную форму, обусловленную сочетанием преобладающего направления ветра и конвективными потоками воздуха — выбросами веществ в атмосферу, которые образуют обширные аномалии и распространяются далеко за пределы очагов загрязнения. По результатам исследования снегового покрова была дана оценка интенсивности техногенного воздействия. По данным ООО «Экология» на среднестатистического жителя в Красноярске приходится около 80 кг аэрозольной пыли в год. В зонах интенсивного техногенного воздействия показатели состояния атмосферного воздуха значительно хуже, в частности на правом берегу.

Иллюстрацией этому могут служить результаты наблюдений за выбросами и состоянием воздушного бассейна города, проводимых на автоматизированных постах наблюдения (АПН) в период 2014-2019 гг. Были использованы данные АПН: «Красноярск — Северный»; «Красноярск — Солнечный»; «Красноярск — Черемушки»; «Красноярск — Ветлужанка»; «Красноярск — Покровка» [7]. Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха за период 2014-2018 гг. Красноярска приведена в *табл. 1*.

Оценка загрязнения атмосферы за май 2019 г. (по данным Центра реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края Минприроды края):

1) уровень загрязнения г. Красноярска характеризовался как «высокий»: стандартный индекс (СИ) — 7,15 (по гидрохлориду), наибольшая повторяемость (НП) превышения ПДК — 15,79 (по гидрохлориду);

2) уровень загрязнения пгт. Березовка характеризовался как «низкий»: СИ — 1,4 (по диоксиду азота), НП превышения ПДК — 0,36 (по диоксиду азота);

3) уровень загрязнения д. Кубеково характеризовался как «низкий»: СИ — 0,7 (по взвешенным частицам до 2,5 мкм и диоксиду азота), НП превышения ПДК — 0,0.

Во все годы проведения наблюдений среднегодовые концентрации оксида углерода, диоксида серы, аммиака не превышали установленные для них среднесуточные ПДК. В то же время в отдельные годы зафиксированы превышения среднесуточной ПДКсс по диоксиду азота (1,2-1,7 ПДКсс), гидрофториду (1,4-1,2), бенз(а)пирену (1,3-5,0), взвешенным веществам (1,1) и формальдегиду (2,4). Представленные данные Минприроды края

## Динамика изменения уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Красноярск

Загрязняющее вещество	Показатель	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	2	3	4	5	6	7
Оксид углерода	q <sub>ср</sub> <sup>1</sup>	0,519	0,543	0,706	0,636	0,65
	СИ <sup>2</sup>	9,0	9,1	3,3	3,0	2,56
	НП <sup>3</sup>	0,2	0,2	1,2	0,8	0,98
	ИЗА <sup>4</sup>	0,23	0,23	0,29	0,27	0,272
Диоксид серы	q <sub>ср</sub>	0,009	0,008	0,013	0,013	0,014
	СИ	1,02	0,5	4,0	3,4	3,02
	НП	0,004	0,0	0,38	0,13	0,148
	ИЗА	0,17	0,15	0,26	0,27	0,28
Оксид азота	q <sub>ср</sub>	0,024	0,018	0,019	0,037	0,036
	СИ	1,4	2,2	2,5	2,6	2,1
	НП	0,1	0,1	1,1	1,9	0,76
	ИЗА	0,41	0,29	0,32	0,61	0,6
Диоксид азота	q <sub>ср</sub>	0,030	0,031	0,058	0,067	0,049
	СИ	1,2	1,2	3,4	3,4	3,15
	НП	0,1	0,04	5,1	14,2	10,6
	ИЗА	0,75	0,77	1,45	1,68	1,23
Взвешенные частицы (до 10 мкм)	q <sub>ср</sub>	0,037	0,053	0,054	0,018	-
	СИ	3,3	3,1	2,1	0,8	-
	НП	0,4	2,1	1,9	0,0	-
	ИЗА	0,93	1,33	1,35	0,06	-
Взвешенные частицы (до 2,5 мкм)	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,02
	СИ	-	-	-	-	3,87
	НП	-	-	-	-	0,66
	ИЗА	-	-	-	-	0,58
Взвешенные вещества	q <sub>ср</sub>	-	0,092	0,084	0,167	-
	СИ	-	3,9	4,4	5,0	-
	НП	-	2,0	2,4	11,3	-
	ИЗА	-	0,61	0,56	1,11	-
Аммиак	q <sub>ср</sub>	0,027	0,004	0,011	0,0025	0,0084
	СИ	1,7	0,95	1,5	2,2	1,74
	НП	0,6	0,0	0,5	0,03	0,05
	ИЗА	0,70	0,12	0,32	0,09	0,25
Сероводород	q <sub>ср</sub>	0,002	0,001	0,001	0,003	0,0023
	СИ	24,4	3,9	15,0	14,1	14,78
	НП	2,4	3,8	3,1	7,1	3,8
Гидрофторид (в пересчете на фтор)	q <sub>ср</sub>	0,004	0,007	0,004	0,006	0,0026
	СИ	19,2	4,5	3,2	10,5	6,7
	НП	4,1	6,9	1,8	4,0	3,12
	ИЗА	0,76	1,55	0,75	1,14	0,42
Гидрохлорид	q <sub>ср</sub>	-	-	-	0,165	0,071
	СИ	-	-	-	10	10
	НП	-	-	-	32,9	10,7
	ИЗА	-	-	-	1,92	0,65
Фториды твердые	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,0043
	СИ	-	-	-	-	0,82
	НП	-	-	-	-	0
	ИЗА	-	-	-	-	0,08
Формальдегид	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,024
	СИ	-	-	-	-	5,0
	НП	-	-	-	-	14,12
	ИЗА	-	-	-	-	3,12

1	2	3	4	5	6	7
Бенз(а)пирен <sup>5</sup>	q <sub>ср</sub>	-	0,004	0,005	0,004	0,0013
	СИ	-	10,3	12,0	16,0	6,2
	ИЗА	-	8,16	11,91	8,03	1,55
Свинец	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,000003
	СИ	-	-	-	-	0,07
	ИЗА	-	-	-	-	0,001
Бензол	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,0005
	СИ	-	-	-	-	0,03
	НП	-	-	-	-	0
	ИЗА	-	-	-	-	0,001
Толуол	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,0014
	СИ	-	-	-	-	0,28
	НП	-	-	-	-	0
О-ксилол	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,0003
	СИ	-	-	-	-	0,26
	НП	-	-	-	-	0
Смесь м, п-ксилолов	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,0016
Стирол	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,0001
	СИ	-	-	-	-	0,3
	НП	-	-	-	-	0
	ИЗА	-	-	-	-	0,02
Фенол	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,00018
	СИ	-	-	-	-	5,9
	НП	-	-	-	-	0,08
	ИЗА	-	-	-	-	0,01
Хлорбензол	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,0003
	СИ	-	-	-	-	3,22
	НП	-	-	-	-	0,01
Этилбензол	q <sub>ср</sub>	-	-	-	-	0,00014
	СИ	-	-	-	-	0,75
	НП	-	-	-	-	0
В целом по городу	СИ	24,4	10,3	15,0	16,0	14,78
	НП	4,1	6,9	5,1	32,9	14,12

Примечание:

<sup>1</sup> q<sub>ср</sub> – среднегодовая концентрация загрязняющего вещества, мг/м<sup>3</sup>;

<sup>2</sup> СИ – стандартный индекс;

<sup>3</sup> НП – наибольшая повторяемость превышения ПДК загрязняющего вещества, %;

<sup>4</sup> ИЗА – индекс загрязнения атмосферы отдельным загрязняющим веществом;

<sup>5</sup> В мкг/м<sup>3</sup>.

за 2019 г. кардинально картину состояния воздушного бассейна г. Красноярска не меняют.

Материалы аналитического мониторинга однозначно говорят о необходимости совершенствования планировочных мероприятий по озеленению города и формированию его зеленой зоны. Наличие значительных техногенных выбросов требует создания оптимального аэрационного режима, путем обеспечения необходимой ширины защитного озеленения с учетом преобладающего направления ветра.

В целом актуальность развития природного каркаса Красноярска обусловлена общими проблемами крупных городов: истощением природных ресурсов, деградацией естественных

ландшафтов, резким ухудшением экологической обстановки, а также с нерешенностью социально-экологических задач по организации рекреационных зон.

Формирование природной системы г. Красноярска, направленной на сохранение существующих и восстановление утраченных элементов, по нашему мнению, должно опираться на следующие 6 векторов развития:

1. *Сохранение и укрупнение «экологических ядер» природного каркаса*

Под «экологическими ядрами» следует понимать такие крупные природные площадные территории, как: ООПТ «Столбы», лесопарковые зоны Николаевской сопки, Афонтовой горы,

Торгашинского хребта, Слабонаклонной равнины (в Северо-Западном районе города), — с одной стороны являющимися ареалами особо сильного оздоровительного воздействия, как источники чистого, влажного воздуха, с другой стороны — обеспечивающими места кратковременного отдыха горожан. Такие территории требуют особой охраны, ограничения антропогенной нагрузки и ограничений по хозяйственной деятельности [8].

Возможно укрупнение данных ядер как за счет присоединения лесов, располагающихся в пригороде Красноярска и присвоения им статуса особо-охраняемых территорий, так и за счет дополнительного озеленения застроенных территорий, увеличения санитарно-защитных зон соседних объектов с целью подключения к другим структурным элементам каркаса. Для достижения этих целей актуален ряд мероприятий, направленных на:

а) сохранение существующих крупных структурных элементов путем увеличения площади зеленых массивов и дополнительных регламентов по ограничению использования природного ландшафта;

б) запрет неорганизованной хозяйственной деятельности (организация кемпинга, разведение костров, организация свалок, приватизация территорий под ведение дачного хозяйства);

в) установка на зоны лесов предельно допустимого уровня антропогенной нагрузки (установка режима природопользования);

г) включение в список ООПТ городских лесов (сохранившихся и частично сохранившихся);

д) контроль добычи полезных ископаемых (поиск альтернативных источников для не возобновляемых ресурсов);

е) увеличение площади «экологических ядер» путем дополнительного озеленения внутри городской территории.

Ведение хозяйственной деятельности возможно, в случае если она строго регламентирована для каждой зоны и закреплена путем проведения публичных слушаний в каждом районе, а также не нарушает существующий баланс территории. Хозяйственная деятельность должна быть нормирована относительно коэффициента допустимой нагрузки для того или иного участка (данный пункт может быть достигнут путём проведения дополнительного анализа использования и посещения лесных территорий).

## *2. Развитие «экологических коридоров»*

Для непрерывности экологической системы и сохранения целостности биосферы следует формировать «экологические коридоры» вдоль всех рек. Необходима разработка локальных регламентов по организации рекреационных пространств с целью сохранения природного разнообразия прибрежных территорий.

В границах Енисея и его основных притоков (например, Кача и Бугач — где 5% затопляемость, при самых неблагоприятных условиях), практически на всей территории следует провести ряд защитных инженерных мероприятий для предотвращения разрушений берегов и подтопления [3]. Методы защиты зависят от высоты и площади затопления, подсыпка территории целесообразна, если высота не превышает 2 метров. При широкой полосе подтопления более рационально устраивать дамбы обвалования либо в целях комфортного архитектурно-планировочного использования благоустраивать на территории городскую пешеходную набережную (городская набережная относится к гидротехническим сооружениям защитного характера).

## *3. Обеспечение связности и непрерывности зеленой структуры города*

Связность природного каркаса обеспечивают линейные элементы, соединяющие между собой крупные площадные и точечные элементы каркаса. К ним относятся не только экологические коридоры вдоль рек, рассмотренные отдельным пунктом, но и городское озеленение: бульвары, аллеи, защитные зеленые полосы, элементы геоморфологии и рельефа, набережные.

Обеспечение непрерывности или равномерности в насыщении озелененными пространствами всего города — это долгосрочное мероприятие, которое является главной задачей для развития идеальной модели природного каркаса крупного города, и подразумевает развитие зеленых насаждений всех видов и категорий общего и ограниченного пользования (парки, скверы, сады, придомовое озеленение и озеленение специализированных учреждений).

## *4. Формирование дополнительного зеленого ресурса в местах выявленных особо чувствительных территорий*

Дополнительная посадка зеленых насаждений должна предусматриваться не только на свободных от застройки территориях, но и с целью усиления санитарно-гигиенических и микроклиматических функций зеленых насаждений существующих санитарно-защитных зон промышленных предприятий, транспортных магистралей и других объектов с учетом особенностей аэрационного режима и ареалов распространения загрязнений.

Как обязательное требование — увеличение озелененных территорий в качестве компенсационных участков (дополнительная посадка защитного озеленения вдоль крупных техногенных точек, таких как ОК «Русал», «ЭВРЗ», «ТЭЦ-2», «ТЭЦ-1» и обязательное озеленение внутри каждого квартала города).

Следует предусмотреть дополнительные инженерно-технические мероприятия, такие как: а) укрепление склонов Николаевской сопки, Афонтовой

горы, Караульной горы, береговые склоны Енисея в районе «Зеленой роши», подножье склона Кузнецовское плато и террас Енисея и Качи путем дополнительной посадки деревьев с обширной корневой системой; б) устройство водоотводной ливневой канализации; в) на некоторых участках склона Караульной горы предусмотреть террасирование путем создания подпорных стенок, метод простой, эстетически приятный и долговечный.

#### *5. Экологическая стабилизация (восстановление нарушенных земель)*

Экологическая стабилизация предусматривает ряд мероприятий по восстановлению городских природных площадей. Это направление включает мероприятия по очистке водного, воздушного бассейна, защита от развития эрозионных процессов, общая защита от заражения продуктами техногенного характера.

Компенсационные методы направлены на повышение степени благоприятности состояния того или иного компонента окружающей среды (почвенно-растительного покрова, водного и воздушного бассейна, зеленых насаждений, — в зависимости от природных и антропогенных факторов):

а) восстановление нарушенных антропогенных территорий в качестве природных;

б) экологическая оптимизация утраченных участков (территория свалок, заброшенные гаражные массивы, территории добычи ископаемых, бывшие сельскохозяйственные зоны);

в) рекультивация почв на территориях свалок, в местах добычи полезных ископаемых;

г) долгосрочные инженерные мероприятия по восстановлению участков, подверженных эрозионным процессам;

д) понижение уровня грунтовых вод, путем устройства дренажной системы.

#### *6. Развитие базы локальной градостроительной документации*

Данное направление подразумевает создание конкретных карт-схем по развитию природного каркаса и охране окружающей среды, создание конкретных разделов по экологическому планированию, которые станут обязательным условием, закрепленным техническим заданием при разработке проектов планировки и новых генеральных планов. А также отдельных проектов по организации рекреационного пространства с учетом предельно допустимого коэффициента антропогенной нагрузки.

Законодательство на местном уровне должно содержать основополагающие принципы и подходы к охране природных и озелененных территорий, а также водных объектов не только в Красноярске, но и в пригороде. Локальные регламенты охраны окружающей среды должны быть применительны к особенностям природной, ландшафтно-планировочной и градо — экологической ситуации.

В настоящий момент экологическое планирование регулируется только на региональном и федеральном уровнях [9, 10]. Локальная законодательная база — может быть составлена на основе стационарных наблюдений, мониторинга, анализа территорий и сборе данной информации в единый том, на основании которого будут составлены эколого — ориентированные регламенты.

В рамках, определенных выше направлений развития природной территории мегаполиса, требуется акцентировать внимание на необходимости более глубокого исследования закономерностей роста и развития древостоев, сформировавшихся в зеленой зоне города. Необходимо установить характер их возможной динамики, сделать оценку их средозащитных возможностей. Представляют интерес особенности строения хвойных древостоев зеленой зоны, представленных в основном сосняками.

Для характеристики средозащитных функций лиственных древостоев возможна оценка динамики их листовой поверхности.

#### **Заключение**

Для Красноярска развитие природной структуры является важной задачей, так как город обладает: высоким природным потенциалом; ценными природными комплексами и в тоже время высокой плотностью населения; большим количеством нарушенных участков; крупными промышленными предприятиями.

На стадии разработки перспективного плана развития природного каркаса города следует обратить внимание не только на организацию новых зеленых пространств, но и на возможность преобразования и развития существующих территорий различными компенсационными методами.

Основные векторы развития природной системы Красноярска направлены на увеличение площади природоохранной зоны, формирование дополнительного зеленого ресурса, экологическую стабилизацию в отношении нарушенных территорий и совершенствование документов стратегического развития города.

Благодаря увеличению экологической эффективности отдельных элементов города, путём соблюдения пунктов основной методики формирования природного каркаса Красноярска, можно достичь жизнеспособности и баланса города в целом.

Необходимо исследование особенностей формирования и динамики древостоев зеленой зоны города и оценки их средозащитных функций.

При наличии аналитической документации, удастся установить четкие регламенты по границам отдельных элементов природного каркаса, разрешенным видам деятельности и предельно допустимую степень экологической нагрузки.

## Литература

1. А.А. Мищенко и др. Влияние ландшафтно-экологических факторов на формирование и оптимизацию городской среды // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды / Науч. ред. В.И. Федотов, С.А. Куролап. — Воронеж: Квадрат, 1996. — С. 21-25.
2. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Результаты экспериментальных исследований. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 200 с.
3. Артемьев О.С. Методы таксации городских насаждений. — Красноярск: СибГТУ, 2003. — 100 с.
4. Авдеева Е.В., Вагнер Е.А., Надемянов В.Ф., Шмарин Н.В. Городские скверы — их роль в озеленении городов на примере исторического развития, обеспеченности и состояния скверов г. Красноярска) // Хвойные бореальные зоны, 2016. Т. 34. № 1-2. — С. 7-15.
5. Павлов И.Н., Рухуллаева О.В., Барабанова О.А., Агеев А.А. Оценка роли корневых патогенов в ухудшении состояния лесного фонда сибирского федерального округа // Хвойные бореальной зоны, 2008. Т. 25. № 3-4. — С. 262-268.
6. Кузьмик Н.С. Анализ развития теории и принципов оценки лесов пригородных зеленых зон // Хвойные бореальные зоны, 2011. Т. 28. № 1-2. — С. 34-40.
7. Краевая ведомственная информационно-аналитическая система данных о состоянии окружающей среды Красноярского края. URL: <https://krasecology.ru/About/Kvias>
8. Тешкова Т.В. Экология геологической среды Красноярска как результат взаимодействия с техносферой // География и геоэкология на службе инновационного образования: матер. X Всеросс. научно-практ. конф., посвященной Всемирному дню Земли и 60-летию кафедры экономической географии КГПУ им. В.П. Астафьева (Красноярск, 23 апр. 2015 г.). — Красноярск: КГПУ, 2015. Вып. 10. — С. 234-236.
9. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ // СПС Консультант Плюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/)
10. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 №200-ФЗ (в ред. от 03.08.2018) // СПС Консультант Плюс. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/)

## References

1. А.А. Мищенко и др. Влияние ландшафтно-экологических факторов на формирование и оптимизацию городской среды // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды / Науч. ред. В.И. Федотов, С.А. Куролап. — Воронеж: Квадрат, 1996. — С. 21-25.
2. Bezuglaya E.Y. Monitoring of atmospheric pollution in cities. Results of experimental studies. — L.: Gidrometeoizdat, 1986. — 200 p.
3. Artemyev O.S. Methods of taxation of urban plantations. — Krasnoyarsk: SibGTU, 2003. — 100 p.
4. Avdeeva E.V., Wagner E.A., Nademyanov V.F., Shmarin N.V. City squares — their role in greening cities on the example of historical development, security and condition of squares of Krasnoyarsk) // Conifers of the boreal area, 2016. T. 34. № 1-2. — Pp. 7-15.
5. Pavlov I.N., Rukhullaeva O.V., Barabanova O.A., Ageev A.A. Assessment of the role of root pathogens in the deterioration of the forest Fund of the Siberian Federal district // Conifers of the boreal area, 2008. Vol. 25. №3-4. — P. 262-268.
6. Kuzmik N.S. Analysis of the development of the theory and principles of assessment of forests of suburban green zones // Conifers of the boreal area, 2011. T. 28. №1-2. — P. 34-40.
7. Regional departmental information and analytical system of data on the state of the environment of the Krasnoyarsk territory. URL: <https://krasecology.ru/About/Kvias>.
8. Тешкова Т.В. Экология геологической среды Красноярска как результат взаимодействия с техносферой // География и геоэкология на службе инновационного образования: матер. X Всеросс. научно-практ. конф., посвященной Всемирному дню Земли и 60-летию кафедры экономической географии КГПУ им. В.П. Астафьева (Красноярск, 23 апр. 2015 г.). — Красноярск: КГПУ, 2015, Вып. 10. — С. 234-236.
9. Federal law «On environmental protection» of 10.01.2002 №7-FZ // SPS Consultant Plus. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/)
10. Forest code of the Russian Federation of 04.12.2006 №200-FZ (as amended on 03.08.2018) // ATP Consultant Plus. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/)

*Сведения об авторах:*

Волкова Анастасия Сергеевна, аспирант кафедры лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация СибГУ им. М.Ф. Решетнева; 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31; e-mail: [vanastasiyas@inbox.ru](mailto:vanastasiyas@inbox.ru).

Шевелев Сергей Леонидович, д.с.-х.н., проф., завкафедрой лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация СибГУ им. М. Ф. Решетнева; 660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82.

# Биоразнообразиие

УДК 502/504

## Биологическое разнообразие и экосистемы как ресурс экологической стабильности

*Н.А. Соболев, к.г.н., Институт географии РАН*

Рассмотрено использование показателей биологического разнообразия для оценки способности естественных экологических систем к саморегуляции. Дано определение биоразнообразия как свойства живых систем, вводятся понятия ресурсной и конкурентной регуляции в сообществах биоты, уточняются определения хорологических классов, полноценной биоты, уровня биоразнообразия. Обосновано применение экологического разнообразия уязвимых стенопопных (редких) видов в качестве показателя сохранности природного биоразнообразия, сформулирован критерий полноценности биоты. Приводится карта размещения крупнейших природных массивов в России. Предложено сделать природные территории единым объектом управления и повысить роль биогеографии в территориальном планировании.

*Ключевые слова:* природное биоразнообразие, естественные экологические системы, сообщества биоты, устойчивость, саморегуляция, уязвимые виды, стенопопные виды, редкие виды, характерное пространство, хорологические классы, природный массив, агроландшафт, урбанизированный ландшафт, Природный фонд, территориальная охрана природы, актуальная биогеография.

### Введение

Конвенция ООН о биологическом разнообразии [1] принятая в 1992 г., вступила в силу в 1995 году. Ныне имеет смысл с учётом полученного за четверть века опыта рассмотреть как те научные позиции, которые легли в её основу, так и те, что сформировались за четверть века её применения.

Упомянутая Конвенция определяет биоразнообразие как «вариабельность живых организмов из всех источников, в том числе наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем». Такое определение позволяет отличить биоразнообразие как явление от других форм разнообразия мира. Обсуждая роль биоразнообразия в поддержании устойчивости живых систем, мы рассматриваем биоразнообразие как их свойство. Конкретизируя приведённое выше определение для характеристики естественных экологических систем [2] того или иного ранга по показателям биоразнообразия, мы определяем биоразнообразие как *свойство надорганизменных биологических систем со-*

*стоять из элементов, качественно различных между собой.* Среди прочего такое определение относится к биоразнообразию как свойству биотических компонентов ландшафтов [3] и биокосных систем (почвы, биогеоценозы и др.).

Ю.И. Чернов [4] подчёркивал, что на разнообразии основаны механизмы устойчивости жизни на всех уровнях (множественное обеспечение функций, разделение экологических ниш, взаимозаменяемость и др.), и рассматривал биоразнообразие как «меру качественного состава жизни, то есть как композицию элементов, имеющих не статистическое (например, организмы, клетки), а структурно-типологическое (вид, жизненная форма, тип сообщества или экосистемы) содержание». Поскольку речь идёт о мере, то возникает задача количественной оценки качественных характеристик биоразнообразия. С этих позиций мы даём оценку биоразнообразия как основы устойчивости экосистемы. Актуальность такой оценки в том, что способные к самовосстановлению экосистемы стабилизируют экологический баланс в целом [5, 6], представляя собой ресурс экологической стабильности.



### Описание биоразнообразия для оценки устойчивости экосистемы

Устойчивость экосистемы состоит в сохранении или плавном изменении своих существенных свойств на фоне эндогенных процессов и внешних воздействий. Она основана на отрицательных обратных (регуляторных) связях. В сообществах биоты уместно выделить два основных типа таких связей: *ресурсная регуляция* — между популяцией вида и потребляемым ею возобновимым ресурсом, и *конкурентная регуляция* — между конкурирующими за общий ресурс популяциями нескольких видов с частично перекрывающимися экологическими нишами. При этом в виде ресурса консументов выступают популяции других видов.

Наша задача в том, чтобы по разным формам проявления биоразнообразия оценить, насколько в каждом случае указанные обратные связи эффективны для поддержания устойчивости экосистемы. Следуя за Р. Уиттекером [7], мы рассматриваем инвентаризационное разнообразие как наличие в системе качественно разных элементов, а дифференцирующее разнообразие — как степень качественных различий между элементами системы.

Для *инвентаризационного разнообразия* важны характеристики, связанные не только с числом вариантов, которыми представлены элементы системы (например, число видов в экосистеме), но и со статистической частотой каждого варианта (например, численность вида). Оценивая роль вида в поддержании устойчивости экосистемы, можно по его численности предположить, представлен ли он в экосистеме жизнеспособной популяцией, локальной субпопуляцией, небольшой группой особей, или же это особь, возможно оказавшаяся здесь случайно. Инвентаризационное разнообразие само по себе не учитывает сути качественных различий между элементами, из-за чего такие различия приходится учитывать отдельно. Например, при природоохранной инвентаризации биоты надо отдельно учитывать местные и чужеродные виды, причём возможна и более подробная дифференциация каждой из этих групп.

*Дифференцирующее разнообразие* измеряется путём сравнения характеристик элементов системы. Такие характеристики обычно бывают количественными, в связи с чем качественное своеобразие элементов системы следует учитывать отдельно, как и в случае инвентаризационного разнообразия.

*Структурное разнообразие* [8] состоит в пространственном распределении элементов системы, что определяет возможность их взаимодействия. Например, несмотря на сохранение флоры ландшафта возможна неполнота флористического состава и «диаспорический голод» на уровне отдельных участков растительности из-за их разобщённости.

Б.А. Юрцев [9] ввёл понятие *биохорологического разнообразия*, отражающее пространственно-иерархическое распределение растительности от сообщества и элементарной конкретной флоры до выделов биогеографического районирования.

А.А. Тишков [10] подробно обосновал понятия *характерного пространства* и *характерного времени развития процессов и явлений*. Для популяций различных видов животных показана приуроченность к структурным составляющим ландшафта разных иерархических уровней — животные фаций, урочищ и т.п. [11]. Размер характерного пространства существования жизнеспособной популяции вида мы рассматриваем в качестве объективной характеристики вида, именуемой «*хорологический класс*» [3, 12]. Как показал В.М. Галушин [13], численность мышеядных хищных птиц на участках обитания популяций мышевидных грызунов колеблется синхронно с численностью грызунов: при снижении численности последних птицы перелетают на участки, где численность грызунов высока. Относясь в данном случае к более высокому хорологическому классу, нежели жертвы, хищники регулируют численность растительных животных, избегая существенных колебаний своей численности.

Инвентаризационное и дифференцирующее разнообразие рассматривают на разных пространственно-иерархических уровнях организации экосистемного покрова, начиная с участка, сравнимого с пробной площадкой (соответственно, точечное альфа- и внутреннее бета-разнообразие), на уровне сообщества (альфа- и бета-разнообразие), на уровне от ландшафта до географического региона (гамма- и дельта-разнообразие), на уровне биома или географического региона (эпсилон- и омега-разнообразие) [7, 14, 15]. При изучении сообществ биоты биогеоценоза [16] и крупнее мы используем следующие хорологические классы, которые характеризуют как виды — по функциональным требованиям к размеру мест обитания жизнеспособных популяций, так и сами места их обитания — по месту в пространственной структуре экосистемного покрова:

1 — минимальная единица горизонтального членения экосистемного покрова — парцелла [17–19], микрогруппировка [20, 21], микроценоз [22] и т.п.;

2 — несколько выделов класса 1, в том числе сочетание нескольких пространственно разделённых стадий вида, в пределах одного биогеоценоза или на границе между биогеоценозами;

3 — биогеоценоз;

4 — несколько выделов класса 3, в том числе сочетание нескольких пространственно разделённых стадий вида;

5 — мозаика стадий на территории размером от физико-географического ландшафта и выше.

Применение различных подходов для оценки биоразнообразия как фактора стабильности сообщества биоты должно показывать, насколько способность сообщества к самовосстановлению обеспечена его качественным и количественным составом. В малонарушенных сообществах экологические ниши в пределах всего пространства экологических условий плотно заполнены эволюционно коадаптированными видами [23-26], благодаря чему в таких сообществах сложились регуляторные отрицательные обратные связи. Поэтому признаком способности сообщества биоты к самовосстановлению может служить высокое разнообразие формирующих его видов природной (т.е. не адвентивной) биоты – нативное [27] или природное [28] биоразнообразие. Для оценки природного биоразнообразия используют видовое богатство аборигенных видов [27], долю аборигенных видов в общем видовом списке [29, 30] или в суммарной биомассе сообщества [31]. Однако недостаток данных затрудняет повсеместное применение этих показателей.

**Уязвимые стенотопные виды как индикатор природного разнообразия**

В качестве признака малой нарушенности сообщества биоты и экологических условий его существования можно использовать присутствие в нём уязвимых к изменениям условий стенотопных видов (так называемые «редкие» виды). Занесение многих из них в книги редких и находящихся под угрозой исчезновения видов (Красные книги) привлекает к таким видам внимание исследователей, что снижает дефицит данных для анализа. Наличие редких видов в различных функциональных блоках сообщества биоты характеризует как высокую сохранность сообщества в целом, так и соответствие условий его обитания тем, к которым оно адаптировано.

Мы рассматриваем экологическое разнообразие редких видов в качестве критерия сохранности природного биоразнообразия [3, 32, 33], который можно сформулировать следующим образом: *биотическое сообщество и условия его существования тем ближе к исходным, чем разнообразнее входящие в сообщество редкие виды по занимаемым ими экологическим нишам, трофическим уровням и характерному пространству обитания жизнеспособных популяций.*

Далее мы приводим более подробное обоснование возможности использовать разнообразие совместно обитающих стенотопных видов в качестве критерия для выявления территорий с малонарушенными условиями среды обитания.

Рассмотрим группу видов, популяции которых имеют общее местонахождение. Тогда среда обитания любого (*i*) из данных видов может быть охарактеризована одними и теми же параметрами общим числом *k*. Разумеется, значимость каждо-

го параметра будет различной для разных видов. Пригодность среды обитания для каждого из видов определяется видоспецифичной функцией (бонитет):

$$y_i = f_i(x_1, \dots, x_k), \tag{1}$$

где  $x_1, \dots, x_k$  – значения параметров среды обитания.

Она учитывает форму и силу влияния значений каждого параметра среды обитания на её пригодность для обитания популяции *i*-го вида.

Параметры  $x_1, \dots, x_k$  могут быть весьма разнообразны: одни из них могут характеризовать абсолютные (актуальные разовые и обобщённые) значения абиотических и биотических параметров среды обитания, другие – экстремальные значения этих факторов, третьи – их разноуровневое временное (суточное, сезонное, многолетнее) или пространственное варьирование и т.д. Отметим, что при таком способе характеристики пригодности среды обитания для неопределённого набора видов будет немало случаев, когда какой-либо параметр среды обитания не оказывает на тот или иной вид существенного влияния, по крайней мере – в некоторых ситуациях.

Рассматривая место обитания вида как пространственно ограниченную часть среды его обитания, получаем для конкретного места обитания *h* вида *i* значение бонитета:

$$y_{i,h} = f_i(x_{1,h}, \dots, x_{k,h}), \tag{2}$$

где  $x_{1,h}, \dots, x_{k,h}$  – значения параметров  $x_1, \dots, x_k$  среды обитания в конкретном месте обитания *h* вида *i*.

Минимальное и максимальное значения функции  $y_i$ , при котором ещё возможно обитание вида *i*, обозначим, соответственно, как  $Y_{i,min}$  и  $Y_{i,max}$ . Тогда условие обитания исследуемого вида определяется двойным нестрогим неравенством:

$$Y_{i,min} \leq y_i \leq Y_{i,max}, \tag{3}$$

Для конкретного места обитания *h* вида *i* оно приобретает вид:

$$Y_{i,min} \leq y_{i,h} \leq Y_{i,max}, \tag{4}$$

Поскольку  $Y_{i,min}$  и  $Y_{i,max}$  – значения  $y_i$ , при которых существование вида *i* подтверждено, неравенства (3) и (4) задают на шкале значений  $y_i$  именно отрезок, а не интервал и не луч.

В совместном природном местонахождении *N* всех исследуемых видов для каждого из них:

$$y_{i,N} = f_i(x_{1,N}, \dots, x_{k,N}), \tag{5}$$

и

$$Y_{i,min} \leq y_{i,N} \leq Y_{i,max}, \tag{6}$$

Предположим, что наряду с этим для одного из исследуемых видов (*a*) неравенство (4) выполняется также и в ином, преобразованном (модифицированном) местонахождении *M*:

$$Y_{a,min} \leq y_{a,M} \leq Y_{a,max}, \tag{7}$$

где:

$$y_{a,M} = f_a(x_{1,M}, \dots, x_{k,M}), \tag{8}$$

Определим разницу между значениями каждого (*j*-го) параметра, которые он принимает в местонахождениях *N* и *M*:

$$\Delta x_{j,N} = x_{j,M} - x_{j,N}, \quad (9)$$

Преобразуем запись формулы (8) с учётом формулы (5):

$$y_{a,M} = f_a(x_{1,N} + \Delta x_{1,N}, \dots, x_{k,N} + \Delta x_{k,N}), \quad (10)$$

Неравенство (7) выполняется при соблюдении хотя бы одного из следующих условий:

- 1)  $Y_{a,max} - Y_{a,min} \rightarrow \infty$ , то есть вид эвритопен;
- 2)  $\Delta x_{j,N} \rightarrow 0$ , то есть различия в значениях, которые каждый из параметров принимает в местонахождениях N и M, несущественны;

3) функция  $y_{a,M} = f_a(x_{1,M}, \dots, x_{k,M})$  в данном случае принимает значения в пределах  $[Y_{a,min}, Y_{a,max}]$  в связи с особенностями того влияния на бонитет, которое совместно оказывают значения параметров  $x_{1,M}, \dots, x_{k,M}$ , принимаемые ими в местонахождении M.

Последний случай наиболее интересен, поскольку говорит о том, что существенные различия параметров среды обитания в местонахождениях N и M компенсируются в итоговом значении бонитета.

Рассмотрим, в каких случаях модифицированное местонахождение M будет пригодно также и для других исследуемых видов ( $i \neq a$ ), то есть:

$$Y_{i \neq a, min} \leq Y_{i \neq a, M} \leq Y_{i \neq a, max}, \quad (11)$$

К любому из этих видов применимы рассуждения об условиях 1, 2 и 3 выполнения неравенства (7), сделанные нами для вида a. Для этого вида уже известна функция (8), при которой неравенство (7) выполняется даже при невыполнении условий 1 и 2. Поэтому при несоблюдении условий 1 и 2 неравенство (11) выполняется для других исследуемых видов ( $i \neq a$ ), если функция  $y_{i \neq a}$  несущественно отличается от функции  $y_a$ , то есть только для видов, экологически близких к виду a.

Для экологически существенно различных видов (существенно различны функции  $y_i$ , характеризующие каждый вид), относящихся к стеногопным видам (несоблюдение условия 1), выполнение неравенства (11) требует соблюдения условия 2. Таким образом, совместное обитание нескольких стеногопных видов с существенно различными требованиями к среде обитания говорит о том, что значения важных для них параметров среды обитания несущественно отличаются от значений этих параметров в природной среде обитания.

В случае существенного отклонения экологических условий от оптимальных приемлемая совокупность условий обитания видов с разными экологическими требованиями могла бы сложиться, только если бы каждый экологический показатель принял одновременно несколько разных (специфических для каждого вида) значений в пределах одного местообитания, что физически невозможно. Таким образом, одновременно удовлетворять требованиям разнообразных редких видов могут только условия, соответствующие оптимальному (малонарушенному) состоянию природного сообщества, к которому все они адаптировались за длительное

время. Следовательно, экологическое разнообразие редких видов позволяет отличить мало изменённые экосистемы от таких, где случайное сочетание антропогенных факторов вторично создаёт приемлемые условия для одного или группы близких редких видов, но не для сообщества в целом.

Показано, что если в экосистеме закономерно присутствует редкий вид того или иного хорологического класса, то в той же экосистеме присутствуют и виды более низких хорологических классов, в связи с чем вводится качественный показатель сохранности биоразнообразия – *уровень биологического разнообразия (ЛБР), соответствующий максимальному хорологическому классу экологически уязвимого (редкого) вида, представленного в изучаемой экосистеме и на занимаемой ею территории* [3]. Благодаря регуляторным связям между видами разных хорологических классов, сообщества с высшим (в данной работе – пятым) уровнем биоразнообразия способны к саморегуляции максимально возможно в существующих условиях. *Биоту, слагаемую видами, в том числе редкими, относящимися ко всем хорологическим классам и трофическим уровням, мы называем качественно полноценной биотой.* При этом виды могут быть представлены в экосистеме не только жизнеспособными популяциями, но и частями метапопуляции [34]. В этом случае они зависят от поддержания необходимых им экологических связей между локальными субпопуляциями и другими фрагментами метапопуляции, что потенциально угрожает метапопуляции и её роли в населёемых её фрагментами сообществах. Поэтому целесообразно отдельно обозначить ситуацию, когда такой угрозы в настоящее время не выявлено, введя понятие «*количественно полноценная биота*» – *биота, слагаемая жизнеспособными популяциями видов, в том числе редкими, относящимися ко всем хорологическим классам и трофическим уровням.*

#### Оценка сохранности биоразнообразия территории России на макроуровне

Сопоставление сведений о биоразнообразии заповедников и других особо охраняемых природных территорий с выявляемой на космических снимках конфигурацией природных территорий позволяет использовать данные дистанционного зондирования для выявления территорий с различной степенью сохранности биоразнообразия. Благодаря этому на территории Российской Федерации уточнено местоположение ранее выявленного нами Великого Евразийского природного массива [35] и показано ещё четыре природных массива с предположительно сохранившейся количественно полноценной биотой (рис.): Алтай-Саянский, Кавказский, Северо-Прикаспийский и Южно-Уральский [36]. Именно эти массивы составляют основу экологического каркаса России и делают его важным источником экосистемных услуг глобального уровня.



**Рис. Великий Евразийский природный массив и другие крупнейшие природные массивы на индикативной схеме Экологического каркаса России.** Цифрами обозначены природные массивы: 1 – Алтае-Саянский, 2 – Кавказский, 3 – Северо-Прикаспийский, 4 – Южно-Уральский

Как видно на рис., территории, занятые природными сообществами в России, велики, однако функционально целостные массивы таких территорий распределены неравномерно. Выявленные крупные природные массивы неоднородны, в их границы попадают участки агроландшафта, сельбы, добычи углеводородного сырья и других полезных ископаемых и т.п. Вне этих массивов, в староосвоенных регионах, сохраняется лишь качественно полноценная биота, причём отнюдь не повсеместно и при замыкании экологических связей между природными территориями в субоптимальном для этого «связующем» (разделяющем?) антропогенном ландшафте. В то же время поддержание этих связей имеет смысл даже там, где качественно полноценная биота не сохранилась, поскольку в таких сообществах, в том числе в агро- и урболандшафте, может поддерживаться относительная способность к саморегуляции отдельных наиболее сохранившихся функциональных блоков экосистемы (гильдий, консорциев) [37].

**Обсуждение с позиций методологии биогеографии и природоохранной практики**

Снижение уровня биоразнообразия на значительной части природных территорий свидетельствует об истощении естественных экологических систем как ресурса экологической стабильности в результате дестабилизирующего воздействия разнообразного и мало скоординированного землепользования. Методологически это говорит о необходимости повышения роли географических знаний в экологически грамотной организации устойчивого природопользования. Научным со-

бытием, давшим начало переходу от классической биогеографии к актуальной, стала, видимо, разработка концепции островной биогеографии [38], после чего биоразнообразии вошло в биогеографическую проблематику [39], а вскоре вопросы экологизации природопользования путём обеспечения необходимого уровня биоразнообразия, включая экологическую реставрацию, предотвращение биологических инвазий, территориальную охрану природы и др., прочно вошли в биогеографические работы [40]. В настоящее время из-за фрагментации природных территорий виды не только IV, но и III и даже II хорологических классов существуют в некоторых агро- и урбанизированных ландшафтах в виде метапопуляций [37, 41, 42]. При этом проницаемость ландшафта, разделяющего места обитания субпопуляций, определяется не только биологическими особенностями видов, но и осуществляемым природопользованием, то есть вопросы целостности метапопуляций оказываются также и в ведении наук географического цикла. Закономерности островной биогеографии распространяются и на небольшие участки природных территорий, в связи с чем в сфере актуальной биогеографии на сегодня находятся в том числе территории, соответствующие по размерам отдельным биогеоценозам (фациям) и их фрагментам.

В практическом плане для организации природопользования и хозяйства в целом следует признать естественные экологические системы в понимании Федерального закона «Об охране окружающей среды» самостоятельным природным ресурсом экологической стабильности, что необходимо для учёта их наравне с другими при-

родными ресурсами. Природные территории являются носителями этого ресурса. Показателем их значимости, как носителей ресурса экологической стабильности, служит биоразнообразие, определяемое на принципах, изложенных выше.

Неблагополучная экологическая обстановка, а также снижение уровня биоразнообразия в некоторых регионах с пока ещё благополучной обстановкой свидетельствуют о дефиците ресурсов экологической стабильности. Учитывая, что естественные экосистемы располагаются на землях с разным осуществляемым природопользованием, но фактически все так или иначе входят в экосистемный покров при его дефиците, следует, по нашему мнению, все природные территории независимо от их правового статуса рассматривать как *Природный фонд* — единый иерархически организованный объект государственного управления в сфере территориального планирования и, в частности, территориальной охраны природы — источник экосистемных услуг и благоприятной окружающей среды. В связи с этим выявление наиболее значимых природных территорий — носителей ресурсов экологической стабильности, сохранение их и формирование Экологического каркаса России и зелёной инфраструктуры в целом должно получить приоритет как деятельность, обеспечивающая конституционное право каждого на благоприятную окружающую среду.

### Выводы

1. Экологическое разнообразие уязвимых stenotopных (редких) видов может применяться в качестве критерия способности сообществ биоты и соответствующих им экосистем к саморегуляции.

2. Уровень биологического разнообразия, соответствующий максимальному хорологическому классу экологически уязвимого (редкого) вида, представленного в изучаемой экосистеме и на занимаемой ею территории, может применяться в

качестве качественного показателя сохранности биоразнообразия по сравнению с исходным.

3. Естественные экологические системы представляют собой ограниченный возобновимый ресурс экологической стабильности, в настоящее время находящийся в дефиците.

4. На территории России выявлено пять функционально целостных природных массивов, на которых сохранилась количественно полноценная биота и экосистемы автономно способны к саморегуляции.

5. На территориях, где сохранилась качественно полноценная биота, саморегуляция экосистем происходит благодаря экологическим связям с другими природными территориями.

6. На территориях, где полноценная биота не сохранилась, возможно частичное сохранение способности экосистем к саморегуляции за счёт наиболее сохранившихся функциональных блоков экосистемы.

7. Природные территории, на которых находятся естественные экологические системы (Природный фонд), должны быть единым объектом государственного управления независимо от своего правового статуса.

8. Фрагментация природных сообществ территориями с осуществляемым природопользованием делает необходимым использование для управления ими методологических подходов актуальной биогеографии и географических наук в целом.

Финансирование выполненной работы. Статья подготовлена в рамках темы Государственного задания Института географии РАН № 0148-2019-0007 «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования». Картографические работы выполнены по проекту 17-05-41204 «Оценка и картографирование изменений состояния Великого Евразийского природного массива как фактора глобальной экологической стабильности и источника экосистемных услуг», поддержанному РФФИ и РГО.

### Литература

1. Конвенция о биологическом разнообразии / ООН. Официальный текст. URL: [https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605%2008-44%20PM/Ch\\_XXVII\\_08p.pdf](https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605%2008-44%20PM/Ch_XXVII_08p.pdf).
2. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Российская газета — Федер. вып. № 0 (2874), 12.01.2002.
3. Соболев Н.А. Особо охраняемые природные территории как средство поддержания биологического разнообразия в старовоенных регионах (на примере Московской области): автореф. дисс... к.г.н. — М., 1997. — 18 с.
4. Чернов Ю.И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы // Успехи современной биологии, 1991. Т. 111. Вып. 4. — С. 499-507.
5. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. — М.: Мысль, 1978. — 295 с.
6. Горшков В.Г. Экологическая и экономическая ценность девственной природы // Докл. АН СССР, 1991. Т. 218. (6). — С. 1507-1510.
7. Whittaker R.H. Evolution of species diversity in land communities // *Evol. Biol.*, 1977. V. 10. — Pp. 1-67
8. Odum E.P. *Basic Ecology*. — Saunders College Publishing, 1983. — 325 p.
9. Юрцев Б.А. Эколого-географическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. — СПб.: ЗИН РАН, 1992. — С. 7-21
10. Тишков А.А. Характерное пространство и характерное время как ключевые категории биогеографии // *Изв. РАН, серия географ.*, 2016. № 4. — С. 20-33.
11. Злотин Р.И., Пузаченко Ю.Г. О принципах типологии индивидуальных единиц зоогеографии // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География*, 1964. № 4. — С. 57-66.
12. Соболев Н.А., Тишков А.А. Красная книга и природное наследие с позиций актуальной биогеографии // *Редкие и исчезающие виды млекопитающих России*. — Абакан: Хакасское кн. изд-во, 2014. — С. 118-122

13. Галушин В.М. Синхронный и асинхронный типы движения системы хищник–жертва // Журн. общ. биол., 1966. Т. 27. Вып. 2. — С. 196-208.
14. Whittaker R.H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California // Ecol. Monogr., 1960. V. 30. — Pp. 279-338.
15. Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А., Огуреева Г.Н. Биомное разнообразие // Биогеография, 2002. № 10. — С. 9-16.
16. Сукачев В.Н. Избранные труды. Т. 3. — Л.: Наука, 1975. — 89 с.
17. Дылис Н.В. Парцеллярная структура лесных биоценозов и её лесоводственное значение // Ботаника. — Минск: Наука и техника, 1968. Вып. 10. — С. 40-54.
18. Работнов Т.А. Фитоценология. 2-е изд. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — 292 с.
19. Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. — М.: Наука, 1981. — 232 с.
20. Ярошенко П.Д. Некоторые итоги пятилетних исследований мозаичности растительных сообществ (Из работ каф. ботаники Владимир. гос. пед. ин-та) // Мозаичность растительных сообществ и её динамика. — Владимир, 1970. — С. 382-397.
21. Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии. — Л.: Наука, 1983. — 247 с.
22. Мазинг В.В. Теоретические и методические проблемы изучения структуры растительности: Докл. по опубл. работам, представляемым к защите вместо дисс... д.б.н. — Тарту, 1969. — 96 с.
23. Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. — М.: Наука, 1987. — 205 с.
24. Сергеева Т.К. Трофические отношения, структура и механизмы устойчивости сообществ хищных беспозвоночных: автореф. дисс... д.б.н. — М., 1994. — 61 с.
25. Шварц Е.А., Замолодчиков Д.Г. Комбинативная система экологических ниш как способ отражения структуры населения мышевидных грызунов природных экосистем Валдайской возвышенности // Зоологический журнал, 1991. Т. 70. Вып. 4. — С. 113-124.
26. Шварц Е.А., Дёмин Д.В., Замолодчиков Д.Г. Экология сообществ мелких млекопитающих в лесах умеренной климатической зоны (на примере Валдайской возвышенности). — М.: Наука, 1992.
27. Anderson J.A. A Conceptual Framework for Evaluating and Quantifying Naturalness // Conservation Biology, 1991. V. 5. № 3. — Pp. 347-352.
28. Шварц Е.А. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. — М.: КМК, 2004. — 112 с.
29. Clark T.W., Harvey A.H., Dorn R.D., Genter D.L., Groves C. Rare, sensitive, and threatened species of the Greater Yellowstone Ecosystem. — Northern Rockies Conservation Cooperative, Montana Natural Heritage Program, the Nature Conservancy, and Mountain West Environmental Services, 1989. — 153 p.
30. Rapport D.J. What constitutes ecosystem health? // Perspectives in Biology and Medicine, 1989. V. 33. — Pp. 120-132.
31. Жигарев И.А. Закономерности рекреационных нарушений фитоценозов // Успехи современной биологии, 1993. Т. 113. Вып. 5. — С. 564-575.
32. Соболев Н.А. Концепция биологического разнообразия в приложении к развитию сети природных резерватов Подмосковья // Чтения памяти проф. В.В. Станчинского. — Смоленск, 1992. — С. 19-21.
33. Sobolev N.A., Shvarts E.A., Kreindlin M.L., Mokievsky V.O., Zubakin V.A. Russia's Protected Areas: Base Survey and Identification of Development Problems // Biodiversity and Conservation, 1995. V. 4. № 9. — Pp. 964-983.
34. Opdam P. Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holarctic breeding bird studies // Landscape Ecology, 1991. V. 5. № 2. — Pp. 93-106.
35. Соболев Н.А., Руссо Б.Ю. Стартовые позиции Экологической Сети Северной Евразии: рабочая гипотеза // Предпосылки и перспективы формирования экологической сети Северной Евразии. Охрана живой природы. Вып. 1 (9). — Н. Новгород, 1998. — С. 22-31.
36. Соболев Н.А. Индикативная схема Экологического каркаса России на 1 марта 2019 г. // Матер. VII естественно-научных чтений им. акад. Ф.П. Саваренского. — Гороховец: СКЦ им. П.П. Булыгина; ЦОДП, 2019. — С. 54-61.
37. Волкова Л.Б., Соболев Н.А. Качественная оценка биологического разнообразия на урбанизированных территориях (на примере Москвы) // Проблемы антропогенной трансформации природной среды. Материалы междунар. конф. (14-15 ноября 2019 г.) / Под ред. С.А. Бузмакова. — Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2019. — С. 11-14.
38. MacArthur R.H., Wilson E.O. The theory of island biogeography. — Princeton: Princeton Univ. Press, 1967. — 293 p.
39. Pianka E.R. Evolutionary Ecology. — New York, 1974. — 356 p.
40. Тишков А.А. Смена парадигм в биогеографии // Изв. РАН, серия географ., 1998. № 5. — С. 83-94.
41. Соболев Н.А., Белоновская Е.А., Титова С.В., Тишков А.А. Размеры степных заповедников и характерное пространство обитания популяций различных видов живых организмов // Вопросы степеведения, 2019. № XV. — С. 303-310.
42. Соболев Н.А., Волкова Л.Б. Место лесных массивов в природном каркасе урбанизированных территорий // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. научных трудов XX Междунар. научно-практ. конф.: в 2 тт. (Москва, 25-27 апреля 2019 г.). — М.: РУДН, 2019. Т. 2. — С. 102-106.

## References

1. Konventsia o biologicheskom raznoobrazii / Organizatsia Ob'edinionnykh Natsyi. Ofitsial'nyi tekst. URL: [https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605%2008-44%20PM/Ch\\_XXVII\\_08p.pdf](https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605%2008-44%20PM/Ch_XXVII_08p.pdf). (In Russian).
2. Federal'nyi zakon ot 10 yanvaria 2002 g. N 7-FZ «Ob okhrane okruzhaiushchey sredy» // Rossiyskaya gazeta — Federal'nyi vypusk № 0 (2874). 12 yanvaria 2002. (In Russian).
3. Sobolev N.A. Osobo okhranyaemye prirodnye territorii kak sredstvo podderzhaniya biologicheskogo raznoobraziya v staroosvoennykh regionakh (na primere Moskovskoy oblasti): Avtoref. diss... kand. geogr. nauk. — M., 1997. — 18 s. (In Russian).
4. Chernov Yu.I. Biologicheskoe raznoobrazie: sushchnost' i problemy // Uspekhi sovremennoy biologii, 1991. T. 111. Vyp. 4. — S. 499-507. (In Russian).
5. Reymers N.F., Shtil'mark F.R. Osobo okhranyaemye prirodnye territorii. — M.: Mysl', 1978. — 295 s. (In Russian).
6. Gorshkov V.G. Ekologicheskaya i ekonomicheskaya tsennost' devstvennoy prirody // Dokl. AN SSSR. 1991. T. 218. 6. — S. 1507-1510. (In Russian).
7. Whittaker R.H. Evolution of species diversity in land communities // Evol. Biol., 1977. V. 10. — Pp. 1-67
8. Odum E.P. Basic Ecology. Saunders College Publishing, 1983. — 325 p.
9. Yurtsev B.A. Ekologo-geograficheskaya struktura biologicheskogo raznoobraziya i strategiya ego ucheta

- i okhrany // Biologicheskoe raznoobrazie: podkhody k izucheniyu i sokhraneniyu. — SPb.: ZIN RAN, 1992. — S. 7-21. (In Russian).
10. Tishkov A.A. Kharakternoe prostranstvo i kharakternoe vremya kak kluchevye kategorii biogeografii // Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya, 2016. № 4. — S. 20-33. (In Russian).
11. Zlotin R.I., Puzachenko I.U.G. O printsipakh tipologii individual'nykh edinitz zoogeografii // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya, 1964. № 4. — S. 57-66. (In Russian).
12. Sobolev N.A., Tishkov A.A. Krasnaya kniga i prirodnoe nasledie s pozitsiy aktual'noy biogeografii // Redkie i ischezaiushchie vidy mlekopitayushchikh Rossii. — Abakan: Khakasskoe knizhnoe izdatel'stvo, 2014. — S. 118-122. (In Russian).
13. Galushin V.M. Sinkhronnyi i asinkhronnyi tipy dvizheniya sistemy khishchnik-zhertva // Zhurn. obshch. biol., 1966. T. 27. Vyp. 2. — S. 196-208. (In Russian).
14. Whittaker R.H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California // Ecol. Monogr., 1960. V. 30. — Pp. 279-338
15. Drozdov N.N., Krivolutsky D.A., Ogureeva G.N. Biomnoe raznoobrazie // Biogeografiya, 2002. № 10. — S. 9-16. (In Russian).
16. Sukachiov V.N. Izbrannye trudy. T. 3. — L.: Nauka, 1975. — 89 s. (In Russian).
17. Dylis N.V. Partsellarnaya struktura lesnykh biogeotsenozov i eio lesovodstvennoe znachenie // Botanika. Minsk, Nauka i tekhnika, 1968. Vyp. 10. — S. 40-54. (In Russian).
18. Rabotnov T.A. Fitotsenologiya. 2-e izd. — M.: Izd-vo MGU, 1983. — 292 s. (In Russian).
19. Razumovsky S.M. Zakonomernosti dinamiki biotsenozov. — M.: Nauka, 1981. — 232 s. (In Russian).
20. Yaroshenko P.D. Nekotorye itogi pyatiletnikh issledovaniy mozaichnosti rastitel'nykh soobshchestv (Iz rabot kaf. botaniki Vladimir. gos. ped. in-ta) // Mozaichnost' rastitel'nykh soobshchestv i eio dinamika. — Vladimir, 1970. — S. 382-397. (In Russian).
21. Vasilevich V.I. Ocherki teoreticheskoy fitotsenologii. — L.: Nauka, 1983. — 247 s. (In Russian).
22. Mazing V.V. Teoreticheskie i metodicheskie problemy izucheniya struktury rastitel'nosti: Dokl. po opubl. rabotam, predstavlyayemykh k zashchite vmesto dis. na soiskanie uchionoy stepeni d-ra biol. nauk. — Tartu, 1969. — 96 s. (In Russian).
23. Smirnova O.V. Struktura travyanogo pokrova shirokolistvennykh lesov. — M.: Nauka, 1987. — 205 s. (In Russian).
24. Sergeeva T.K. Troficheskie otnosheniya, struktura i mekhanizmy ustoichivosti soobshchestv khishchnykh bespozvonochnykh. Avtoref. diss. na soisk. uch. st. dokt. biol. nauk. — M., 1994. — 61 s. (In Russian).
25. Shvarts E.A., Zamolodchikov D.G. Kombinativnaya sistema ekologicheskikh nish kak sposob otrazheniya struktury naseleniya myshevidnykh gryzunov prirodnykh ekosistem Valdayskoy vozvysheynosti // Zoologicheskii zhurnal, 1991. T. 70. Vyp. 4. — S. 113-124. (In Russian).
26. Shvarts E.A., Diomin D.V., Zamolodchikov D.G. Ekologiya soobshchestv melkikh mlekopitayushchikh v lesakh umerennoy klimaticheskoy zony (na primere Valdayskoy vozvysheynosti). — M.: Nauka, 1992. (In Russian).
27. Anderson J.A. A Conceptual Framework for Evaluating and Quantifying Naturalness // Conservation Biology, 1991. V. 5. N 3. — Pp. 347-352.
28. Shvarts E.A. Sokhranenie bioraznoobraziya: soobshchestva i ekosistemy. — M.: T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2004. — 112 s. (In Russian).
29. Clark T.W., Harvey A.H., Dorn R.D., Genter D.L., Groves C. Rare, sensitive, and threatened species of the Greater Yellowstone Ecosystem. — Northern Rockies Conservation Cooperative, Montana Natural Heritage Program, the Nature Conservancy, and Mountain West Environmental Services, 1989. — 153 p.
30. Rapport D.J. What constitutes ecosystem health? // Perspectives in Biology and Medicine, 1989. V. 33. — Pp. 120-132.
31. Zhigarev I.A. Zakonomernosti rekreacionnykh narusheniy fitotsenozov // Uspekhi sovremennoy biologii, 1993. T. 113. Vyp. 5. — S. 564-575. (In Russian).
32. Sobolev N.A. Kontsepsiya biologicheskogo raznoobraziya v prilozhenii k razvitiyu seti prirodnykh rezervatov Podmoskov'ya // Chteniya pamyati prof. V.V. Stanchinskogo. Smolensk, 1992. — S. 19-21. (In Russian).
33. Sobolev N.A., Shvarts E.A., Kreindlin M.L., Mokievsky V.O., Zubakin V.A. Russia's Protected Areas: Base Survey and Identification of Development Problems // Biodiversity and Conservation, 1995. V. 4. N 9. — Pp. 964-983. (In Russian).
34. Opdam P. Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holarctic breeding bird studies // Landscape Ecology, 1991. V. 5. N 2. — Pp. 93-106.
35. Sobolev N.A., Russo B.I.U. Startovye pozitsii Ekologicheskoy Seti Severnoy Evrazii: rabochaya gipoteza // Predposylki i perspektivy formirovaniya ekologicheskoy seti Severnoy Evrazii. Okhrana zhivoy prirody. Vypusk 1 (9). — Nizhniy Novgorod, 1998. — S. 22-31. (In Russian).
36. Sobolev N.A. Indikativnaya skhema Ekologicheskogo karkasa Rossii na 1 marta 2019 goda // Materialy VII estestvenno-nauchnykh chteniy imeni akademika Fiodora Petrovicha Savarenskogo. Gorokhovets: SKTS im. P.P. Bulygina; Izd-vo Tsentra okhrany dikoy prirody, 2019. — S. 54-61. (In Russian).
37. Volkova L.B., Sobolev N.A. Kachestvennaya otsenka biologicheskogo raznoobraziya na urbanizirovannykh territoriyakh (na primere Moskvy) // Problemy antropogennoy transformatsii prirodnoy sredy. Materialy mezhdunar. konf. (14-15 noyabrya 2019 g.) / pod red. S.A. Buzmakova. — Perm': Perm. gos. nats. issled. un-t, 2019. — S. 11-14. (In Russian).
38. MacArthur R. H., Wilson E. O. The theory of island biogeography. — Princeton: Princeton Univ. Press, 1967. — 293 p.
39. Pianka E.R. Evolutionary Ecology. — New York, 1974. — 356 pp.
40. Tishkov A.A. Smena paradig v biogeografii // Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk, seriya geograficheskaya, 1998. № 5. — S. 83-94. (In Russian).
41. Sobolev N.A., Belonovskaya E.A., Titova S.V., Tishkov A.A. Razmery stepnykh zapovednikov i kharakternoe prostranstvo obitaniya populyatsiy razlichnykh vidov zhivykh organizmov // Voprosy stepovedeniya. Nomer XV. — Orenburg: IS UrO RAN, 2019. — S. 303-310. (In Russian).
42. Sobolev N.A., Volkova L.B. Mesto lesnykh massivov v prirodnom karkase urbanizirovannykh territoriy // Aktual'nye problemy ekologii i prirodopol'zovaniya: sbornik nauchnykh trudov XX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 2 t. (Moskva, 25-27 aprelya 2019 g.). — M.: RUDN, 2019. T. 2. — S. 102-106. (In Russian).

## Сведения об авторе:

Соболев Николай Андреевич, к.г.н., с.н.с. лаборатории биогеографии Института географии РАН (ИГ РАН); тел.: 8 (910) 616-83-69; факс: 8 (495) 959-00-33; e-mail: sobolev\_nikolas@igras.ru.

# Водные биоресурсы

УДК 556.02: 551.46 (26): 639.22

## О роли Росрыболовства в сохранении водных биологических ресурсов и окружающей среды Балтийского моря

*А.П. Педченко, В.А. Беляев, ВНИРО Росрыболовства*

В статье приводится обзор деятельности научных учреждений Росрыболовства за последние 20 лет по сохранению запасов рыб и среды их обитания в Балтийском море и его заливах в рамках выполнения Российской Федерацией Хельсинкской конвенции (ХЕЛКОМ) по вопросам охраны окружающей среды и природопользования.

*Ключевые слова:* водные биологические ресурсы; сохранение запасов рыб; Балтийское море; международное сотрудничество; ХЕЛКОМ.

На протяжении 20 лет Международный форум «День Балтийского моря» обеспечивает возможность ежегодного многостороннего обсуждения вопросов экологии Балтийского региона и поиска новых путей взаимодействия между представителями науки, бизнеса, политики и общественности прибрежных государств. Проводимые прибрежными странами ресурсные исследования в Балтийском море, основу которых составляют морские экспедиционные работы по скоординированным с ИКЕС программам, обеспечивают получение комплексных биологических и океанологических научных данных, характеризующих состояние запасов водных биоресурсов и среды их обитания.

Выполнение ежегодного комплекса ресурсных и мониторинговых исследований в российской части Балтийского моря и его заливах необходимо для оценки состояния запасов основных промысловых видов рыб и среды их обитания, разработки прогнозов ОДУ, представления материалов в ИКЕС для совместной выработки рекомендаций по управлению запасами.

Научные учреждения Росрыболовства (АтлантНИРО и ГосНИОРХ) более 20 лет участвуют в работе рабочих групп ИКЕС, таких как WGBFAS, WGBIFS, WGBAST, WGIAB, WGSAM, WKBEIMIA, проводят совместные комплексные научно-исследовательские работы, выполняют экологические исследования, гидроакустические и донные съемки рыб в Балтийском море и его заливах. В ходе многолетних исследований собран обширный ма-

териал по распределению и биологии рыб, сформированы информационные базы данных по донному и пелагическому промыслу, кормовой базе рыб и условиям их обитания.

Важно отметить, что многолетнее международное сотрудничество со странами ЕС в области рыболовства и выработка согласованной позиции по регулированию и контролю промысла обеспечило сохранение и рациональное использование живых морских ресурсов Балтийского моря. Опыт взаимодействия Международной комиссии по рыболовству в Балтийском море (International Baltic Sea Fishery Commission – IBSFC,) действовавшей в период 1974–2007 гг., успешно развивается в рамках двухстороннего Соглашения между ЕС и Правительством России, подписанным в 2009 г. [1]. Важно отметить, что еще две двухсторонние международные комиссии: Российско-Литовская смешанная комиссия по рыбному хозяйству действующая в рамках Соглашения от 29 июня 1999 г. и Российско-Польская смешанная комиссия по рыбному хозяйству (Соглашение от 5 июля 1995 г.), успешно координируют промысловую деятельность в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря. Вопросы представляющие взаимный интерес призвана решать Российско-Финляндская рабочая группа по рыбному хозяйству на пограничных водоемах, вновь созданная в апреле 2018 г.

Благодаря международному регулированию в настоящее время запасы основных объектов про-



мысла в Балтийском море находятся в состоянии, позволяющем вести стабильный промысел. Общий объем вылова водных биоресурсов в Балтийском море с 2011 г. стабилизировался на уровне около 600 тыс. т, при этом доля российского вылова ежегодно увеличивалась от 33 до 72 тыс. т. (рис.). Основными видами промысла являются треска, сельдь и килька, которые в совокупности составляют около 95% от общего улова. Наиболее значимые показатели вылова рыбы в Балтийском море показывают 9 стран среди которых Финляндия, Швеция, Польша, Латвия, Эстония, Россия, Германия, Дания и Литва [2].

Результаты российских ресурсных исследований в Балтийском море на протяжении многих лет представляются на рабочих группах ИКЕС и международных совещаниях для разработки:

- прогнозов величины запаса, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов в зоне ответственности РФ Балтийского моря;
- рекомендаций по оптимальному использованию рыбных ресурсов;
- научных обоснований и предложений к российской позиции по управлению запасами рыб и регулированию рыболовства в Балтийском море и Финском заливе на межправительственных переговорах со странами Балтийского региона.

С 2002 г. Россия осуществляет координацию проведения экологических исследований с ХЕЛКОМ по вопросам охраны окружающей среды и природопользования. Важно отметить большой вклад научных организаций Росрыболовства в эту работу, результаты исследований которых представлялись и включались в материалы исследований по программам Международной комиссии по охране окружающей среды в Балтийском море (ХЕЛКОМ) с начала XXI в.

Участие специалистов научных организаций Росрыболовства (АтлантНИРО и ГосНИОРХ) в масштабных научно-исследовательских проектах по Балтийскому морю имело важное значение для получения полного представления о состоя-

нии экосистемы моря и его заливов. Особо следует подчеркнуть значимость российских рыбохозяйственных исследований в проектах: IBSSP II, BALDAT, ISDBITS, CORE, STORE, UNCOVER, BONUS-BEAST, Год Финского залива (GOF2014), Российско-финский проект «Реки и рыбные запасы – наши общие интересы» (RIFCI), Nord Stream 1 и др.

В настоящее время специалисты Росрыболовства принимают активное участие в таких проектах как Общебалтийская оценка прибрежных рыбных сообществ в поддержку экосистемного управления (FISH-PRO III), Nord Stream 2, Морское пространственное планирование, и ведутся переговоры по формированию новых научных проектов в рамках Программы трансграничного сотрудничества на период 2014-2020 гг., Трансграничного морского пространственного планирования и других.

Важно отметить, что объединение усилий прибрежных стран позволяет формулировать амбициозные проекты. Одним из показательных и успешных научных проектов последнего десятилетия стал Международный проект «Год Финского залива 2014», который объединил научный потенциал Финляндии, России и Эстонии в достижении важных экологических задач. По результатам совместных исследований на акватории Финского залива был подготовлен научный отчет, в котором были опубликованы обзоры по рыбному хозяйству и рыболовству, подготовленные по материалам исследований ГосНИОРХа, Института природных ресурсов Финляндии и Института морских исследований Эстонии [3].

ВНИРО готово к реализации аналогичных проектов и имеет предложения по наиболее значимым направлениям научных исследований в области рыболовства и воспроизводства водных биоресурсов региона. Приоритетными задачами ближайшего десятилетия при этом являются:

- мониторинг запасов рыб морского и пресноводного комплекса Балтийского моря и его заливов;

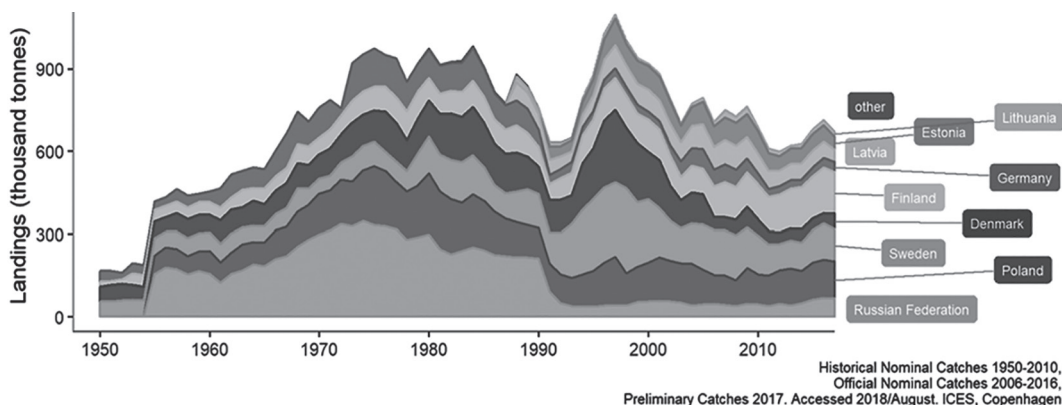


Рис. Динамика вылова основных видов промысловых рыб в Балтийском море, тыс. т (представлены данные о вылове девяти стран, имеющих наибольший вылов и результаты остальных стран изображены как «прочие» [2])

– изучение влияния климата и антропогенного воздействия на состояние и промысел рыбных запасов, а также среду их обитания;

– экомониторинг вод Балтийского моря и его заливов;

– развитие аквакультуры.

Эксперты считают, что угорь подвергается многочисленным антропогенным нагрузкам в природной среде, и снижение его численности, вероятно, обусловлено сочетанием нескольких факторов, включая перелов, потерю и деградацию среды обитания в результате загрязнения, смертность в гидротурбинах при миграциях, в результате паразитарных заболеваний, воздействия климатических изменений. По этой причине эксперты внесли угря в Красный список ХЕЛКОМ, и оценивают вид как находящийся под угрозой исчезновения в регионе Балтийского моря [4].

Угорь (*Anguilla anguilla*) исторически был распространённым видом в Балтийском море, встречающимся даже на Крайнем Севере. С общей рекрутинговой зоной в Саргассовом море все угри в Европе и Средиземноморье являются частью одного и того же (панмиктического) населения, встречающегося в разбросанных морских, прибрежных, речных и озерных экосистемах.

До недавнего времени состояние запасов угря было плохо задокументировано, и одной из проблем считали неполную статистику его вылова. Есть признаки того, что угорь в Балтийском море составляет сегодня около четверти всего населения европейского угря. С середины XX в. урожайность рыбного промысла по всей Европе постепенно уменьшалась и в настоящее время составляет менее 10% от улова в прошлом. Вызывает беспокойство сокращение числа лицензированных рыбаков, ведущих промысел угря, и предпринимаются усилия по запрещению рекреационного рыболовства данного вида в Балтийском море [5].

В 2007 г. регламент ЕС по угрям внедрил распределённую систему контроля, установив общую цель восстановления на международном уровне и обязав страны ЕС осуществлять необходимые защитные меры [6]. Цель состоит в том, чтобы 40% зрелых угрей добрались до моря по отношению к предполагаемым нетронутым условиям. Требуемая минимальная защита еще не достигнута, и, хотя планы управления угрями разрабатываются на национальном уровне, никаких совместных действий по управлению и оценке достигнуто не было. Угорь недавно был включен в Приложение II к Конвенции о мигрирующих видах, и они также сохраняются в соответствии с Директивой ЕС о местообитаниях.

ХЕЛКОМ планировал разработать национальные программы по сохранению запасов угря в качестве вклада в Балтийскую скоординированную программу по обеспечению успешной миграции

угря из бассейна Балтийского моря в естественные нерестилища, включающие классификацию и инвентаризацию рек с историческими и существующими видами мигрирующих рыб (например, лосось, угорь, морская форель и осетр) не позднее 2012 г. для государств-членов ЕС, реализующих постановление ЕС № 1100/2007, устанавливающее меры по восстановлению запасов европейского угря к 2008 году.

Будучи обеспокоена критическим статусом европейского угря и тем, что управление рыболовством и другие меры, принимаемые отдельными странами, еще не продемонстрировали существенного улучшения его статуса, ХЕЛКОМ планирует в дальнейшем предпринимать усилия и укреплять координацию мер с европейскими странами по сохранению запасов угря в Балтийском море в соответствии с национальными планами управления угрем. При необходимости будут рассмотрены дополнительные меры, такие, как сокращение смертности от рыбного промысла в соответствии с рекомендациями ИКЕС, устранение миграционных барьеров и пополнение запасов в системах безопасных для угря рек, например, используя результаты сотрудничества между ИКЕС, ХЕЛКОМ и др. заинтересованными сторонами по этому вопросу.

В докладе 2016 ICES рабочей группы по угрям (WGEEL) делается следующий вывод: “в 2016 г. показатели набора угря *wgeel glass* остаются низкими на уровне 2,7% от базового уровня 1960-1979 гг. в серии «Северное море» и 10,7% в серии «в других местах». Индекс «вербовка желтого угря» составил 21% от уровня за отчетный период. План управления угрем серебряная биомасса угря и оценки смертности (сообщенные в 2015 г.) указывают, что запасы в оцениваемом ЕС районе не находятся в пределах биомассы регулирования угря и в большинстве единиц управления антропогенная смертность превышает уровень, который, как можно ожидать, приведет к восстановлению” [5].

В дополнение к разработке планов управления угрями (см. раздел 2.6 об удалении видов рыбным промыслом) ХЕЛКОМ согласовал четыре дополнительные меры, связанные с сохранением популяции угря. Три страны сообщили о принятии дополнительных мер по сокращению промысловой смертности угря, выходящих за рамки планов управления. Это касается, например, регулирования рыболовных снастей и разработки общих планов управления с соседними странами.

Сообщается, что усилия по укреплению координации мер по сохранению запасов угря в Балтийском море, а также с другими европейскими странами предпринимаются, например, путем разработки совместного плана управления польско-русской зоной водосборного бассейна Преголы и лагуны Вислы, а также в Куршской лагуне.

Большинство стран разработали и осуществляют национальные программы по сохранению запасов угря.

Российская Федерация имеет программу восстановления запасов угря в Балтийском море. Подготовлены совместные проекты по его восстановлению с Польшей и Литвой. Однако, несмотря на это, Россия не может до сих пор получить стекловидную личинку угря от ЕС (переговоры по данному вопросу проводятся с ЕС с 2012 года), что не позволяет начать работы по восстановлению запасов угря. Европейская структура СИТЕС даже после неоднократных обращений и обсуждения данного вопроса в Брюсселе на заседаниях Научного комитета СИТЕС совместно с российскими учеными не дала своего положительного заключения по продаже стекловидной личинки угря в Россию.

Росрыболовство поддерживает научные проекты, направленные на сохранение и восстановление экосистемы Балтики и ее заливов. В этой связи вызывает особое опасение решение Польши о строительстве нового канала в Вислинском заливе и создание в Эльблонге четвертого польского морского порта в рамках Правительственной про-

граммы «Строительство водной дороги, соединяющей Вислинский залив с Гданьским заливом», утвержденной премьером Польши Ярославом Качиньским в ноябре 2007 г. После строительства, в результате осолонения пресноводная часть экосистемы просто погибнет, что приведет к совершенно колоссальной перестройке всей экосистемы (водорослей, планктона, кормовых рачков, ихтиофауны). Эти действия, по мнению экспертов, могут привести к экологической катастрофе и снижению численности рыбных запасов, поскольку часть залива является нерестилищем для некоторых промысловых видов рыб. Это обуславливает его ценность как рыбо-хозяйственного объекта как для России, так и для Польши.

Этим обусловлена приоритетная задача Международного экологического Форума «День Балтийского моря» — организация слаженной работы стран Балтийского региона по защите экосистемы Балтики и ее заливов, сохранению промысла водных биоресурсов в Балтийском море, как социально значимого вида деятельности населения Балтийского региона.

#### Литература

1. Карпушевский И.В., Беляев В.А. Международное сотрудничество России и Европейского Союза в Балтийском море // Вопросы рыболовства, 2019. Т. 20. №3. — С. 267-275.
2. Fisheries Over views. Baltic Sea Ecoregion. ICES Advice 2018. URL: <https://doi.org/10.17895/ices.pub.4389>.
3. The Gulf of Finland assessment // Ed.: Mika Raateoja and Outi Setälä. Finnish Environment Institute (SYKE), 2016.2 /27 — 368 p.
4. Красный список HELCOM — угорь оценивается как находящийся под угрозой исчезновения в регионе

Балтийского моря. URL: <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-species/red-list-of-fish-and-lamprey-species/>

5. Report of the Working Group on Eels (WGEEL), 15-22 September 2016, Cordoba, Spain. ICES CM 2016/ACOM: 19. — 106 p.

6. Council regulation (EC) No. 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel // Official J. of the European Union, L 248/17. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R1100&from=EN>.

#### Сведения об авторах

Педченко Андрей Петрович, к.г.н., доцент, в.н.с. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО) Росрыболовства; 107140, г. Москва, Верхняя Красносельская, д. 17; e-mail: [app3960@yandex.ru](mailto:app3960@yandex.ru).

Беляев Владимир Алексеевич, д.б.н., профессор, руководитель Департамента международного сотрудничества ВНИРО Росрыболовства; e-mail: [belsea@inbox.ru](mailto:belsea@inbox.ru).

# Климатические ресурсы

УДК 913 (4):551.586

## Биоклиматические условия на курортах Крыма: состояние и прогноз

*А.С. Лубков, А.А. Стефанович, Е.Н. Воскресенская, д.г.н., проф., Е.В. Вышкваркова, к.г.н.,  
Институт природно-технических систем, г. Севастополь*

В статье рассмотрен ежемесячный годовой ход биоклиматического индекса (эквивалентно-эффективная температура) на отдельных курортах Крымского полуострова и изучена возможность климатического прогнозирования его значений с заблаговременностью от двух до шести месяцев с привлечением модели, основанной на методе искусственных нейронных сетей. В качестве предикторов использованы индексы дальнедействующих климатических сигналов. Результаты верификации модели для каждого месяца показали удовлетворительный уровень, особенно для курортов Ялты.

*Ключевые слова:* биоклиматические индексы, прогноз, нейронные сети, рекреация, уровень рекреационного комфорта, Крымский полуостров.

Госпрограмма развития экономики Республики Крым на 2017-2020 гг. в качестве важнейших задач предусматривает увеличение потока рекреантов. Неотъемлемой частью методов управления рекреационным сектором в современных условиях является прогнозирование. Оно позволяет предупредить и избежать негативных последствий, иметь возможность вносить поправки, снижать потенциальные риски и своевременно решать возникающие проблемы.

Оценка уровня комфортности погодных условий проводится на основе различных биоклиматических показателей. В настоящее время существует несколько десятков методов и подходов оценки уровня комфортности климатических условий, которые в свою очередь определяют уровень биоклиматического комфорта [1, 2, 3]. При этом рассчитываются биоклиматические показатели, характеризующие особенности тепловой структуры окружающей среды и определяющие тепловое восприятие человека [4, 5, 6]. Используемый в данной работе биоклиматический показатель, эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), по оценкам экспертов [2, 7, 8] считается одним из самых универсальных и доступных для разных регионов индекс, включающий в себя первичные метеорологические характеристики, необходимые для оцен-

ки и наиболее достоверно представляющие биоклиматический уровень комфорта территорий.

Биоклиматические параметры зависят от температуры воздуха и, в свою очередь, являются индикаторами комфортности климатических условий. Для их рационального использования важен прогноз, заблаговременность которого равна или превышает продолжительность рекреационного сезона (4-6 месяцев). В последние десятилетия большое внимание уделяется разработке прогностических моделей, которые могли бы обеспечить хорошую оправдываемость метеопрогноза на 5-10 дней и на недели вперед. Наряду с этим активно исследуется возможность прогностических оценок климатических параметров на десятилетия вперед с помощью глобальных климатических моделей [9]. Однако долгосрочные прогнозы от нескольких месяцев до нескольких лет остаются нерешенной проблемой.

Именно поэтому в данной работе рассматривается возможность заблаговременного прогнозирования значений биоклиматических показателей комфортности с использованием альтернативного метода, основанного на искусственных нейронных сетях (НС). Ранее подобный подход применялся для прогнозов индекса Южного колебания [10, 11] и температуры поверхности воды в экватори-

альной части Тихого океана [12] с заблаговременностью до 9-12 месяцев.

Для анализа и прогноза биоклиматических условий использовались ежедневные данные из ре-анализа NCEP/NCAR R1 на высоте 2 м с пространственным разрешением  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  за период 1950-2017 гг. и соответствующие данные наблюдений E-OBS (v17.0), приуроченные к узлам пространственной сетки  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  за тот же период для трёх городов Крыма – Феодосии, Ялты, Евпатории. Данные ре-анализа интерполировались в точки наблюдения методом сплайн-интерполяции. Кроме того, использовались данные станционных наблюдений в вышеупомянутых городах за период 2005-2017 гг. для верификации данных ре-анализа. Информация о ежедневных наблюдениях взята на портале ООО «Расписание погоды» [13]. Для расчетов привлекались среднесуточные температура воздуха, относительная влажность и скорость ветра. Для всех временных рядов был выполнен контроль качества и проверка на пропуски.

Оценка комфортности биоклиматических условий проводилась на основе расчета ЭЭТ – интегрального биоклиматического показателя, учитывающего комплексное влияние на человека температуры, относительной влажности воздуха и скорости ветра [14]. ЭЭТ отражает сочетание метеопараметров, в совокупности, дающие такой же тепловой эффект, как и при неподвижном насыщенный воздухе и определенной температуре. Данный показатель обычно используется для оценки теплоощущений полураздетого (до пояса) человека в теплый период года. Оценки выполнялись для каждого месяца, благодаря чему были получены биоклиматические характеристики курортов для всех сезонов года. Расчет индекса ЭЭТ проведен по формуле А. Миссенарда [15].

Для прогнозирования значений биоклиматического индекса с заблаговременностью до нескольких месяцев использована модель однонаправленной гетероассоциативной однослойной (один скрытый слой) нейронной сети с учителем. Нейроны входного, скрытого и выходного слоя представлены сигмоидальной биполярной функцией:  $f(x) = \tanh(\beta x)$  [16]. Обучение модели проводилось на основе алгоритма обратного распространения ошибки.

В качестве входных параметров в НС применен набор атмосферных индексов: Североатлантическое, Восточно-атлантическое, Скандинавское, Североазиатское и Западно-тихоокеанское колебания, колебания между восточной Атлантикой и западной Евразией, между восточной и северной частью Тихого океана, между Тихим океаном и Северной Америкой, геопотенциала в средних широтах Северного полушария; Южно-атлантическое и Южно-тихоокеанское колебания, Индо-океанское зональное и меридиональное колебания, экваториальные колебания между Тихим океаном и Индо-

незией и между Атлантическим и Тихим океанами; среднее давление в приэкваториальных широтах. Расчет этих индексов выполнен с использованием среднемесячных полей ре-анализа NCEP/NCAR о геопотенциале на изобарическом уровне 500 мб и давлении на уровне моря за период 1948-2019 гг. Все индексы нормированы на среднеквадратическое отклонение (СКО) и рассчитаны для каждого месяца в отдельности. Из рядов индексов исключена сезонная изменчивость и линейный тренд.

Моделирование индекса ЭЭТ осуществлялось для каждого месяца независимо друг от друга. Среднемесячные ряды значений моделируемого параметра и использованных входных индексов были разделены на обучающую, тестирующую (тестовую) и контрольную выборки. Для обучения использована выборка за период 1950-1979 гг., а для теста – 1980-2009 гг. Поскольку максимум обучения определялся на основе тестовой выборки, для качественной валидации модели была применена независимая выборка – контрольная – 2010-2017 гг.

Процесс адаптации модели включал в себя три стадии: предварительную обработку, моделирование и заключительную обработку результатов. На этапе предварительной обработки осуществлялся поиск связей между наблюдаемым индексом ЭЭТ и атмосферными индексами с различной заблаговременностью (от месяца до нескольких лет). По результатам первого этапа выбраны 20 входящих в модель индексов. На следующем этапе, алгоритм НС запускался многократно, с использованием на входе всех возможных комбинаций из выбранных на предварительном этапе индексов. Комбинации НС, параметры НС в момент максимума обучения и корреляционные оценки на тестовой и обучающей выборке заносились в лог-файл. С подробностями этого этапа можно ознакомиться в работе [17]. На заключительном этапе на основе комплексного анализа результатов моделирования производился отбор 20 лучших комбинаций НС, из которых рассчитывался ансамбль данных, качество которого оценивалось в сравнении с контрольной выборкой. Для такой оценки использовалась корреляция Пирсона (1):

$$r = \frac{\text{cov}(x_i, y_i)}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (1)$$

где  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  – среднеквадратические отклонения выборок  $x$  и  $y$ , которые представляют результат моделирования и наблюдаемый индекс ЭЭТ, и среднеквадратическое отклонение (ошибка) модели относительно наблюдаемых значений (RMSE) (2), нормированной на СКО (3):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (x_i - y_i)^2}{n}}, \quad (2)$$

$$E = \frac{RMSE}{\sigma_x}, \quad (3)$$

Сезонный ход изменения показателя ЭЭТ для курортов Евпатории, Феодосии и Ялты. Значения ЭЭТ в большей степени зависят от температуры воздуха, чем от влажности и скорости ветра, и повторяют её пространственное распределение. В зимние месяцы на территории Крыма преимущественно преобладает «очень прохладный» и «умеренно холодный» уровень комфортности погодных условий, со значениями индекса в пределах от  $-12$  до  $-6^{\circ}\text{C}$  и от  $-6$  до  $0^{\circ}\text{C}$  соответственно (рис. 1). Наименьшее значение ЭЭТ характерно для Евпатории в январе ( $-12,9^{\circ}\text{C}$ ), а наибольшее – для Ялты в декабре ( $0,2^{\circ}\text{C}$ ). Ранней весной, в марте, из-за неустойчивой погоды на курортах Ялта и Феодосия преобладают «очень прохладные», а в Евпатории – всё ещё «умеренно холодные» условия. В апреле более быстрыми темпами прогревается южная часть полуострова, включая также Феодосию, и показатели ЭЭТ находятся уже в пределах  $1,7-5,5^{\circ}\text{C}$ . Однако комфортные метеоусловия по показателям ЭЭТ ( $>12^{\circ}\text{C}$ ), значимые для пляжно-купальных курортов, наступают только в начале лета. В летний период наиболее жаркими месяцами в Крыму считаются июль и август, и на всех курортах устанавливается комфортная теплая погода. Наибольшие значения индекса отмечаются в Ялте в июле ( $19,8^{\circ}\text{C}$ ), а наименьшие – в Евпатории в августе ( $17,5^{\circ}\text{C}$ ). С наступлением осени значения индекса начинают падать. В сентябре на курортах Ялта и Феодосия еще ощущаются «комфортные (умеренно теплые)» погодные условия в пределах  $13-14,7^{\circ}\text{C}$ , в то время как в Евпатории уже заметно прохладнее ( $11,2^{\circ}\text{C}$ ). В октябре на Южном берегу Крыма, а также в Феодосии по условиям комфортности теплоощущений устанавливается прохладная погода со значениями ЭЭТ от  $6$  до  $12^{\circ}\text{C}$ , в то время как в других частях полуострова ощутим температурный спад. Отмечаются периоды с «умеренно прохладными» ( $0-6^{\circ}\text{C}$ ), а местами «очень прохладными» ( $-6-0^{\circ}\text{C}$ ) погодными условиями, которые продлятся до самой зимы.

Сравнительная оценка качества моделирования. Возможность прогнозировать индекс ЭЭТ

проверялась для каждого месяца в отдельности с различной заблаговременностью от 2 до 6 месяцев. Далее, для контрольного периода (2010-2017 гг.) рассчитаны СКО, коэффициенты корреляции и RMSE. Удобным способом графического представления результатов моделирования является диаграмма Тейлора [18]. Положение каждой точки на диаграмме определяется значениями стандартного отклонения (радиальное расстояние до начала координат) и коэффициента корреляции между прогнозными и фактическими значениями (косинус углового расстояния) [19].

Рассмотрим результаты моделирования с заблаговременностью два месяца (рис. 2). Для Евпатории модель показывает высокое качество прогнозирования индекса ЭЭТ для мая и с октября по декабрь (коэфф. корреляции  $r$  находится в пределах от  $0,78$  до  $0,88$ , среднеквадратическая ошибка модели  $E$  меньше единицы). В Феодосии высокие значения коэффициента корреляции и низкая ошибка модели отмечаются в апреле-мае, а также в июле ( $r = 0,82-0,96$ ;  $E = 0,51-0,70$ ). Для станции Южного берега Крыма (Ялта) модель показала наилучший прогноз индекса ЭЭТ с заблаговременностью два месяца. Высокие значения коэффициента корреляции и низкие показатели ошибки модели получены для февраля ( $r = 0,84$ ;  $E = 0,65$ ), с мая по июль ( $r = 0,85-0,88$ ;  $E = 0,53-0,93$ ), и с октября по декабрь ( $r = 0,81-0,86$ ;  $E = 0,67-0,79$ ). Значения коэффициентов корреляции и среднеквадратические ошибки модели, нормированные на СКО, представлены в табл.

Увеличение заблаговременности прогноза индекса ЭЭТ моделью до 4 месяцев показало следующие результаты. На западном побережье Крыма (Евпатория) наилучший результат получен для марта ( $r = 0,96$ ;  $E = 0,24$ ), высокие значения коэффициента корреляции характерны для мая и ноября-декабря ( $r = 0,81-0,89$ ;  $E = 0,60-0,75$ ); в Феодосии – с мая по июль ( $r = 0,82-0,94$ ;  $E = 0,56-0,80$ ) и в ноябре ( $r = 0,82$ ;  $E = 0,86$ ); для Ялты – для марта, мая, июля и октября-ноября ( $r = 0,8-0,93$ ;  $E \approx 0,6$ ).

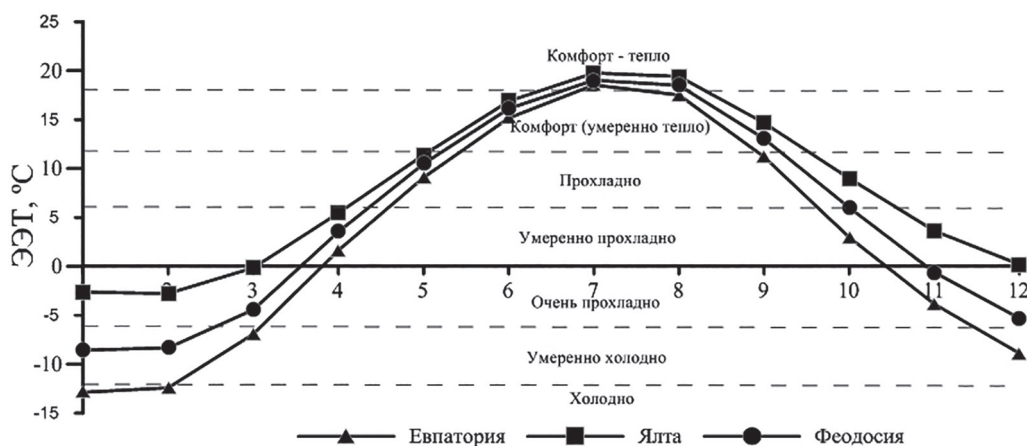


Рис. 1. Годовой ход индекса ЭЭТ ( $^{\circ}\text{C}$ ) для курортов Крыма за период 1950-2017 гг. по данным ре-анализа NSCF/NCAR

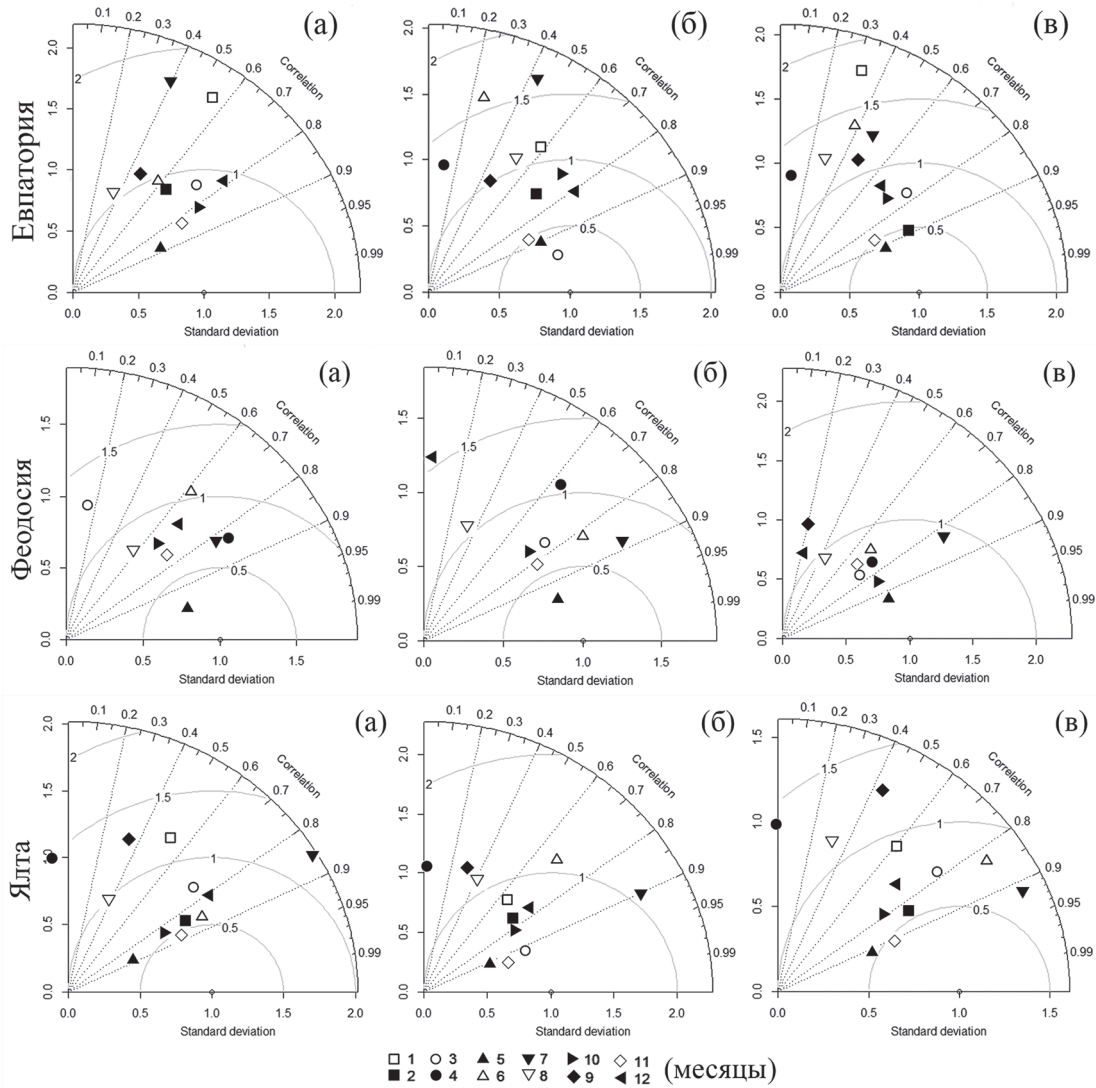


Рис. 2. Результаты прогноза (диаграммы Тейлора) индекса ЭТ на 2 (а), 4 (б) и 6 (в) месяцев в период контрольной выборки (2010-2017 гг.) для Евпатории – верхний ряд, Феодосии – средний ряд и Ялты – нижний ряд (среднеквадратическое отклонение модельных расчетов нормировано на СКО)

Таблица  
Коэффициенты корреляции ( $r$ ) и отношение среднеквадратической ошибки модели нормированной на СКО ( $RMSE/\sigma$ ) для курортов Крыма с разной заблаговременностью прогноза

Мес.	Станция Заблаг.	Евпатория			Феодосия			Ялта		
		2	4	6	2	4	6	2	4	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	$r$	0,55	0,59	0,32	0,12	0,08	0,14	0,53	0,65	0,61
	$RMSE/\sigma$	0,85	0,65	1,09	1,16	1,33	1,11	0,82	0,60	0,64
2	$r$	0,64	0,72	0,89	—	—	—	0,84	0,75	0,83
	$RMSE/\sigma$	0,94	0,85	0,52	—	—	—	0,65	0,78	0,63
3	$r$	0,74	0,96	0,77	0,15	0,76	0,75	0,75	0,92	0,78
	$RMSE/\sigma$	0,71	0,24	0,63	1,12	0,69	0,59	0,68	0,35	0,61
4	$r$	-0,05	0,12	0,09	0,83	0,63	0,74	-0,12	0,02	-0,01
	$RMSE/\sigma$	1,25	1,14	1,15	0,70	0,90	0,57	1,24	1,15	1,17
5	$r$	0,88	0,89	0,91	0,96	0,94	0,92	0,88	0,90	0,91
	$RMSE/\sigma$	0,61	0,60	0,53	0,51	0,65	0,48	0,93	0,89	0,86
6	$r$	0,58	0,26	0,38	0,62	0,82	0,67	0,85	0,68	0,83
	$RMSE/\sigma$	0,74	1,19	0,95	0,84	0,56	0,73	0,53	0,75	0,58
7	$r$	0,40	0,43	0,48	0,82	0,88	0,83	0,86	0,91	0,92
	$RMSE/\sigma$	1,28	1,22	0,91	0,55	0,80	0,85	0,76	0,66	0,39

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	r	0,37	0,54	0,33	0,59	0,36	0,46	0,38	0,40	0,32
	RMSE/σ	0,72	0,74	0,87	0,60	0,70	0,71	0,54	0,64	0,63
9	r	0,48	0,46	0,48	-0,23	-0,04	0,21	0,35	0,33	0,43
	RMSE/σ	0,91	0,87	0,93	1,53	1,34	1,00	0,91	0,86	0,89
10	r	0,81	0,73	0,73	0,68	0,75	0,84	0,85	0,80	0,79
	RMSE/σ	0,72	0,92	0,86	1,04	0,86	0,71	0,75	0,88	0,91
11	r	0,82	0,89	0,88	0,74	0,82	0,73	0,86	0,93	0,91
	RMSE/σ	0,80	0,62	0,59	0,93	0,86	1,08	0,67	0,55	0,56
12	r	0,78	0,81	0,67	0,67	0,02	0,22	0,81	0,75	0,71
	RMSE/σ	0,89	0,75	0,80	0,98	1,39	1,58	0,79	0,80	0,77

Результаты моделирования с наибольшей заблаговременностью (6 месяцев) показали аналогичные результаты. Для Евпатории прогноз индекса ЭТ имеет наилучшее качество в феврале, мае и ноябре ( $r = 0,88-0,91$ ;  $E = 0,52-0,59$ ); для Феодосии – для мая, июля и октября ( $r = 0,83-0,92$ ;  $E = 0,48-0,85$ ); для Ялты – для февраля, мая-июля и ноября ( $r = 0,83-0,92$ ;  $E = 0,39-0,86$ ).

В целом следует отметить, что прогноз индекса ЭТ для месяцев май и ноябрь с заблаговременностью от 2 до 6 месяцев показал высокие результаты для всех исследуемых станций. Среди выбранных станций высокие значения индекса корреляции для большего количества месяцев характерно для Ялты. Следует отметить, что прогнозирование для Феодосии невозможно на февраль и отмечается не-

удовлетворительное качество на сентябрь, декабрь и январь. Для Евпатории и Ялты прогноз на апрель также отмечен как неудовлетворительный.

Далее проанализируем временной ход модельного расчета и наблюдаемых индексов ЭТ за контрольный период 2010-2017 гг. Коэффициенты корреляции для всех трех станций практически не изменяются с ростом заблаговременности прогноза и равны на курортах Евпатории 0,60-0,62 (расчет производился по 96 значениям), Ялты – 0,67-0,68 (по 75 значениям) и Феодосии – 0,52-0,58 (по 96 значениям). Для примера приведем сравнительные графики наблюдаемого и рассчитанного ЭТ для выбранных курортов с заблаговременностью прогноза 2 и 6 месяцев (рис. 3). Рассчитанный индекс ЭТ для курортов

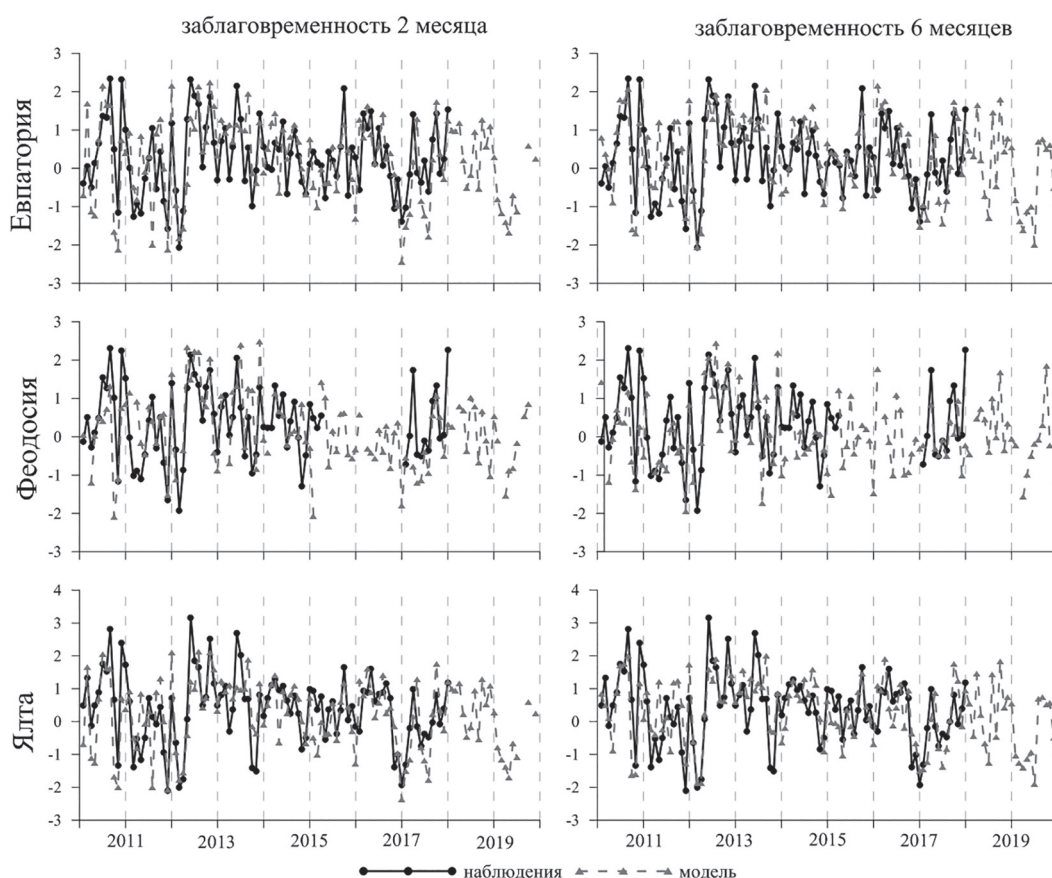


Рис. 3. Временной ход наблюдаемого и рассчитанного с заблаговременностью 2 и 6 месяцев индекса ЭТ (нормирован на СКО) для Евпатории (верхний ряд), Феодосии (средний ряд) и Ялты (нижний ряд)



Евпатории и Ялты лучше согласуется с наблюдаемым индексом по сравнению с Феодосией. За последние два года — 2018 и 2019, для которых индекс ЭЭТ не рассчитан, наблюдается согласование прогностических рядов с заблаговременностью 6 месяцев на курортах Евпатории и Ялты (коэфф. корреляции равен 0,98).

### Заключение

В целом Крымские морские курорты имеют достаточно высокий рекреационный потенциал. Погодные условия в теплое время года на всех курортах практически одинаковы, а комфортные значения индекса ЭЭТ наблюдаются с мая по сентябрь.

С использованием нейронных сетей показана возможность успешного моделирования биоклиматического индекса ЭЭТ с заблаговременностью прогноза от 2 до 6 месяцев и дана оценка качеству моделирования. Результаты верификации модели

для каждого месяца, полученные по контрольной выборке за период 2010-2017 гг., показали, что с увеличением заблаговременности прогноза качество моделирования не ухудшается, и в целом остается на удовлетворительном уровне. Прогноз для курортов Феодосии несколько хуже. Ялта имеет наилучшие показатели оценки прогностической модели, а прогноз неудовлетворительного качества отмечается лишь для сентября.

Полученные результаты могут быть применены при решении задач планирования и рациональной организации лечебно-оздоровительного отдыха и туризма, повышения эффективности климатотерапии в структуре санаторно-курортного лечения на полуострове.

**Благодарности.** Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 18-35-00325 и № 18-45-920063.

### Литература

1. Андреев С.С. Экология человека. — Ростов-на-Д.: Изд. Е.А. Турова, 2007. — 248 с.
2. Трубина М.А., Хассо Л.А., Дячко Ж.К. Методы биоклиматической оценки Северо-Западного региона России // Ученые записки РГГМУ: науч.-теорет. журнал, 2010. № 13. — С. 121-137.
3. Ткачук С.В. Сравнительный анализ биоклиматических индексов для прогноза с использованием мезомасштабной модели // Ученые записки РГГМУ, 2011. №20. — С.109-118.
4. Hentschel G. Large-scale and local climate classification in terms of human biometeorology // Climate and Human Health, 1988. V. 1. — Pp. 117-121.
5. Исаев А.А. Экологическая климатология. — М.: Научный мир, 2001. — 456 с.
6. Емелина С.В., Константинов П.Н., Малинина Е.П., Рубинштейн К.Г. Оценка информативности некоторых биометеорологических индексов для разных районов России // Метеорология и гидрология, 2014. №7. — С. 25-37.
7. Кобышева Н. В., Стадник В. В., Клюева М. В., Пигольцина Г.Б. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики / Под ред. д. геогр. наук, профессора Н.В. Кобышевой. — СПб., 2008. — 336 с.
8. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. — М.: Росгидромет, 2014. — 1008 с.
9. IPCC, 2019: Summary for Policymakers / In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, 2019.
10. Waawain M.S., Nour M.H., El-Din A.G., El-Din M.G. El Niño southern-oscillation prediction using southern oscillation index and Niño3 as onset indicators: Application of artificial neural networks // J. Environ. Eng. Sci., 2005. 4 (2). — Pp. 113-121.
11. Лубков А.С., Воскресенская Е.Н., Марчукова О.В. Прогнозирование индекса Южного колебания // Вестник Санкт-Петербургского университета. Наука о земле, 2017. №4(62). — С. 370-388.
12. Gavrilo A., Seleznev A., Mukhin D., Loskutov E., Feigin A., Kurths J. Linear dynamical modes as new variables for data-driven ENSO forecast // Climate Dynamics, 2018. — Pp. 1-18. URL: <http://doi.org/10.1007/s00382-018-4255-7>.
13. Сайт «Расписание погоды». URL: <https://rp5.ru> (дата обращения 28.04.2018).
14. Hentschel G.A human biometeorology classification of climate for large and local scales / In Proc. WMO/HMO/UNEP Symposium on Climate and Human Health, Leningrad, 1986. V. I. — WCPA, 1987. № 1.
15. Missenard F. Température effective d'une atmosphere Généralisation température résultante d'un milieu. In: Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation // Librairie de l'Enseignement Technique, 1933. — Pp. 131-185.
16. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. — М.: Финансы и статистика, 2002. — 344 с.
17. Лубков А.С., Воскресенская Е.Н., Кукушкин А.С. Метод восстановления среднемесячных значений прозрачности воды на примере северо-западной части Черного моря // Оптика атмосферы и океана, 2016. Т. 29. № 04. — С. 343-350.
18. Taylor K.E. Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram // J. Geophys. Res, 2001. V. 106. — P. 7183-7192.
19. Мирвис В.М., Мелешко В.П., Львова Т.Ю., Матюгин В.А. Пятилетний опыт оперативного прогнозирования метеорологических условий на срок до 45 суток на основе модели общей циркуляции атмосферы ГГО (версия MGO-3 T63L25) // Тр. Гидрометцентра России, 2017. Вып. 366. — С. 29-50.

### Сведения об авторах:

Лубков Андрей Сергеевич, м.н.с. ФГБНУ «Институт природно-технических систем» (ИПТС);  
 Стефанович Анна Андреевна, м.н.с. ИПТС;  
 Воскресенская Елена Николаевна, д.т.н., проф., замдиректора по научной работе ИПТС;  
 Вышкваркова Елена Васильевна, к.г.н., с.н.с. ИПТС;  
 299011, г. Севастополь, ул. Ленина, д. 28; тел.: 8 (978) 788-31-98; e-mail: aveiro\_7@mail.ru.

# Рекреационные ресурсы и ООПТ

УДК 502.4

## Система показателей регионального мониторинга объектов особо охраняемых природных территорий Ханты-Мансийского автономного округа – Югры по различным компонентам среды

*О.В. Богданова<sup>1</sup>, к.э.н., В.М. Окмянская<sup>1</sup>, А.П. Сизов<sup>2</sup>, д.т.н.,  
<sup>1</sup>Тюменский индустриальный университет,  
<sup>2</sup>Московский государственный университет геодезии и картографии*

В статье проводится анализ системы регионального мониторинга объектов особо охраняемых природных территорий Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Предложена система показателей мониторинга уникальных природных комплексов регионального значения автономного округа.

*Ключевые слова:* особо охраняемые природные территории, единая система государственного экологического мониторинга, региональный мониторинг, система показателей.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) играют важнейшую роль в поддержании благоприятной экологической ситуации территории. Между тем, в условиях современного природопользования, факт организации ООПТ не всегда означает снижение антропогенного воздействия [1].

Мониторинг объектов ООПТ является обязательной мерой для сохранения биоразнообразия и поддержания благоприятной среды обитания, в связи с чем может быть направлен на решение таких важнейших задач, как:

– систематизация данных о компонентах природной среды ООПТ, позволяющая сделать выводы о состоянии окружающей среды и своевременно предусмотреть мероприятия по ее охране;

– оценка степени воздействия природных и антропогенных факторов на объект ООПТ и разработка планов мероприятий по снижению негативного воздействия;

– информационное обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан в части состояния окружающей среды в границах объектов ООПТ;

– обеспечение заинтересованных лиц актуальной информацией государственного кадастра ООПТ регионального и местного значений.

В настоящее время мониторинг объектов ООПТ регионального значения проводится в соответствии с федеральной и региональной нормативно-правовой базой, а также методикой, принятой на уровне субъекта РФ. Однако на федеральном уровне отсутствует единая система требований к проведению мониторинговых исследований объектов ООПТ, именно поэтому каждый субъект РФ разрабатывает собственную методику, при этом в некоторых регионах она отсутствует.

В соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» государственный мониторинг окружающей среды включает в себя 15 подсистем, каждая из которых характеризуется набором показателей, методами получения данных, периодичностью мониторинговых исследований, ответственными уполномоченными органами в части создания и обеспечения функционирования наблюдательных сетей и информационных ресурсов в рамках каждой подсистемы мониторинга (табл. 1).

Система государственного мониторинга окружающей среды [2-18]

Вид мониторинга	Показатель	Уполномоченный орган	Периодичность
Мониторинг атмосферного воздуха	1) концентрация загрязняющих веществ в воздухе 2) ср. концентрация примеси в воздухе, среднеквадратическое отклонение 3) максимальная разовая концентрация примеси	Росгидромет	Ежегодно
Мониторинг земель (за исключением земель сельхозназначения)	1) показатели использования земель 2) показатели состояния земель 3) показатели, по которым осуществляется сбор данных на полигонах мониторинга земель	Росреестр	Ежегодно
Мониторинг земель сельхозназначения	1) показатели использования земель 2) показатели состояния земель (плодородия земель) 3) специальные показатели	Минсельхоз России	Ежегодно
Мониторинг объектов животного мира и охотничьих ресурсов и среды их обитания	1) численность, физическое состояние объектов животного мира и охотничьих ресурсов 2) структура, качество и площадь среды обитания 3) динамика изменения численности охотничьих ресурсов (по видам) 4) площадь охотничьих угодий и др.	Минприроды России	1) мониторинг охотничьих ресурсов – ежегодно 2) мониторинг иных объектов животного мира – не реже 1 раза в 3 года
Мониторинг лесов	1) показатели регулярных наземных наблюдений: а) главная порода; б) доля главной породы в составе древостоя, возрастная группа древостоя; г) группа относительной полноты древостоя, группа бонитета. 2) выборочные наблюдения за популяциями вредных организмов: численность и фаза развития 3) выборочные наземные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием	Рослесхоз	1) в зависимости от зоны лесопатологической угрозы: а) зона сильной угрозы – не реже 1 раза в 2 года; б) зона средней – не реже 1 раза в 3 года; в) зона слабой – не реже 1 раза в 5 лет 2) выборочные наблюдения – ежегодно
Мониторинг состояния недр	1) величина водоотбора, уровень и температура подземных вод, химсостав, физические свойства 2) загрязнение нефтепродуктами, состояние участков по объектам недропользования и др.	Роснедра	Ежегодно
Мониторинг водных объектов	1) прогнозные ресурсы и эксплуатационные запасы подземных вод, а также их изменение 2) участки загрязнения подземных вод веществами 1-го класса опасности и их распределение 3) списки гидропостов и пунктов гидрохимических наблюдений 4) уровни воды рек, ручьев, каналов 5) мутность воды водных объектов 6) данные о загрязнении донных отложений, состоянии дна водных объектов, о водоохраных зонах	Росводресурсы с участием Росгидромета и Роснедр, органов исполнительной власти субъектов РФ в соответствии с их компетенцией	Ежегодно
Мониторинг водных биоресурсов	численность и воспроизводство водных биоресурсов, их качество	Росрыболовство	Ежегодно

Благодаря проведенному анализу системы госмониторинга окружающей среды становится очевидно, что мониторинг объектов ООПТ комплексно не осуществляется.

В рамках каждой подсистемы мониторинга проводятся наблюдения за определенным компонентом природной среды (земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и т.д.). Единая система государственного экомониторинга (далее – ЕГСЭМ) не выделяет мониторинг ООПТ в качестве самостоятельной подсистемы. Данные мониторинга ООПТ могут быть использованы во всех подсистемах ЕГСЭМ, что не позволяет сделать вывод о комплексном состоянии уникального природного комплекса.

На наш взгляд, существующее положение мониторинга объектов ООПТ как научно-информационного и управленческого института не соответствует современным требованиям и не позволяет обеспечивать их сохранность.

Рассмотрим более подробно существующую систему управления объектами ООПТ на примере Ханты-Мансийского АО – Югры (рис. 1).

Из представленной схемы можно сделать вывод, что основные мероприятия по сохранению объектов ООПТ, а также контролю за обеспечением режима и состоянием природных комплексов осуществляются Департаментом недропользования и природных ресурсов ХМАО и его подведомственными учреждениями. Данное обстоятельство



Рис. 1. Система управления ООПТ в ХМАО

ство можно объяснить тем, что основная часть объектов ООПТ имеет региональный статус.

Оценка состояния объектов ООПТ имеет важнейшее значение для развития системы ООПТ субъекта РФ, потому как она позволяет сделать вывод о возможности данной территории выполнять возложенную функцию – сохранение ландшафтного, биологического, геологического, почвенного разнообразия, поддержание экоравновесия и т.д.

Мониторинг объектов ООПТ также осуществляется на трех уровнях в зависимости от территориального охвата (рис. 2).

Рассмотрим более подробно, каким образом осуществляется экомониторинг компонентов при-

родной среды в границах объектов ООПТ регионального значения в ХМАО.

На основании представленной таблицы можно сделать следующие выводы:

1. Мониторинг компонентов природной среды на уровне автономного округа осуществляется уполномоченными органами государственной власти на уровне субъекта, при этом ответственными за проведение мониторинговых исследований могут быть несколько государственных учреждений, что зачастую приводит к неточности и неспоставимости сведений, а также к возникновению вопросов, какой орган власти является ответственным.

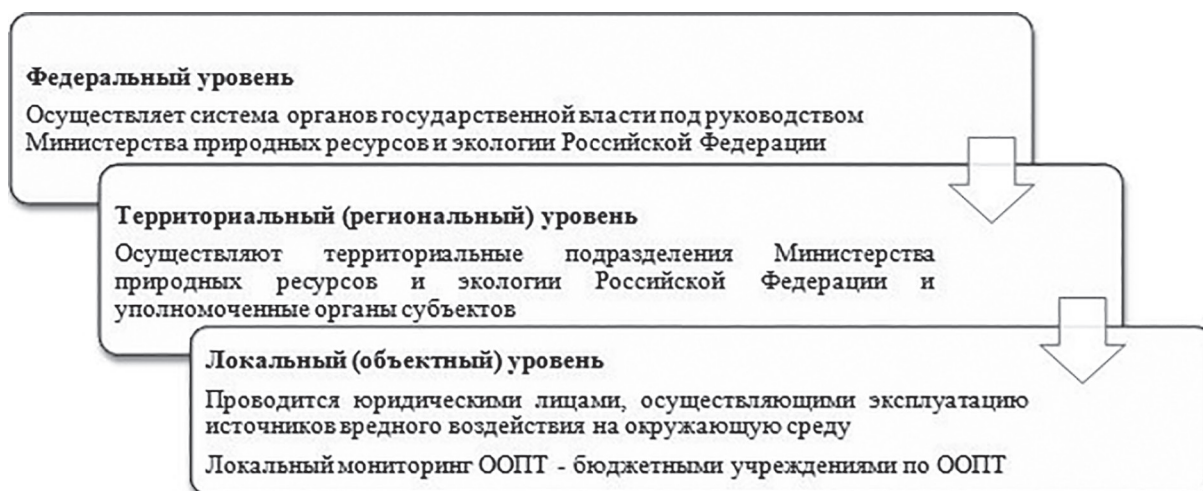


Рис. 2. Трёхуровневая организация системы мониторинга объектов ООПТ

2. Организация работ по проведению комплексного мониторинга и инвентаризации объектов ООПТ возложена на Департамент недропользования и природных ресурсов ХМАО. Однако функции по сохранению уникальных природных комплексов, ландшафтов и объектов осуществляются подведомственными департаменту учреждениями, которые не всегда располагают достаточными ресурсами (техническими, материальными, трудовыми) для проведения качественных мони-

торинговых исследований. Также существенной проблемой является отсутствие утвержденной методики, разработанной с учетом региональных особенностей территории округа, в т.ч. учитывающей значительное антропогенное воздействие и сильную нарушенность территории субъекта, что препятствует исполнению возложенной функции по сохранению объектов ООПТ.

3. Экомониторинг включает работы по наблюдению, оценке, прогнозированию состояния раз-

Таблица 2

## Покомпонентный мониторинг на региональном уровне в ХМАО

Объект мониторинга в границах ООПТ	Уполномоченный орган исполнительной власти на уровне ХМАО	Показатель	Метод наблюдений	Периодичность
1	2	3	4	5
Атмосферный воздух	1) Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений ХМАО 2) Ханты-Мансийский ЦГМС	1) Концентрация атмосферных загрязнителей в воздухе 2) индекс загрязнения атмосферного воздуха 3) распределение выбросов по видам загрязняющих веществ и др.	Измерение концентраций поллютантов методами газовой хроматографии, с помощью ИК-спектрометрии	Непрерывно для населенных пунктов Итоговые данные о состоянии атмосферного воздуха публикуются ежегодно
Земельные ресурсы, за исключением земель сельхозназначения	1) Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений ХМАО 2) Управление Росреестра по ХМАО	1) Распределение земельного фонда ХМАО по категориям, угодьям 2) распределение земель по формам собственности 3) состояние почв в границах лицензионных участков недр (оценка загрязнения почв проводится в рамках локального мониторинга)	1) Дистанционное зондирование 2) сети постоянно действующих полигонов, 3) наземные съемки и обследования (сплошные и выборочные): агрохозяйственные, специальные обследования 4) анализ фондовых данных	Ежегодно
Земли сельскохозяйственного назначения	Управление АПК	1) Площадь земель, распределение по угодьям, по формам собственности 2) показатели состояния плодородия почв 3) площадь земель, в отношении которых выявлено неиспользование земель и др.	1) Дистанционное зондирование 2) сети тестовых (валидационных) полигонов 3) наземные съемки и обследования (сплошные и выборочные) 4) анализ фондовых данных	Ежегодно
Животный мир, охотничьи ресурсы и среда их обитания, рыбные ресурсы	1) Департамент недропользования и природных ресурсов 2) Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений ХМАО 3) Отдел госконтроля, надзора, охраны водных биоресурсов и среды их обитания по ХМАО	1) Численность, физическое состояние объектов животного мира и охотничьих ресурсов 2) площадь охотничьих угодий и распределение их по категориям (лесные и болотные охотугодья), их продуктивность и качественное состояние 3) основные виды водных биоресурсов	1) Дистанционное зондирование 2) геоботанические описания ключевых местообитаний животных 3) наземные наблюдения	1) В зависимости от категории объекта животного мира: а) для объектов, отнесенных к 1-й категории редкости, — ежегодно; б) 2 категория - не реже 1 раза в течение 2 лет; в) 3 категория — не реже 1 раза в течение 3 лет; г) для некоторых объектов — не реже 1 раза в течение 5 лет 2) мониторинг охотничьих ресурсов — ежегодно

1	2	3	4	5
Леса	Департамент недропользования и природных ресурсов	1) Породный состав насаждений 2) главная порода 3) распределение площади, покрытой лесной растительностью, по группам возраста, полноте древостоев, по классам бонитета 4) объемы воспроизводства лесов 5) санитарное и лесопатологическое состояние лесов	1) Дистанционные наблюдения и наземные методы: регулярные наземные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов; выборочные наблюдения за популяциями вредных организмов, за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов; инвентаризация очагов вредных организмов; экспедиционные обследования	1) В зависимости от зоны лесопатологической угрозы: а) зона сильной угрозы — не реже 1 раза в 2 года; б) зона средней — не реже 1 раза в 3 года; в) зона слабой — не реже 1 раза в 5 лет 2) ежегодно (выборочные наблюдения за популяциями вредных организмов, выборочные наземные наблюдения)
Состояние недр (осуществляется по двум подсистемам — «подземные воды» и «опасные ЭГП»)	1) Департамент недропользования и природных ресурсов 2) Отдел водных ресурсов Нижне-Обского БВУ по ХМАО 3) филиал Уральского регионального центра ГМСН Гидроспецгеология 4) предприятия добывающего сектора (осуществляют мониторинг в границах лицензионных участков)	1) Состояние подземных вод на пунктах гос. опорной наблюдательной сети 2) состояние подземных вод по пунктам объектной наблюдательной сети 3) состояние ресурсной базы подземных вод 4) текущие показатели активности геологических процессов 5) показатели локального мониторинга	1) Плановые пешеходные инженерно-геологические обследования территорий 2) замеры морфологических характеристик объектов регулярного контроля (оползневых тел, карстово-суффозионных провалов и т.п.) 3) визуальное обследование 4) дешифрирование космоснимков высокого разрешения, фотодокументирование	Ежегодно
Мониторинг водных объектов	1) Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений 2) Ханты-Мансийский ЦГМС — филиала Обь-Иртышского УГМС 3) Филиал Уральского регионального центра ГМСН Гидроспецгеология	1) Прогнозные ресурсы и эксплуатационные запасы подземных вод, а также их изменение 2) участки загрязнения подземных вод веществами 1-го класса опасности 3) списки гидростов и пунктов гидрохимических наблюдений 4) уровни воды рек, ручьев, каналов 5) мутность воды	1) Методы дистанционного зондирования; 2) гидрологические методы 3) наземные наблюдения	Ежегодно

личных компонентов природной среды. Однако, на наш взгляд, в зависимости от уровня ООПТ, её целей, значимости в системе ООПТ субъекта, местоположения, природных особенностей, отсутствия или, наоборот, развития хозяйственной деятельности в границах природного комплекса и др. характеристик, необходимо определить значимость того или иного компонента природной среды, а также его степень влияния на состояние ООПТ.

В настоящее время требуется разработка методического подхода к оценке состояния объектов ООПТ по единым критериям на региональном уровне.

Как уже было отмечено ранее, в автономном округе представлены 3 категории объектов ООПТ регионального значения:

1) природные парки;

2) заказники;

3) памятники природы.

Каждая из представленных категорий имеет свои особенности, а также цели образования (рис. 3).

Таким образом, при проведении мониторинговых исследований объектов ООПТ необходимо учитывать цели образования таких природных комплексов, а также их основное назначение, чтобы определить совокупность обязательных показателей, подлежащих наблюдению и оценке при проведении мониторинга.

В рамках выбора основных показателей оценки состояния объектов ООПТ автономного округа считается возможным их распределение по трем основным группам: количественные, качественные

<p>Природные парки</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные цели образования: сохранение особо ценных природных комплексов, редких растений и животных, первозданных лесов и уникальных ландшафтов, объектов историко-культурного наследия для сохранения нетронутых природных объектов в районе интенсивной разработки месторождений нефти и газа, а также полноценной регулируемой рекреации и экологического просвещения населения автономного округа</li> <li>• в границах парков выделяются зоны, имеющие экологическое, культурное или рекреационное назначение</li> <li>• рекреационная зона может быть использована для организации отдыха и туризма</li> </ul>
<p>Заказники</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сохранение и воспроизводство диких животных, среды их обитания, природных ландшафтов, объектов палеонтологии и т.д.</li> <li>• В ХМАО-Югре представлены заказники двух профилей: комплексный и биологический</li> <li>• В их границах запрещаются виды деятельности, которые противоречат целям их создания</li> </ul>
<p>Памятники природы</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основная цель образования: сохранение уникальных, невозполнимых, ценных в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении объектов естественного и искусственного происхождения</li> <li>• Образованы для сохранения сравнительно мелких элементов ландшафта</li> </ul>

Рис. 3. Особенности объектов ООПТ регионального значения в ХМАО

показатели, а также показатели благоприятности компонентов объектов ООПТ для развития туристско-рекреационной деятельности (табл. 3).

Представленные критерии целесообразно использовать органам государственной власти Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, ор-

Таблица 3

Предполагаемые показатели оценки состояния объектов ООПТ в ХМАО

Объект мониторинга	Количественный показатель	Качественный показатель	Показатель благоприятности компонентов ООПТ для развития туристско-рекреационной деятельности
1	2	3	4
Животный и растительный мир (в т.ч. лесная растительность)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Данные о численности редких и исчезающих видов в границах ООПТ</li> <li>– динамика численности редких и исчезающих видов животного и растительного мира</li> <li>– соотношение видов разных категорий редкости</li> <li>– количественный показатель видов, занесенных в Красные книги</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Степень нарушенности растительного покрова</li> <li>– нарушенность и повреждение древостоя</li> <li>– санитарное состояние древостоя</li> <li>– качество среды обитания [19]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Богатство видового состава</li> <li>– наличие редких видов флоры и фауны</li> <li>– пейзажное разнообразие</li> </ul>
Земельные ресурсы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Общая площадь земель в границах ООПТ</li> <li>– площадь земель в границах ООПТ, занятых инженерными коммуникациями, дорожно-тропиночной сетью, застройкой и др.</li> <li>– общая площадь санитарно-защитных и охранных зон объектов</li> <li>– площадь основных функциональных зон в границах ООПТ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Уровень загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами и т.д.</li> <li>– степень развития негативных природных процессов на землях в границах ООПТ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Транспортная доступность</li> <li>– возможность строительства (с точки зрения градостроительного, земельного, природоохранного законодательства) объектов туристической инфраструктуры</li> </ul>
Водные объекты	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Площадь водных объектов в границах ООПТ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Качественное состояние водной системы</li> <li>– химический состав воды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Удобство берегов для рекреационного освоения</li> <li>– наличие открытых подходов к воде</li> <li>– санитарно-гигиенические условия водоемов</li> <li>– возможность устройства пляжей и их качество</li> </ul>

1	2	3	4
Объекты историко-культурного наследия	— Количество объектов историко-культурного наследия	— Физическое состояние объектов историко-культурного наследия — историческая ценность	— Статус объектов историко-культурного наследия — ценность объекта (мемориальная, архитектурная, градостроительная, художественно-эстетическая) — подлинность объекта
Недра*	— Запасы углеводородного сырья — количество ценных геологических объектов	— Оценка гидрогеологических, инженерно-геологических условий — состояние подземных вод — активность геологических процессов	— Наличие на территории уникальных мест геологического характера с возможностью посещения туристами

\* Если в границах ООПТ осуществляется недропользование

ганам местного самоуправления, организациям, ведущим хозяйственную деятельность в границах объектов ООПТ, организациям, выполняющим

работы по мониторингу окружающей среды и ее отдельных компонентов в целях оценки состояния природного комплекса.

### Литература

1. Зайцев А.А. Современное состояние особо охраняемых природных территорий регионального значения в Пермском крае: 25.00.23 : автореф. дис. ... к.г.н. — Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2012. — 20 с.
2. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 № 136-ФЗ.
3. Водный кодекс РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ.
4. Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 № 200-ФЗ.
5. Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах».
6. Федеральный закон от 24.04.1995 № 52-ФЗ «О животном мире».
7. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96-ФЗ.
8. Федеральный закон от 20.12.2004 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов».
9. Федеральный закон от 24.07.2009 № 209-ФЗ «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
10. Постановление Правительства РФ от 06.06.2013 № 477 «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды» (вместе с «Положением о государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды»).
11. Приказ МПР РФ от 21.05.2001 № 433 «Об утверждении Положения о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации».
12. Приказ МПР РФ от 07.05.2008 № 111 «Об утверждении форм и порядка представления данных мониторинга, полученных участниками ведения государственного мониторинга водных объектов».
13. Постановление Правительства РФ от 24.12.2008 № 994 «Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных биологических ресурсов и применении его данных».
14. Приказ Минприроды РФ от 06.09.2010 № 344 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания и применения его данных».
15. Приказ Минприроды РФ от 22.12.2011 № 963 «Об утверждении Порядка ведения государственного учета, государственного кадастра и государственного мониторинга объектов животного мира».
16. Приказ Минэкономразвития РФ от 26 декабря 2014 № 852 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель, за исключением земель сельскохозяйственного назначения».
17. Приказ Минсельхоза РФ от 24.12.2015 № 664 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения».
18. Приказ Минприроды РФ от 05.04.2017 № 156 «Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга».
19. Бузмаков С.А., Зайцев А.А. Состояние региональных особо охраняемых природных территорий Пермского края // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле», 2011. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-regionalnyh-osobohhranyaemyh-prirodnih-territoriy-permskogo-kraja> (дата обращения: 14.11.2019).

### Сведения об авторах:

Богданова Ольга Викторовна, к.э.н., доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (ТИУ); 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38; тел.: 8 (3452) 28-39-59, доб. 18-568; e-mail: bogdanovaov1@tyuiu.ru.

Окмянская Валентина Михайловна, аспирант кафедры геодезии и кадастровой деятельности ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (ТИУ); 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38; тел.: 8 (3452) 28-39-59, доб. 18-568; e-mail: okmyanskayavm@tyuiu.ru.

Сизов Александр Павлович, д.т.н., проф., завкафедрой кадастра и основ земельного права ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК); 105064, г. Москва, Гороховский пер., 4; тел.: 8 (906) 716-27-10; e-mail: ap\_sizov@mail.ru.



# Охрана окружающей среды

УДК 543.3:543.31

## Оценка физико-химических показателей воды Кармановского водохранилища

*Р.Р. Газетдинов, к.х.н., доц., Р.М. Шайнурова,  
Бирский филиал Башкирского государственного университета*

В статье дана органолептическая оценка качества воды Кармановского водохранилища в 2018-2019 гг. и приводятся результаты исследований жесткости, щелочности, окисляемости, удельной электропроводности, соледержания, взвешенных веществ и ионного состава, содержания нефтепродуктов. Показано, что значения показателей качества воды водохранилища в целом не меняются в течении года. Органолептические показатели в пределах нормы. Содержание нефтепродуктов и ионный состав не превышают ПДК, за исключением повышенного содержания железа (до 2,3 ПДК) и меди (до 7,7 ПДК) практически в течение всего анализируемого периода. Критического техногенного и антропогенного воздействия на водохранилище не обнаружено.

*Ключевые слова:* физико-химические показатели, качество воды, оценка антропогенного влияния, Кармановская ГРЭС, водоем-охладитель.

Водоемы-охладители — это водоёмы особого типа, отличительной чертой которых является необычный термический режим. Сброс теплых вод, садковое выращивание рыб являются ведущими экологическими факторами, оказывающими воздействие на компоненты его гидробиоценозов, которые приводят к перестройке исходных их сообществ [1].

Оценка экологического состояния водоемов-охладителей является весьма актуальной проблемой в настоящее время. Например, в 2017 г. Забайкальский госуниверситет провел Всероссийскую научно-практическую конференцию с международным участием, где представлены материалы по особенностям формирования и функционирования экосистем водоемов-охладителей энергетических станций, а также, рассматриваются некоторые аспекты технологий предотвращения и ликвидации загрязнения окружающей среды энергетическими комплексами [2].

Авторы исследования воздействия подогретых вод Конаковской ГРЭС на экологическое состояние Иваньковского водохранилища установили уровень загрязнения донных отложений по водорастворимым формам металлов как «высокий», а экологическую обстановку — как «опасная» [3]. В исследовании состава донных отложений Иваньковского водохранилища так-

же выявлены эколого-геохимические аномалии в донных отложениях водохранилища [4].

Исследования экогеохимического состояния водохранилища Южноуральской ГРЭС показывают высокое содержание нитратов, повышенные концентрации ряда металлов в донных отложениях [5].

Оценка состояния водоема-охладителя Березовской ГРЭС Красноярского края датируется 2006 г. [6], а в более поздних работах не проводится анализ физико-химических показателей и их мониторинг, а только оценка биологического состояния [7, 8].

Одним из наиболее проблемных является водоем-охладитель Чернобыльской АЭС после аварии на 4-м энергоблоке в 1986 году. Например, в исследовании, проведенном в 2016-2017 гг., отмечается «определенная неустойчивость экосистемы ВО ЧАЭС в период ее трансформации, вызванной снижением уровня воды, свидетельствует о том, что увеличение антропогенной нагрузки или уровня органического загрязнения, а также изменение параметров водной среды, может привести к ухудшению экологического состояния ВО ЧАЭС, что делает крайне важными и необходимыми дальнейшие гидробиологические наблюдения. Вследствие изменения гидрологического и гидрохимического режима ВО ЧАЭС, в последующие годы можно ожидать изменение физико-химиче-

ских форм радионуклидов в донных отложениях, их переход в растворенное состояние и более интенсивное накопление живыми организмами» [9].

Исследования состояния водоема-охладителя Игналинской АЭС показывают, что «как радиоэкологическая, так и экотоксикологическая ситуация озера Друкшяй как 3 года до закрытия ИАЭС, так и 6 лет после ее закрытия в основном изменились незначительно» [10].

Следует отметить, что исследования по экологической оценке водоемов-охладителей и влияния технологических сооружений интересуют и зарубежных ученых [11-14].

Анализ литературных источников также позволяет предположить, что ежегодный и многолетний мониторинг состояния водоемов-охладителей России до сих пор отличается недостаточной проработанностью. Так, например, в крупнейшей Российской научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU по большинству из ГРЭС России недостаточно материалов по оценке экологического состояния, как в открытых, так и ограниченных источниках литературы.

С целью эффективного использования природных ресурсов водоемы-охладители практически всегда используются в рыбохозяйственных целях, что позволяет существенно увеличить объемы производства товарных пород рыб. В Республике Башкортостан эксплуатируется 7 крупных водохранилищ, одним из которых является Кармановское водохранилище, выполняющее роль водоема-охладителя. Водохранилище находится на северо-западе республики на реке Буй. Климат теплый, незначительно засушливый. Средняя температура июля  $+20^{\circ}\text{C}$ , января  $-15^{\circ}\text{C}$ . Площадь водохранилища в створе гидроузла —  $3820 \text{ км}^2$  (59% бассейна

реки Буй), средняя глубина —  $3,8 \text{ м}$ , максимальная (у плотины) —  $14 \text{ м}$  [15]. Температурный режим водохранилища в значительной степени определяет общие закономерности функционирования экосистемы, так же и гидрохимический режим водоема. Его воды используются для охлаждения циркуляционной воды, которые подаются на энергоблоки Кармановской государственной районной электростанции (ГРЭС), для сезонного регулирования стока, для обеспечения водопользования, и для садкового выращивания промысловых видов рыб, как в самом водохранилище, так же на отводящих теплых водах ГРЭС. Уровненный режим водохранилища устойчивый. Сработка уровня до  $0,5 \text{ м}$  происходит в весенний период (апрель-май) для пропуска паводковых вод. Для р. Буй средний расход воды —  $14-15 \text{ м}^3/\text{сек}$ . По объему водной массы водохранилище является крупным водоемом-охладителем со средним показателем условного водообмена — более 5 раз в год. Среднегодовой объем —  $450-500 \text{ млн м}^3$ , в паводок достигает  $600-700 \text{ млн м}^3$  [16]. По химическому составу воды водохранилища являются гидрокарбонатно-кальциевыми с умеренной минерализацией. Большинство химических показателей воды находятся в пределах рыбохозяйственных нормативов [17].

Целью данного исследования является оценка органолептических и физико-химических показателей воды Кармановского водохранилища в 2018-2019 гг. Актуальность и необходимость исследования состояния водохранилища связан с тем, что ряд авторов «выявил качественные и количественные их изменения в последнее десятилетие» (за период с 2002 по 2013 гг.) [18], а исследования, проведенные позже, указывают на отсутствие влияния антропогенного фактора на состояние водо-



Рис. 1. Географическое положение Кармановского водохранилища (место отбора проб отмечено стрелкой)

ема [19]. Отбор проб производился в месте сброса подогретых вод в водохранилище, в соответствии с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [20]. В работе были использованы следующие методы исследования:

- органолептический (запах, цветность, мутность) – определена органолептической комиссией;
- потенциометрический (рН, удельная электропроводность, солесодержание) – измерения произведены с использованием рН-метра MAPK-901;
- фотометрический (кремний, нитрат-ионы, нитрит-ионы, аммонийный азот, медь, железо) – измерения выполнены на спектрофотометре UNICO 1201;

- гравиметрический (сульфат-ионы, взвешенные вещества) – измерения выполнены на цифровых аналитических весах «A&D» GR200, для прокаливания использована лабораторная электропечь SNOL 7,2/1100;

- титриметрический (жесткость, щелочность, окисляемость, хлорид-ионы, свободная угольная кислота) – анализы выполнены с использованием автоматического высокоточного многофункционального титратора АТП-02;

- флуориметрический (нефтепродукты) – анализы выполнены на флуориметре Флюорат 02-3М.

Результаты исследований сопоставлялись с данными состояния экосистемы Кармановского водохранилища за 2002-2013 гг. [18]. Исследования органолептических, общих и суммарных показателей (табл. 1) указывают на отсутствие гнилостных процессов, «цветения» и затухания воды.

Как известно, максимальная продуктивность вод приходится на рН между 6,5 и 8,5. В Кармановском водохранилище в текущем году, по дан-

ным результатов, рН находился в пределах нормы. Окисляемость и щелочность также находятся в пределах нормы, однако в весенний период (март-апрель) наблюдаются незначительные изменения данных показателей, возможной причиной тому являются талые воды, стекающие в водохранилище в большом объеме. Схожие результаты были получены и в исследованиях предыдущих лет, где авторы также отмечали, что «...рН находится в пределах нормы, а средние значения составляли 8,20-8,30».

Результаты исследования химического состава воды показывают, что все показатели изменяются незначительно в зависимости от времени отбора пробы воды (табл. 2). Концентрации хлоридов, сульфатов, нитритов, нитратов, кремниевой кислоты, натрия, аммонийного азота не превышают ПДК, установленных для водоемов рыбохозяйственного назначения (ПДК<sub>рыб.</sub>) [21]. Однако, было выявлено, что концентрации железа общего в среднем превышают ПДК<sub>рыб.</sub> в 2 раза, достигая в отдельные периоды 0,2-0,4 мг/дм<sup>3</sup> при ПДК<sub>рыб.</sub>=0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание меди превышает ПДК<sub>рыб.</sub> в среднем в 2-5 раз, иногда достигая значений 7,5-7,7 мкг/дм<sup>3</sup> при норме не более 1,0 мкг/дм<sup>3</sup>. В исследованиях предыдущих лет также отмечались аналогичные значения содержания железа (от 0,19 до 0,43 мг/дм<sup>3</sup>) и меди (от 2,0 до 11,0 мкг/дм<sup>3</sup>), причем сопоставление результатов исследований двух работ позволяет сделать вывод, что идет тенденция к общему уменьшению этих показателей.

Содержание нефтепродуктов (табл. 3) в среднем составляет 0,009-0,048 мг/дм<sup>3</sup>, что не превышает ПДК, установленных для водоемов рыбохозяйственного назначения. По сравнению с

Таблица 1

Показатели качества воды Кармановского водохранилища

Месяц отбора	Цветность	Мутность	Запах	рН	Общая жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	Перманганатная окисляемость, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Щелочность, мг-экв/дм <sup>3</sup>
ПДК	б.ц.	отс.	б.з.	6,5-8,5	3,4-7,5	4-8	Не нормируется
Апрель	б.ц.	отс.	б.з.	7,75	3,2	6,96	4,8
Май	б.ц.	отс.	б.з.	8,48	4,2	6,36	3,0
Июнь	б.ц.	отс.	б.з.	8,47	5,3	5,84	3,9
Июль	б.ц.	отс.	б.з.	8,40	5,2	5,56	3,9
Август	б.ц.	отс.	б.з.	8,26	5,4	5,16	4,2
Сентябрь	б.ц.	отс.	б.з.	8,40	5,7	5,36	4,7
Октябрь	б.ц.	отс.	б.з.	8,36	5,5	5,24	4,1
Ноябрь	б.ц.	отс.	б.з.	8,5	5,9	4,88	4,5
Декабрь	б.ц.	отс.	б.з.	8,24	6,3	5,08	4,5
Январь	б.ц.	отс.	б.з.	8,33	6,8	5,20	5,0
Февраль	б.ц.	отс.	б.з.	8,00	7,0	5,04	5,3
Март	б.ц.	отс.	б.з.	7,96	4,9	6,72	5,3

Примечания: б.ц. – бесцветна, отс. – отсутствует, б.з. – без запаха.

Химический состав воды Кармановского водохранилища, мг/дм<sup>3</sup>

Месяц отбора	Fe <sup>2+</sup>	SiO <sub>2</sub>	Cl	Cu <sup>2+</sup> , мкг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> , мг-экв/дм <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
ПДК	0,100	5-15	300,0	1,00	40,0	0,08	0,5	5,2	Отс.	100,00
Апрель	0,230	12,82	21,0	3,71	4,06	0,061	0,49	0,55	Отс.	61,73
Май	0,430	11,46	11,0	3,49	5,15	0,077	0,42	0,33	Отс.	52,67
Июнь	0,185	11,15	14,0	7,73	4,58	0,076	0,43	0,27	Отс.	57,33
Июль	0,172	9,74	14,0	3,71	2,38	0,060	0,15	0,34	Отс.	60,08
Август	0,143	13,43	17,0	3,95	2,59	0,056	0,21	0,35	Отс.	48,05
Сентябрь	0,137	13,09	14,0	5,17	1,37	0,032	0,25	0,56	Отс.	67,07
Октябрь	0,180	11,49	20,0	3,46	1,90	0,035	0,19	0,48	Отс.	62,13
Ноябрь	0,138	11,44	21,0	7,71	2,17	0,061	0,36	0,41	Отс.	55,96
Декабрь	0,115	11,96	23,0	6,00	3,11	0,049	0,35	0,21	Отс.	62,95
Январь	0,120	11,36	25,0	4,41	4,21	0,078	0,14	0,52	Отс.	75,30
Февраль	0,095	12,50	29,0	6,91	5,03	0,043	0,15	0,52	Отс.	63,37
Март	0,120	12,90	24,0	7,59	4,25	0,072	0,34	0,39	Отс.	72,42

данными мониторинга с 2002 по 2013 гг., где содержание нефтепродуктов колебалось в пределах 0,025-0,075 мг/дм<sup>3</sup>, можно отметить тенденцию к понижению загрязнения нефтепродуктами.

Таблица 3

Содержание нефтепродуктов в воде

Месяц отбора	Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>
ПДК	0,05
Апрель	0,025
Май	0,041
Июнь	0,025
Июль	0,032
Август	0,008
Сентябрь	0,027
Октябрь	0,021
Ноябрь	0,023
Декабрь	0,048
Январь	0,013
Февраль	0,009
Март	0,027

### Заключение

Таким образом, исследование органолептических и физико-химических показателей воды водохранилища выявило, что качественные и количественные показатели воды сохраняют в динамике общие тенденции, показанные предыдущими исследованиями. Отмечено, что большинство химических показателей воды Кармановского водохранилища, находятся в пределах рыбохозяйственных нормативов. По некоторым показателям наблюдается превышение их ПДК (железо, медь), что требует дальнейших исследований.

В целом, можно сделать вывод, что Кармановская ГРЭС не является прямым техногенным источником повышенных значений отдельных химических показателей исследуемого водоема. Причиной превышения показателей водохранилища, вероятнее всего, являются стоки в р. Буй, привносящей воды в водохранилище, с промышленных, лесозаготовительных и др. предприятий г. Янаула, а также с сельскохозяйственных объектов, что отмечено и авторами предыдущих исследований, где были исследованы пробы воды с различных участков водохранилища.

### Литература

- Здановски Б. Итоги многолетних наблюдений за изменением экосистем озер под воздействием сбросных вод ГРЭС // Особенности гидробиологического режима водоемов-охладителей, используемых для садкового выращивания рыб: Сб. науч. тр. — Л., 1989. Вып. 299. — С. 3-22.
- Экология водоемов-охладителей энергетических станций / Под ред. Г.Ц. Цыбекмитова. — Чита: ЗабГУ, 2017. — 350 с.
- Григорьева И.Л., Федорова Л.П., Чекмарева Е.А. Современное гидроэкологическое состояние Ивановского водохранилища в районе отвода подогретых вод от Конаковской ГРЭС // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология, 2019. № 1. — С. 23-38.
- Сафронова Н.С., Дворкин В.И., Кошечкина И.Я., Федорова Л.П. Исследование состава донных отложений Ивановского водохранилища // Вода: химия и экология, 2018. № 1-3. — С. 3-11.
- Сокол Э.В., Нохрин Д.Ю., Нигматулина Е.Н., Грибовский Ю.Г. Экогеохимическое состояние водохранилища Южноуральской ГРЭС // Водные ресурсы, 2008. Т. 35. № 6. — С. 715-729.
- Андрианова А.В., Заворуев В.В., Заделенов В.В., Лопатин В.Н., Михалева Т.В., Щур Л.В. Оценка современного состояния экосистемы водоема-охладителя

Березовской ГРЭС (Красноярский край) // Водные ресурсы, 2006. Т. 33. № 2. — С. 195-205.

7. Щур Л.А. Фитопланктон как индикатор состояния экосистемы водоема-охладителя Березовской ГРЭС-1 (Красноярский край) // Водные ресурсы, 2009. Т. 36. № 5. — С. 597-605.

8. Морозова О.Г., Камоза Т.Л., Коюпченко И.Н., Савельев А.С., Пен Р.З., Веселкова Н.С., Кудрявцев М.Д. Проблемы эксплуатации водоема-охладителя на примере Березовской ГРЭС-1 // Теплоэнергетика, 2017. №8. — С. 81-88.

9. Гудков Д.И., Киреев С.И., Щербак В.И., Протасов А.А., Каглян А.Е., Обризан С.М., Беляев В.В., Юрчук Л.П. Водоем-охладитель Чернобыльской АЭС на стадии выведения из эксплуатации: динамика содержания радионуклидов и показателей качества водной среды // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века, 18-я Межд. науч. конф. в 3 частях, 2018. — С. 200-201.

10. Марчуленене Д., Ефанова О., Монтвидене Д., Мажейка Й. Радиоэкологическая и экотоксикологическая ситуация водоема-охладителя Игналинской АЭС после ее закрытия // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: V Межд. конф. РАН. — Томск: Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2016. — С. 409-413.

11. Tulonen T., Pihlström M., Arvola L., Rask M. Concentrations of heavy metals in food web components of small, boreal lakes // Boreal Env. Res., 2006. V.11. — P. 185-194.

12. Protasov A.A., Silayeva A.A. Communities of Invertebrates of the Cooling Pond of the Chernobyl NPS. Report 3. Communities of Zoobenthos, Their Composition and Structure // Hydrobiol. J., 2006. V. 42. № 3. — P. 3-23.

13. Protasov A.A., Panasenko G.A., Babariga S.P. Biological hindrances in power stations exploitation,

their typization and main hydrobiological of control // Hydrobiol. J., 2009. V. 45. № 1. — P. 32-46.

14. Kaygorodova I.A., Mandzyak N., Petryaeva E. Genetic Diversity of Freshwater Leeches in Lake Gusinoo (Eastern Siberia, Russia) // The Scientific World J., 2014. V. 2014. — P. 11.

15. Водохранилища Башкортостана // Башкирская энциклопедия. URL: <http://www.xn----7sbacsfscnbdnzsqis3h5a6ivbm.xn--p1ai/index.php/8-spisok/17750-vodokhranilishcha-bashkortostana> (дата обращения: 20.06.2019)

16. Гончаренко Р.И., Махнин В.Г., Миловидова Г.Ф. и др. Водохранилище Кармановской ГРЭС и перспективы его рыбохозяйственного использования // Сборник науч. трудов ГосНИОРХ. № 280, 1988. — С.84-92.

17. Петин А.Н., Лебедева М.Г., Крымская О.В. Анализ и оценка качества поверхностных вод. — Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.

18. Шакирова Ф.М., Валиева Г.Д., Гвоздарева М.А. и др. Динамика качественных и количественных изменений гидробионтов и состояние экосистемы водохранилища под воздействием антропогенного фактора (на примере Кармановского водохранилища) // Изв. Самарского НЦ РАН, 2014. Т. 16. № 1. — С. 198-213.

19. Фаттахова Л.И., Онина С.А., Козлова Г.Г., Минина Н.Н. Исследование аналитических показателей проб воды и почвы на территории Кармановской ГРЭС (г. Нефтекамск, Башкортостан) // Бюлл. науки и практики, 2018. Т. 4. №2. — С. 34-40.

20. ГОСТ Р 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб».

21. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. — М.: ВНИРО, 2011.

#### *Сведения об авторах:*

Газетдинов Ришат Ринатович, к.х.н., доцент кафедры биологии, экологии и химии Бирского филиала БГУ; тел.: 8 (927) 957-10-73; e-mail: aldrich@mail.ru.

Шайнурова Регина Муллахановна, магистрант кафедры биологии, экологии и химии Бирского филиала БГУ.

Бирский филиал Башкирского государственного университета; 452450, Республика Башкортостан, г. Бирск, ул. Интернациональная, 10.

## Полигон ТБО «Саларьево» как возможный источник загрязнения микотоксинами

*Л.В. Мосина, д.б.н., проф., Ю.А. Жандрова, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

Выполненные исследования установили изменения микромицетного состава и характера метаболических процессов в почвогрунте полигона «Саларьево», вызывающих образование микотоксинов, что ещё больше ухудшает экологическое состояние прилегающей территории и негативно влияет на здоровье человека.

*Ключевые слова:* микотоксины, микромицеты, сельскохозяйственные культуры, почвогрунты, полигоны ТБО.

На фоне возрастающего загрязнения окружающей природной среды, среди урбанизированных территорий почва превращается в «депо» токсикантов, среди которых особую опасность представляют микотоксины-вещества микробного (грибного) происхождения, вызывающие тяжёлые заболевания человека и сельскохозяйственных животных [1].

При заболевании животного микотоксикозами отмечается плохая поедаемость корма, угнетённое состояние, понижение прироста, нервные расстройства и др. Животные теряют в весе в результате нарушения жирового обмена. Наблюдается повышение температуры тела, поражается слизистая оболочка рта [4].

Опасность этого загрязнения увеличивается в результате его быстрого распространения, обусловленного, с одной стороны, биологическими особенностями микроорганизмов, а с другой — снижением естественных, природных механизмов защиты и самоочищения почв [2]. Происходящая дегумификация почвенного покрова, его подкисление и уплотнение, загрязнение тяжёлыми металлами, остатками пестицидов и их метаболитами, диоксинами и др. способствует распространению микроорганизмов, продуцирующих токсины, и контаминации сельскохозяйственной продукции и кормов [2].

Некоторые учёные считают образование микотоксинов ответной реакцией микроскопических грибов на различные загрязнения, одними из источников которых выступают полигоны твёрдых бытовых отходов (ТБО), представляющие реальную санитарно-эпидемиологическую опасность, обусловленную наличием в составе отходов различных тяжёлых металлов (ТМ). Однако изученность этого вопроса до сегодняшнего дня остаётся крайне слабой [3].

В этой связи нами была изучена возможность заражения плесневыми грибами и образование микотоксинов в почвогрунтах полигона ТБО «Саларьево» — одного из крупнейших на территории столичного мегаполиса, расположенного на территории Новой Москвы. Полигон занимает территорию, равную 59 га, высота его 80 м, крутизна склона 40-60 градусов. Здесь захоронено 15 млн т отходов.

Контролем служила дерново-подзолистая почва, отобранная в пригородной зоне Московской области.

Почвогрунт данного полигона характеризуется следующими почвенно-экологическими свойствами: низким содержанием гумуса (1,49%), слабокислой реакцией среды (рН КСl 5,1±0,5), средней обеспеченностью  $P_2O_5$  (80,4±7,9 мг/кг) и низкой  $K_2O$  (32±0,3 мг/кг).

Если агрохимические свойства почвогрунта полигона были в целом идентичны, свойственные зональным дерново-подзолистым почвам, то экологические свойства почвогрунта полигона (верхний 10-см слой) существенно отличались неблагоприятными физическими и химическими свойствами: высокой плотностью почвы (величина объёмной массы), которая составляла 1,64±0,12 г/см<sup>3</sup>, что было примерно на 34% выше значения величины объёмной массы контрольной почвы (1,0±0,09 г/см<sup>3</sup>), значительным загрязнением опасными ТМ, превышающими значения ПДК в 2-3 раза (Pb — 56,71 мг/кг, Cd — 3,51 мг/кг), высоким содержанием нефтепродуктов (1150±116 мг/кг при ПДК 300 мг/кг), ПАВ в концентрации 1,38±0,12 мг/кг.

Ухудшение экологического состояния почвогрунтов полигона характеризовалось и изменением их биологической, в том числе микробиологической характеристики. Целлюлозолитическая способность характеризовалась как слабая (% разложения полотна всего 7,8%, что в 2-3 раза ниже зональной дерново-подзолистой почвы).

Также слабой была микробиологическая активность. Суммарная численность микроорганизмов, использующих органические и минеральные формы азота (численность микроорганизмов на МПА и КАА) всего 45-50±4-5 тыс. КОЕ в 1 г почвы, что на 1-2 порядка ниже контрольной почвы.

Вышеуказанные показатели могли быть свидетельством нарушения равновесия между микроскопическими грибами и окружающей средой. В этой связи представляло интерес выявление возможности образования микотоксинов в почвогрунте полигона [1].

С этой целью проводили микробиологический посев и на чашках Петри выявляли группы грибов, которые увеличивали свою численность в условиях загрязнения.

Почвенные грибы выращивали на подкисленном молочной кислотой сусло-агаре (рН 5,5), диагностировали родовую принадлежность по культурно-мор-

фологическим признакам. Культуры микромицетов выращивали на жидкой питательной среде Беккера в течение 6 суток при температуре 25-27°C. После инкубации отделяли биомассу гриба от культуральной жидкости путём фильтрования через стерильную вату. Присутствие токсинов определяли методом фитотестирования по скорости прорастания семян растений-биотестов, помещённых в экссудаты гриба.

Семена были последней репродукции, всхожесть которых составляла 90-95%, тщательно отбирали по близким параметрам, обеззараживали 0,5% раствором марганцово-кислого калия, промывали стерильной водой и замачивали в течение 30 мин в экссудате исследуемой культуры гриба с концентрацией  $4,5 \times 10^6$  КОЕ/мл. Далее семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге, помещая равномерно по 15 штук семян. В таком состоянии чашки инкубировали при 25°C в термостате в течение 5 суток при постоянной влажности. В качестве контроля использовали семена гороха, помещённые в стерильную водопроводную воду. Повторность четырёхкратная.

Фунгицидная активность оценивалась по снижению длины корней проростков и снижению энергии прорастания семян гороха по сравнению с контролем, выраженная в %.

Качественный состав грибного населения в исследуемых образцах представлен в табл. 1.

В почвогрунте полигона установлено наличие фитопатогенных грибов рода *Fusarium* и значитель-

ное (более чем двукратное) возрастание численности грибов рода *Alternaria* – с  $11,4 \pm 1,0$  на контроле до  $27,4 \pm 2,3\%$ .

Принимая во внимание известную фитотоксичность микромицетов рода *Fusarium*, представляло интерес выявление причин увеличения содержания грибов рода *Alternaria* в условиях повышенного загрязнения, что, возможно, связано с изменением метаболических процессов, позволяющих адаптироваться к данным условиям. Для этого было выделено по 3 штамма грибов с каждого варианта и определена их фитотоксическая способность. В качестве биотеста использовали тщательно откалиброванные по массе семена одной репродукции гороха посевного (*Pisum sativum*).

Экссудаты грибов, выделенных из почвогрунта полигона, снижали ростовые процессы биотеста примерно в 2 раза. Длина корня в контрольном варианте составляла  $26 \pm 2,1$  мм, в почвогрунте-всего  $16,5 \pm 1,2$ . Об усилении фитотоксичности грибов рода *Alternaria* свидетельствуют и результаты определения энергии прорастания семян биотеста в динамике (табл. 2).

Выполненные исследования установили изменения микологического состава и характера метаболических процессов в почвогрунте полигона «Саларьево», вызывающих образование микотоксинов, что ещё больше ухудшает экологическое состояние прилегающей территории и негативно влияет на здоровье человека.

Таблица 1

Качественный состав микромицетов в исследуемых образцах [1]

Вариант опыта	Роды грибов, %			
	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Alternaria</i>	Прочие
Контроль	-	$54 \pm 4,1$	$11,4 \pm 1,0$	$34,6 \pm 2,9$
Почвогрунт полигона	$23,2 \pm 1,9$	$39,4 \pm 3,7$	$27,4 \pm 2,3$	$10,0 \pm 0,9$

Таблица 2

Энергия прорастания семян гороха под влиянием экссудатов микромицетов в условиях различного загрязнения [1]

Вариант опыта	Время учёта, час					
	18	24	30	48	96	108
Контроль	$17 \pm 1,4$	$32 \pm 2,0$	$64 \pm 3,5$	$95 \pm 3,0$	$99 \pm 2,0$	-
Почвогрунт полигона	$11,1 \pm 0,9$	$14,2 \pm 1,0$	$32 \pm 2,1$	$43 \pm 2,3$	$57 \pm 3,0$	$62 \pm 2,4$

### Литература

1. Мосина Л.В., Довлетярова Э.А., Ефремова С.Ю. Микотоксины как экологическая опасность. – Иркутск: «Мегапринт», 2017. – 144 с.
2. Мосина Л.В. Влияние загрязнения почв тяжёлыми металлами на изменение качественного состава микробных поселений и образование микотоксинов: Матер. VI Всеросс. конгресса по мед. микологии. Т. XII. – М.:

Национальная академии микологии, 2014. – С. 126-128.

3. Мосина Л.В., Довлетярова Э.А. Опасность образования микотоксинов при загрязнении почв тяжёлыми металлами (на примере свинца) // Тез. докл. 3 съезд микробиологов (10-12 ноября, 2012 г.). – М., 2012. – С. 297.

4. Толоконцев Н.А., Гадаснина И.Д. Яды – вчера и сегодня. – Л.: Наука, 1998.

### Сведения об авторах:

Мосина Людмила Владимировна, д.б.н., профессор кафедры экологии РГАУ; e-mail: ecolog@rgau-msha.ru.

Жандарова Юлия Александровна, аспирант кафедры экологии РГАУ; e-mail: zhandarova-julia@mail.ru.

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, Тимирязевский проезд, д. 2, уч. корпус №6; тел.: 8 (499) 976-45-60.

# Картография

УДК 502.7

## Распространение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов лишайников в Российской Федерации

А.А. Присяжная<sup>1</sup>, к.б.н., В.Р. Хрисанов<sup>1</sup>, к.г.н., С.А. Круглова<sup>1</sup>, В.В. Снакин<sup>1,2</sup>, д.б.н.,  
<sup>1</sup>Институт фундаментальных проблем биологии РАН

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Музей землеведения)

Проведён анализ перечней видов лишайников, занесённых в национальную и региональные Красные книги. Представлена карта, демонстрирующая распределение количества видов лишайников, охраняемых на региональном уровне, в субъектах Российской Федерации. Выявлено, что в 11 субъектах лишайники не внесены в Красные книги. Наибольшее количество видов внесено в Красные книги республик Карелия и Коми. Проведена оценка видового разнообразия всех лишайников в границах биомов. Показано, что самое высокое видовое разнообразие лишайников отмечено в Северо-Западной части России, в южных районах Сибири, на Северном Урале и Северном Кавказе, низкое – в пустынно-степных биомах. Рассмотрены проблемы, связанные с составлением красных списков лишайников.

*Ключевые слова:* лишайники, видовое разнообразие, карты биоразнообразия, Красные книги, перечни редких и находящихся под угрозой исчезновения видов.

### Введение

В России редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды охраняются на федеральном (Красная книга РФ) и региональном уровнях (Красные книги субъектов РФ).

Ранее нами проведены исследования географических особенностей распространения охраняемых на федеральном уровне видов лишайников [1]. Данная статья продолжает эту работу на примере редких и исчезающих видов лишайников, включённых в региональные Красные книги.

### Разнообразие лишайников

В настоящее время во флоре России насчитывается около 4040 видов лишайников, включая традиционно систематизируемые вместе с ними лишайнофильные грибы – около 590 видов [2]. В работе [3] составлена картосхема, демонстрирующая распределение разнообразия этой группы организмов на территории страны. По уровню видового богатства выделены регионы Южной Сибири и Севера Европейской России, включающие в себя 70-80% видового состава лишайников. На основе проведённого сравнительно-гео-

графического анализа показано, что наибольшей самобытностью отличаются лишайнофлоры юга Дальнего Востока, Южной Сибири и Кавказа. Разнообразие лишайнофлоры выше в горах, чем на равнинах, при этом в первых оно возрастает с севера на юг, тогда как в равнинных условиях наблюдается обратная зависимость. В целом повышенное разнообразие лишайнофлоры приходится на регионы с субокеаническим или муссонным климатом и/или на горные регионы; меньшим богатством и низким разнообразием отличаются равнинные территории.

Интегральную оценку распространения лишайников по числу родов на территории России демонстрирует карта [4], на которой показаны максимумы разнообразия, связанные с горными территориями, а также отсутствие зонального распределения.

На основе информационных материалов сайта [5] нами были обработаны данные по видовому разнообразию лишайников в границах субъектов РФ и составлена соответствующая картосхема [1]. Было показано, что максимальное видовое разнообразие наблюдается в северо-западной части



России, в Краснодарском, Красноярском, Забайкальском, Хабаровском и Приморском краях, а также в Республике Алтай. Минимальное видовое разнообразие отмечено в степных регионах России. Большие значения удельного видового разнообразия отмечены на Северном Кавказе.

На основе оцифрованной карты «Биомы России» [6] составлена карта распространения лишайников на территории России в пределах биомов (см. вклейку, *рис. 1*). Индексы биомов сохранены для их идентификации по [6]. Необходимо отметить, что на уникальной для России карте «Биомы России» приведены в полном объёме данные по биоразнообразию флоры (в том числе лишайников) и фауны региональных биомов. Количественная оценка видов растений, по мнению авторов, в силу малой изученности некоторых групп даёт общее (сравнительное) представление о современном флористическом богатстве биомов. Для отдельных биомов количество видов авторы определяли по данным учёта в заповедниках или по экспертным оценкам [7].

Проведённое нами ранжирование биомов по общему видовому разнообразию лишайников выявило пределы изменения этого показателя — 120-1700. Высокое разнообразие (более 1000 видов) наблюдается в некоторых таёжных Южно-Сибирских, Алтае-Саянских и Северокавказских, а низкие показатели (менее 150) — в Прикаспийских пустынно-степных биомах. Оценивая общую картину распространения лишайников, можно отметить, что по уровню видового разнообразия выделяются Северо-Западная часть России, Северный Урал, южные районы Сибири и некоторые оробиомы Северного Кавказа. Это в целом совпадает с вышеперечисленными демонстрациями распространения лишайников в России, за исключением Приморья, где по оценочным данным разнообразие выше.

#### **Охраняемые на федеральном уровне виды лишайников**

В Красную книгу РФ включено 42 вида лишайников, что составляет 1% общего разнообразия лишайников России. Для сравнения, сосудистые растения представлены в Красной книге РФ на 4% [8]. В Красный список МСОП (2019) внесено растений в целом — 9%, лишайников — всего 0,2% от общего количества оценённых и описанных видов соответствующей группы [9].

В предыдущей нашей работе была составлена карта по распространению видов лишайников всех категорий редкости, включённых в Красную книгу РФ [1]. Анализ картографического материала показал, что охраняемые на федеральном уровне виды лишайников представлены повсеместно. Выделены регионы с наибольшим видовым составом редких лишайников — горные территории Кавка-

за, Алтая, Саян, Забайкалья, острова Сахалин, а также районы озера Байкал, южной части Курильских островов, Приморья и Чукотского полуострова. Территории Западной и Центральной Сибири, юго-западные и южные части России характеризуются минимальной концентрацией видов охраняемых лишайников.

#### **Охраняемые на региональном уровне виды лишайников**

Количество охраняемых на региональном уровне видов было определено на основании проведённого анализа региональных перечней редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. В настоящее время во всех 85 субъектах России изданы Красные книги. Количество лишайников, занесённых в различные Красные книги, изменяется от 1 до 109 видов.

На картограмме (см. вклейку, *рис. 2*) отображено территориальное распределение охраняемых видов лишайников. Ранжирование субъектов РФ показало, что более 80 видов охраняется в 3 субъектах, 40-80 — в 89, 20-40 — в 32, 10-20 — в 17, 1-10 видов — в 13 субъектах.

Наибольшее количество видов (109) внесено в Красную книгу Республики Карелия, из них 16 видов отнесено к категориям редкости «находящиеся на грани исчезновения» и «сокращающиеся в численности (исчезающие)». Группа «редкие» включает 69 видов, при этом 7 являются «уязвимыми», 39 — «потенциально уязвимыми» и 23 — «вызывающие наименьшие опасения». Для 21 вида статус редкости не определён (недостаточно данных).

В Республике Коми 27 марта 2019 г. утверждён новый Перечень, в соответствии с которым в Красную книгу включено 85 видов лишайников, из них 16 отнесено в категорию «находящиеся под угрозой исчезновения» и 12 — «сокращающиеся в численности».

Необходимо отметить также такие регионы, как Мурманскую область, Приморский край и г. Санкт-Петербург, где в Красные книги внесено 60 и более видов лишайников.

В настоящее время только в 11 субъектах РФ лишайники не внесены в перечни охраняемых видов, из них 4 — регионы Северного Кавказа: Ставропольский край, республики Дагестан и Ингушетия, Чеченская Республика, хотя Кавказ является «важнейшим центром биоразнообразия лишайников» [2]. Из примерно 2070 известных здесь видов лишайников и систематически близких нелихенизированных грибов, 1/5 часть видов не встречается в других регионах России [10].

Лишайнофлора Ставропольского края наименее всего изучена в северокавказском регионе [11]. По данным авторов аннотированный список включает 279 видов, из которых 225 видов впер-

вые найдены в Ставропольском крае, 164 — новые для Центрального Кавказа и 6 видов — новые для России.

На территории Дагестана обитают 6 видов лишайников, внесённых в Красную книгу РФ. Ещё в 2012 г. было предложено включить их в Красную книгу Республики Дагестан [12]. По данным А.Б. Исмаилова, в высокогорной части Дагестана известно около 160 видов лишайников и лишенофильных грибов, что не отражает реального разнообразия лишайников этой части республики. Несмотря на небольшое число известных видов, здесь было выявлено 28 новых таксонов для республики не известных из других районов [13].

### **Проблемы при составлении региональных красных списков лишайников**

Основными критериями для занесения видов всех групп организмов в Красную книгу любого региона служит, как известно, наличие сведений об изменении численности, количестве местонахождений, характере ареала, степени уязвимости. Создание Красной книги нацелено, прежде всего, на выявление находящихся под угрозой исчезновения видов и естественно редких видов, потенциально уязвимых в силу своих биологических особенностей, а также на обеспечение их сохранения и восстановления. Зафиксировать первый этап снижения численности вида и дифференцировать действительно опасные тенденции от естественных локальных или многолетних флуктуаций численности в масштабах большой территории Российской Федерации очень трудно, а подчас невозможно своевременно заметить. В этом отношении региональные Красные книги при должном научном обеспечении их ведения являются «инструментом мониторинга» и должны служить научной основой для подготовки национальной Красной книги [14]. Сам процесс формирования красных списков позволяет систематизировать разрозненные данные о редких и исчезающих видах, в т.ч. лишайников. Несомненное достоинство этих списков состоит также в привлечении внимания специалистов к дополнительным и более тщательным исследованиям.

В работе Е.Э. Мучник [15] ещё 2010 г. подробно рассмотрены вопросы и проблемы разработки разделов «Лишайники» и ведения Красных книг. С тех пор много изменилось в этой области, во всех субъектах РФ изданы, а во многих переизданы региональные Красные книги, но проблемы остались актуальными:

- «часто для соответствующих разделов имеются хорошие наработки, но переиздание книг, как правило, сильно задерживается из-за недостаточного финансирования» — да;
- «кроме включённых в списки охраняемых обычных, широко распространённых видов, в

Красные книги попадают сомнительные (или ошибочно определённые) виды» — да;

- «в связи со сложностью правильного видового определения лишайников для неспециалиста остаётся актуальной и проблема включения в списки охраняемых видов микролишайников» — да;

- «включать какие-либо виды в Красную книгу и давать им определённые категории нужно с учётом «реальных угроз» их существованию на административной территории» — да;

- «в условиях недостатка либо полного отсутствия специалистов-лихенологов в регионе, а также скудного финансирования (или полного отсутствия такового) работ по ведению Красной книги, существующие на данный момент списки охраняемых видов лишайников часто «консервируются» на неизвестный период времени» — да;

- «администрации некоторых субъектов Федерации отказываются включать в список охраняемых в регионе виды, занесённые в Красную книгу РФ, на том основании, что регион не обязан выделять средства на охрану и мониторинг состояния этих видов на своей территории, такое финансирование должно осуществляться из госбюджета» — вопрос. Должны ли быть автоматически рекомендованы к включению в региональные красные списки виды, обитающие в данном регионе, если они внесены в Красную книгу РФ? По всей видимости, автоматически — нет. Но именно этим видам при составлении региональных Красных книг, по нашему мнению, должно быть уделено самое пристальное внимание и, как минимум, должен быть организован дополнительный мониторинг этих видов в конкретном регионе.

При формировании красных списков, по мнению Г.П. Урбанавичюса [16], критерий «наличие угроз существования вида» должен быть приоритетным, поскольку в охранные списки зачастую включены виды, не испытывающие реальных угроз, без фактического материала по тенденциям сокращения численности популяций. В работе также обращается внимание на то, что использование количественных данных, рекомендованных МСОП (Международный союз охраны природы и природных ресурсов), при оценке видов фактически не происходит, «т.к. отсутствие продолжительного мониторинга состояния популяций по многим видам не позволяет объективно оценивать категории угроз (но не редкости, как некоторые ошибочно полагают)».

### **Заключение**

Проведён анализ региональных перечней редких и находящихся под угрозой исчезновения видов 85 субъектов РФ. Построена карта, отображающая территориальное распределение видов лишайников, охраняемых на региональном уровне.

не. Выявлено, что в настоящее время лишайники внесены в 74 региональные Красные книги, в списках которых количество лишайников изменяется от 1 до 109 видов. Наибольшее количество видов внесено в Красные книги республик Карелия и Коми.

Проанализировано видовое богатство лишайников в России. Представлена карта, демонстрирующая распределение разнообразия лишай-

ников на территории страны в пределах биомов. Выявлено, что по уровню видового разнообразия выделяются Северо-Западная часть России, Северный Урал, южные районы Сибири и некоторые оробиомы Северного Кавказа. Низкое разнообразие отмечено в пустынно-степных биомах.

Рассмотрены вопросы, связанные с составлением региональных красных списков лишайников и выделены наиболее острые проблемы их охраны.

### Литература

1. Присяжная А.А., Хрисанов В.Р., Митенко Г.В., Снакин В.В. Картографирование редких видов лишайников // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2016. № 2. — С. 79-84.
2. Урбанавичюс Г.П. Кавказ — важнейший центр биоразнообразия лишенофлоры // Труды XIV съезда РБО и конференции «Ботаника в современном мире» (Махачкала, 18-23 июня 2018 г.). — Махачкала, 2018. Т. 3. — С. 75-77.
3. Урбанавичюс Г.П. Особенности разнообразия лишенофлоры России // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2011. № 1. — С. 66-78.
4. [http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/npd1\\_18.gif](http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/npd1_18.gif)
5. <http://biodat.ru/>
6. Карта «Биомы России» (М 1:7 500 000) / Гл. ред. Г.Н. Огуреева. — М.: ООО «Финансовый и организационный консалтинг», 2015.
7. Огуреева Г.Н., Котова Т.В. Карта «Биомы России» и ее роль в совершенствовании экологического образования и природоохранной деятельности // Мат. междунар. конф. «ИнтерКарто/ИнтерГИС», 2014. — 20:632-641. DOI:10.24057/2414-9179-2014-1-20-632-641.
8. Присяжная А.А., Снакин В.В., Хрисанов В.Р., Митенко Г.В. Современное состояние учёта охраняемых видов растений и животных // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2015. № 2, 3. — С. 31-37, 38-42.
9. The IUCN Red List of Threatened Species. URL: <http://www.iucnredlist.org/about> (дата обращения: 10.01.2020).
10. Урбанавичюс Г.П., Урбанавичене И.Н. Охраняемые виды лишайников на Северном Кавказе // Мат. IX Всерос. научно-практ. конф. «Заповедники — 2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление», 2019. — Симферополь: «Ариал». — С. 303-306.
11. Урбанавичене И.Н., Урбанавичюс Г.П. К лишенофлоре Ставропольского края (Центральный Кавказ, Россия) // Новости систематики низших растений, 2018. 52(2). — С. 417-434.
12. Абдурахманова Г.М., Шарипов А.Р. Внесение изменений и дополнений в красную книгу республики Дагестан за 2010-2011 гг. — Махачкала: ИПЭ РД, 2012. — 93с.
13. Исмаилов А.Б. Новые находки лишайников в Республике Дагестан // Ботанический журнал, 2017. Т. 102. № 8. — С. 1157-1163.
14. Флинт В.Е. Стратегия сохранения редких видов в России: теория и практика. — М.: Московский зоопарк, 2004. — 376 с.
15. Мучник Е.Э. Лишайники в российских Красных книгах (проблематика и основные тенденции последних лет) // Тр. Тигирекского заповедника, 2010. № 3. — С. 85-89.
16. Урбанавичюс Г.П. Проблемы в использовании критериев при создании Красных книг / Лиخنология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований // 2 Международ. конф., посвященной 300-летию Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН и 100-летию Института спорных растений (Санкт-Петербург, 5-8 ноября 2014 г.). — СПб.: БИН, 2014. — С. 216-217.

### REFERENCES

1. Prisyazhnaya A.A., Khrisanov V.R., Mitenko G.V., Snakin V.V. Mapping of rare lichen species // Use and protection of natural resources of Russia, 2016. № 2. — P. 79-84.
2. Urbanavicius G.P. The Caucasus is the most important center of lichenoflora biodiversity // Trudi XIV RBS Congress and the conference "Botany in the modern world" (Makhachkala, June 18-23, 2018). — Makhachkala, 2018. T. 3. — P. 75-77.
3. Urbanavicius G.P. Features of the diversity of lichen flora of Russia // Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographic series, 2011. № 1. — P. 66-78.
4. [http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/npd1\\_18.gif](http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/npd1_18.gif)
5. <http://biodat.ru/>
6. Map "Biomes of Russia" (M 1:7 500 000) / Ed. G.N. Ogureeva. — M.: «Financial and organizational consulting», 2015.
7. Ogureeva G.N., Kotova T.V. Map "Biomes of Russia" and its role in improving environmental education and environmental activities // Materials of the international conference «InterKarto/InterGIS», 2014. — 20:632-641. DOI:10.24057/2414-9179-2014-1-20-632-641
8. Prisyazhnaya A.A., Snakin V.V., Khrisanov V.R., Mitenko G.V. Current state of accounting for protected plant and animal species // Use and protection of natural resources of Russia, 2015. № 2, 3. — P. 31-37, 38-42.
9. The IUCN Red List of Threatened Species. URL: <http://www.iucnredlist.org/about> (date of issue: 10.01.2020).
10. Urbanavicius G.P., Urbanaviciene I.N. Protected lichen species in the North Caucasus // Materials IX All-Russian scientific practice. conf. «Reserves-2019: biological and landscape diversity, protection and management», 2019. — Simferopol: Publishing house Printing house «Ariale». — P. 303-306.
11. Urbanaviciene I.N., Urbanavicius G.P. To lichenoflora of Stavropol territory (Central Caucasus, Russia) // News of systematics of lower plants (Novosti sistematiki nizshikh rastenii), 2018. 52(2). — P. 417-434.
12. Abdurakhmanova G.M., Sharipov A.R. Making changes and additions to the red book of the Republic of

Dagestan for 2010-2011. — Makhachkala: IPE RD, 2012. — 93 p.

13. Ismailov A.B. New finds of lichens in the Republic of Dagestan // Botanical journal, 2017. Т.102, № 8. — P. 1157-1163.

14. Flint V.E. Strategy of conservation of rare species in Russia: theory and practice. — Moscow: the Moscow zoo, 2004. — 376 p.

15. Muchnik E.E. Lichens in Russian Red books

(problems and main trends of recent years) // Trudi of the Tigireksky reserve, 2010. № 3. — P. 85-89.

16. Urbanavicius G.P. Problems in the use of the criteria when creating the Red book / Lichenology in Russia: current problems and prospects for research. // 2 International. conf. dedicated to the 300th anniversary of the Botanical institute. V.L. Komarova RAS and the 100th anniversary of the Institute of spore plants (St. Petersburg, November 5-8, 2014). — SPb., 2014. — P. 216-217.

*Сведения об авторах:*

Присяжная Алла Александровна, к.б.н., с.н.с. Института фундаментальных проблем биологии РАН (ИФПБ РАН); тел.: 8 (4967) 73-17-83; e-mail: alla\_pris@rambler.ru.

Хрисанов Владислав Радомирович, к.г.н., с.н.с. ИФПБ РАН; тел.: 8 (4967) 73-17-83; e-mail: hvr14@yandex.ru.

Круглова Светлана Александровна, н.с. ИФПБ РАН; тел.: 8 (4967) 73-17-83; e-mail: krugsa@rambler.ru.

Снакин Валерий Викторович, д.б.н., проф., руководитель сектора Музей земледелия МГУ им. М.В. Ломоносова, и.о. заведующего лабораторией ИФПБ РАН; тел.: 8 (495) 939-12-21, 8 (4967) 73-17-83; e-mail: snakin@mail.ru.

Короткие сообщения

**Мегапроект XXI века**

**28 января в Белом зале Интеллектуального центра — Фундаментальной библиотеки МГУ им. М.В. Ломоносова состоялся Круглый стол по реализации Социального Мегапроекта XXI века «Единая Евразия: Транс-Евразийский Пояс RAZVITIE (ТЕПР) — Интегральная Евразийская Транспортная Система (ИЕТС)».**

Круглый стол прошел под председательством ректора МГУ, академика Виктора Садовниченко. В мероприятии приняли участие Президент РАН, академик Александр Сергеев, ректор СПбГУ, чл.-корр. РАН Николай Кропачев, директор ВШССН МГУ, академик Геннадий Осипов, вице-президент РАН, директор Института законодательства при Правительстве РФ, академик Талия Хабриева, член Коллегии (Министр) по интеграции и макроэкономике ЕАЭС, академик Сергей Глазьев, Госсекретарь Союзного Государства Беларуси и России Григорий Рапота, зам-начальника Управления Президента России по обеспечению деятельности Госсовета РФ Вадим Зеленов, Первый вице-президент РГО, академик Николай Касимов, Президент Фонда им. В.И. Вернадского и Росэкоакадемии, чл.-корр. РАН Владимир Грачев и др.

Проект, разработанный под руководством академиков Виктора Садовниченко и Геннадий Осипова, является обширным общенациональным планом не только совершенствования транспортной инфраструктуры России и формирования имеющих планетарное значение международных транспортных коридоров, но и социально-экономического развития нашей страны в целом на долгосрочный период.

Суть проекта «Единая Евразия» заключается в инфраструктурном проекте — в строительстве интегральной Евразийской системы. Планируется создать на территории России с опорой на ее уникальное положение транспортную решетку, с возможным выходом в сопредельные зарубежные регионы, а также обеспечить интеграцию всех видов транспорта и свести их в единую систему согласованного единства транспорта, энергетики и телекоммуникаций.

В числе социально-экономических и геополитических аспектов авторы Мегапроекта называют следующее: обеспечение территориальной связанности страны, преодоление угрозы ее распада; введение в хозяйственный оборот природных богатств Сибири, Дальнего Востока и Арктики; стимулирование социально-экономического развития этих регионов, создание сети высокотехнологичных предприятий, которые станут центрами притяжения квалифицированной рабочей силы, увеличения количества рабочих мест, что создаст условия для закрепления трудоспособного населения на пустующих окраинных территориях России, привлекающих корыстное внимание сопредельных держав, формирование базы для ухода от сырьевой модели экономики, проблема, которая актуализируется с учетом перспективы сокращения запасов нефти; использование уникального географического ресурса российской территории в качестве моста между мировыми экономическими зонами, между Европой и Восточной Азией.

Участники Круглого стола обсудили и единодушно поддержали скорейшую реализацию проекта. В частности Владимир Грачев в своём выступлении подчеркнул актуальность и своевременность совместного стратегического проекта РАН. Принято создать при МГУ Координационный совет, который подготовит проект к направлению руководству страны и активизирует совместные усилия с РАН, органами власти и со всеми заинтересованными сторонами по его продвижению.

Рабочую группу по организации дальнейших мероприятий проекта возглавит декан факультета глобальных процессов МГУ, проф. Илья Ильин, а сотрудники факультета примут непосредственное участие в работе над проектом и его организационном обеспечении.

**НИА-Природа**

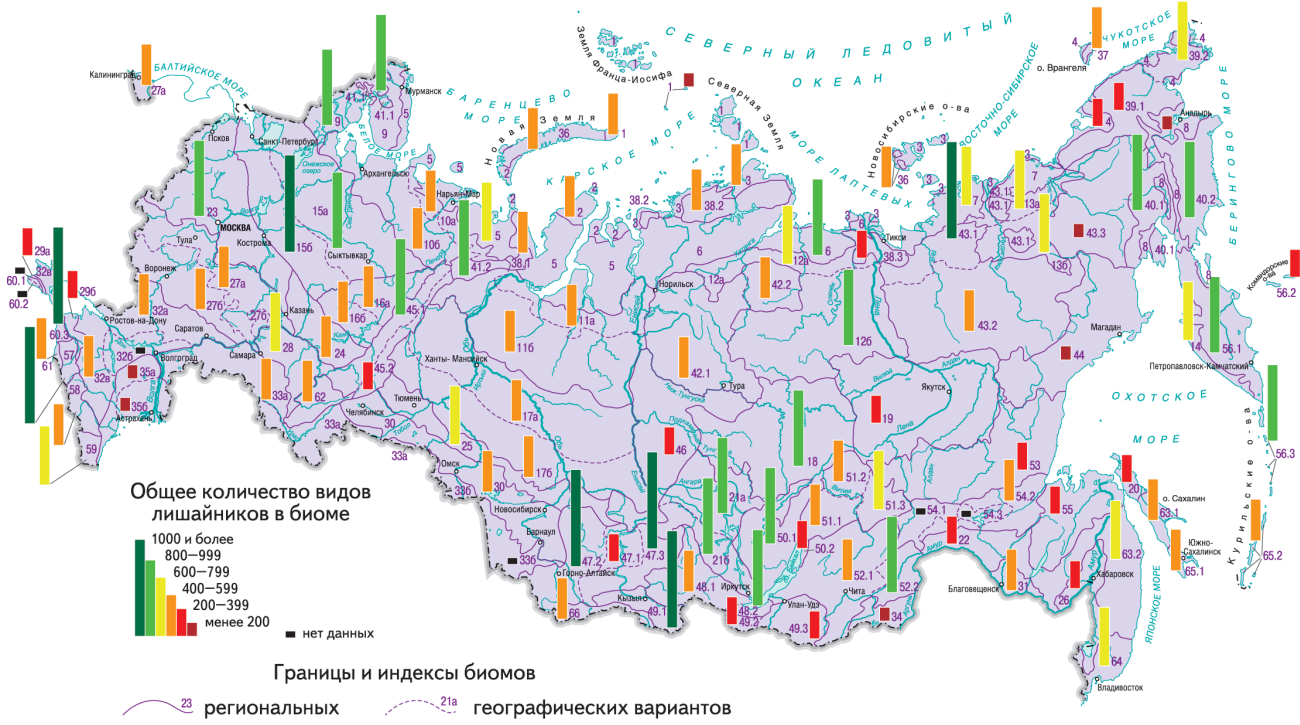


Рис. 1. Видовое разнообразие лишайников на территории России

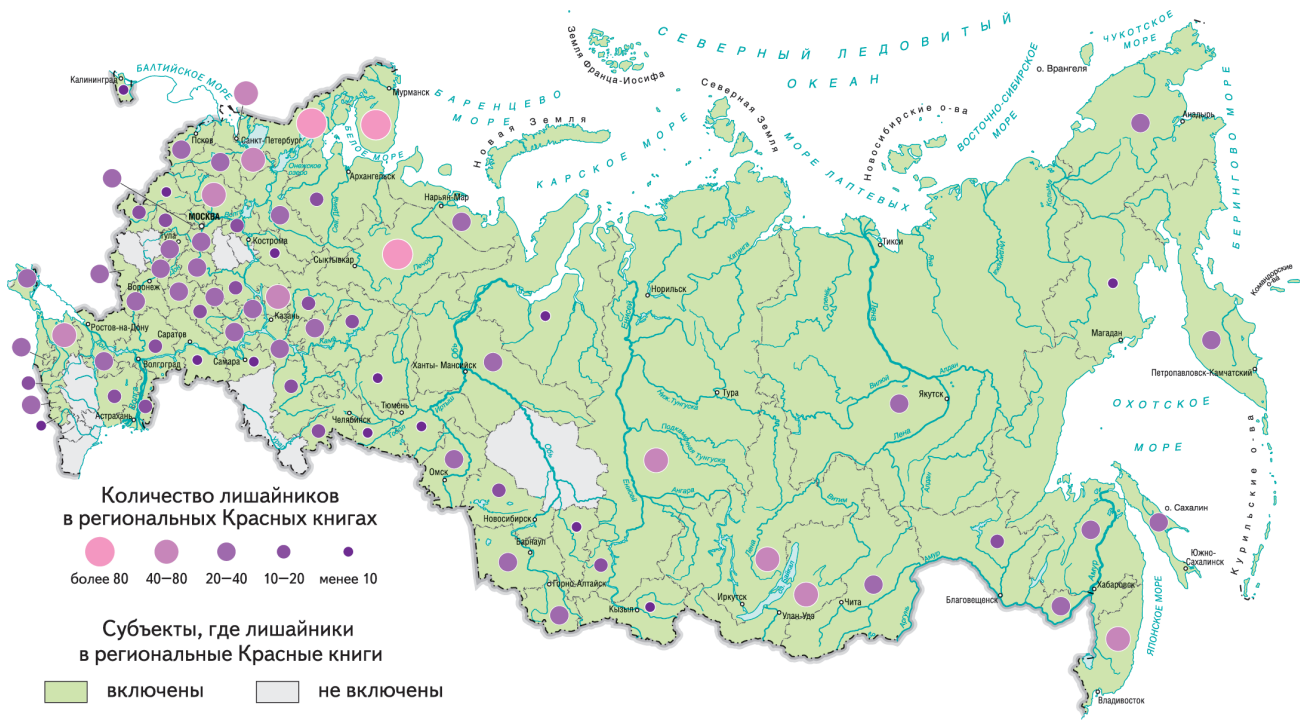
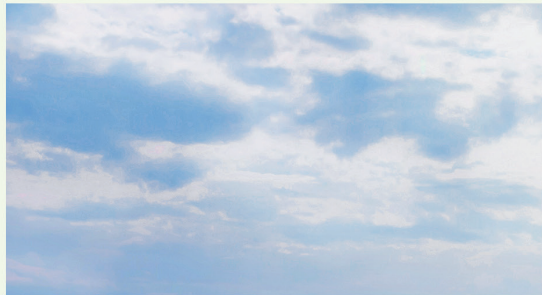
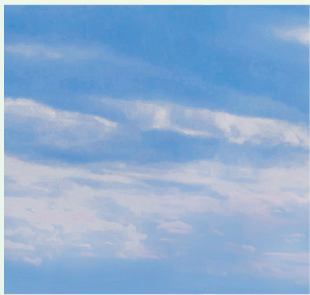


Рис. 2. Лишайники в Красных книгах субъектов РФ



МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО  
ЖИЗНЬ РЕГИОНОВ  
ОБЩЕСТВЕННОСТЬ И ПРИРОДА  
КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ  
КНИЖНАЯ ПОЛКА



# Юбилеи

УДК 910.4

## К 200-летию открытия Антарктиды русскими мореплавателями

*Н.Г. Рыбальский, д.б.н., проф., Е.В. Муравьева, НИИ-Природа*

В статье представлена краткая 200-летняя история открытия русскими мореплавателями под руководством Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева Антарктиды и последующее её изучение российскими полярниками в рамках антарктических экспедиций. Дана информация по старту Года Антарктиды.

*Ключевые слова:* открытие Антарктиды, Ф.Ф. Беллинсгаузен, М.П. Лазарев, М.М. Сомов, А.Ф. Трешников, антарктические экспедиции, Российские антарктические экспедиции, РАЭ, Год Антарктиды.

28 января 1820 г. русские мореплаватели под руководством Фаддей Фаддеевича Беллинсгаузена (1778-1852) и Михаила Петровича Лазарева (1788-1851), совершая кругосветное плавание на шлюпах «Восток» и «Мирный», открыли новый континент — Антарктиду. Наряду с открытием Америки Христофором Колумбом и Австралии В. Янсоном открытие Антарктиды носит планитарный характер.

Еще античные учёные (Аристотель и др.) высказывали предположения о существовании южного континента. Это отмечали и учёные XVII и XVIII вв. Так, великий русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765) высказал в 1761 г. гипотезу, что в южной полярной области существуют острова и «матерая земля». Неоднократно предпринимались попытки найти Антарктиду, однако долгое время никому из них это не удавалось. В отчете о кругосветном путешествии (1772-1775), в значительной степени посвященном поискам Антарктиды, английский мореплаватель Дж. Кук писал: «Я обошел океан южного полушария в высоких широтах и совершил это таким образом, что неоспоримо отверг возможность существования материка...» [1]. После этих слов прославленного мореплавателя о южном континенте забыли на долгие годы.

Русские ученые-мореплаватели — Иван Фёдорович Крузенштерн (1770-1846), Гавриил Андреевич Сарычев (1763-1831), Василий Михайлович Головнин (1776-1831) и др. считали, что выводы Дж. Кука ошибочны. Именно они выступили инициаторами экспедиции для поисков южного материка и, получив одобрение Александра I в феврале 1819 г., уже 4 июля 1819 г. из Кронштадта вышла Русская южно-поляр-

ная экспедиция на шлюпах «Восток» и «Мирный», в которой приняли участие 190 человек [2].

27 января 1820 г. корабли пересекли Южный полярный круг, а на следующий день капитан шлюпа «Восток» Ф.Ф. Беллинсгаузен записал в своём путевом дневнике: «Льды, которые представлялись нам сквозь шедший снег в виде белых облаков». Со шлюпа «Мирный», которым командовал М.П. Лазарев, открывшаяся картина виделась более ясно: «Встретили матёрый лёд чрезвычайной высоты... простирался оный так далеко, как могло только достигнуть зрение». Это были материковые льды. Участники экспедиции были уверены, что за ними скрывается Южный материк, что подтверждало и множество полярных птиц, появившихся над шлюпом.

После этого экспедиция совершила кругосветное плавание вокруг неизвестного Южного ледяного материка, 9 раз непосредственно подходя к его ледяным берегам. За 751 день плавания были открыты и нанесены на карту 29 островов (включая о. Петра I, Земля Александра I, острова архипелага Траверсе и др.), коралловый риф, уточнены координаты некоторых ранее открытых островов. Участники экспедиции собрали уникальные коллекции, сделали зарисовки видов Антарктики и обитающих там животных, заложили принципы изучения ледяного материка, за которым исследователи других стран приступили лишь век спустя, провели исследования шельфовых ледников и айсбергов, физических свойств вод Южного океана, прозрачности, солёности, температуры воды на различных горизонтах, а также магнитные и метеорологические измерения [2].

5 августа 1821 г. экспедиция возвратилась в Кронштадт, пройдя свыше 92 тыс. км, 6 раз пересекая Южный полярный круг, доказав относительную безопасность плавания в антарктических водах.

Описание экспедиции было подготовлено Ф.Ф. Беллинсгаузеном уже в 1824 г., но только в 1827 г. Учёный комитет Главного морского штаба поддержал просьбу о печатании хотя бы 600 экземпляров для того, чтобы «труды были известны», а также с целью не допустить ситуации, когда «учинённые капитаном Беллинсгаузеном обретения (открытие новых земель, островов, водоёмов и т.п.) по неизвестности оных послужат к чести иностранных, а не наших мореплавателей». Описание путешествия (два тома с атласом карт и видов) было опубликовано в 1831 г. под заглавием «Двукратные изыскания в Южном Ледовитом океане и плавание вокруг света в продолжение 1819, 20 и 21 гг., совершенные на шлюпах «Востоке» и «Мирном» под начальством капитана Беллинсгаузена, командира шлюпа «Восток». Шлюпом «Мирным» начальствовал лейтенант Лазарев». Однако за границей книга долгие годы оставалась неизвестной. Иностранные географы о ней узнали лишь в 1863 г., когда картограф Август Петерман раздобыл экземпляр и опубликовал выдержки оттуда на немецком языке.

Вся дальнейшая жизнь Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева проходила в непрерывных плаваниях и боевой морской службе. В 1839 г. Ф.Ф. Беллинсгаузен в чине адмирала назначили главным командиром Кронштадтского порта, который превратил его в неприступную крепость. М.П. Лазарев много сделал для развития русского морского флота. Уже в чине адмирала, командуя Черноморским флотом, он добился полного перевооружения и перестройки флота. Им было воспитано целое поколение моряков.

В знак признания заслуг русских мореплавателей одно из южных полярных морей у западных берегов Антарктиды было названо морем Беллинсгаузена. Его имя также носит мыс на Южном Сахалине и остров в архипелаге Туамоту. Именем М.П. Лазарева названы атолл в группе островов Россиян в Тихом океане, мысы в Амурском лимане и в северной части о. Унимак, бухта и порт в Японском море, две антарктические станции, море и горная цепь в Антарктиде, а также улицы и площади в городах России и СНГ. Его имя носили корабли российского и советского ВМФ. В 1845 г. Ф.Ф. Беллинсгаузен был избран действительным членом только что созданного Императорского Русского географического общества, а адмирал М.П. Лазарев стал одним из основателей Общества, и за заслуги был избран его почетным членом. Вслед за Петром I и И.Ф. Крузенштерном М.П. Лазарев стал иностранным членом Парижской академии наук. 8 января 2020 г. на российской антарктической станции «Беллинсгаузен» состоялось торжественное открытие памятника Ф.Ф. Беллинсгаузену [3, 4].

Приоритет открытия Антарктиды русскими мореплавателями был признан западноевропейскими исследователями. Так, руководитель английской антарктической экспедиции (1840-1843 гг.) Д. Росс писал: «Открытие наиболее южного из известных материков было доблестно завоевано бесстрашным Ф.Ф. Беллинсгаузеном, и это завоевание на период более 20 лет оставалось за русскими».

Антарктида, открытая русскими мореплавателями в 1820 г., продолжительное время оставалась вне поля деятельности нашего государства. Первые российские научные исследования с использованием судов китобойной флотилии «Слава» относятся к 1946-1947 гг., однако регулярные исследования были начаты в 1956 г. в рамках Первой комплексной антарктической экспедиции, образованной Постановлением СМ СССР 13 июля 1955 г. Научное руководство экспедиции было возложено на АН СССР, а оперативное управление — на Главное управление Северного морского пути Минморфлота СССР. Первая антарктическая экспедиция отправилась в Антарктиду на борту дизель электрохода «Обь» из Калининграда 30 ноября 1955 г. 13 февраля 1956 г. был поднят государственный флаг СССР на первой отечественной антарктической станции «Мирный», названной в честь одного из шлюпов Южно-полярной экспедиции. С этого дня началось регулярное изучение Антарктики специалистами нашей страны. В этой экспедиции участвовали 229 человек, из которых 92 — остались на зимовку на станции. Первую комплексную антарктическую экспедицию возглавил известный учёный-океанолог, полярный исследователь, Герой Советского союза *Михаил Михайлович Сомов* (1908-1973). После возвращения он был назначен замдиректора по антарктическим исследованиям Арктического и антарктического НИИ (ААНИИ). М.М. Сомов ещё не раз бывал в Антарктиде, возглавляя 8-ю и 9-ю антарктические экспедиции. В его честь в Антарктиде названы ледник в горном массиве Вольтат и море между морями Росса и Дюрвиля. Его имя присвоено научно-экспедиционному судну (НЭС) Росгидромета. Шведское королевское общество антропологии и географии присвоило ему медаль «Вега», а Британское географическое общество — свою золотую медаль [5].

В рамках подготовки к проведению Международного геофизического года (МГГ) в 1957 г. легендарному полярнику, океанологу, географу, Герою Соцтруда *Алексею Федоровичу Трешникову* (1914-1991) было поручено возглавить Вторую советскую континентальную антарктическую экспедицию и создание в глубине континента, в районе Южного геомагнитного полюса, станции «Восток» в 1500 км от станции «Мирный». Для этого на пути к основной цели были созданы станции «Пионерская», «Комсомольская» и «Восток-1». В 1960 г. А.Ф. Трешников назначен директором ААНИИ. В начале 60-х гг. он стал одним из инициаторов передачи ААНИИ из Минмортранса в Гидрометслужбу, что и состоялось в мае 1963 г.



В 1966 г. под редакцией А.Ф. Трёшникова вышел первый из двух томов атласа Антарктики с характеристикой природы Антарктиды и прилегающих океанов. Именем Президента РГО, чл.-корр. РАН А.Ф. Трёшникова назван огромный залив в море Дейвиса, на побережье которого расположена обсерватория Мирный. В 2012 г. на Адмиралтейских верфях спущен на воду новый флагман российского полярного флота НЭС «Академик Трёшников» [6].

Следует отметить, что Первый вице-президент РГО *Артур Николаевич Чилингаров* неоднократно бывал в Антарктиде. А Почетный президент РГО, научный руководитель Института географии РАН, академик *Владимир Михайлович Котляков*, будучи молодым аспирантом, участвовал в исследовании арктического снега в свою зимовку на станции «Мирный». Директор Института географии РАН, чл.-корр. РАН *Ольга Николаевна Соломина* также внесла свой вклад в изучение Антарктиды.

В декабре 1959 г. в Вашингтоне 12 государств, среди которых был и СССР, подписали Договор об Антарктике, который установил особый правовой режим и создал систему международного управления для Антарктиды.

Это позволило на долгосрочной основе регулировать проблему территориальных претензий в Антарктике, которые были официально заявлены Австралией, Аргентиной, Великобританией, Новой Зеландией, Норвегией, Францией и Чили. Одна из основных целей Договора состоит в обеспечении свободы научных исследований и широкого международного сотрудничества на континенте. Помимо этого, Договор об Антарктике и дополняющий его Протокол об охране окружающей среды (Мадрид, 4 октября 1991 г.) наряду с Конвенцией о сохранении морских живых ресурсов Антарктики (Канберра, 1980) и Конвенцией о сохранении тюленей Антарктики (Лондон, 1972) создали правовую систему, обеспечивающую защиту уникальной природной среды региона в интересах всего человечества, сохранение его в качестве природного заповедника, предназначенного для мира и науки. Мадридским протоколом в Антарктике запрещена любая деятельность, связанная с минеральными ресурсами (за исключением научных исследований).

В дальнейшем сеть постоянно действующих советских антарктических станций была расширена до восьми: Ленинградская (1971), Русская (1980) и Прогресс (1988). Созданная в Антарктиде отечественная инфраструктура в 1970-1990 гг. была самой представительной. Для обеспечения работы станций были построены специализированные НЭС «Михаил Сомов» (1975) и «Академик Федоров» (1987).

В 1992 г. Указом Президента РФ Советская антарктическая экспедиция (САЭ) была преобразована в Российскую антарктическую экспедицию (РАЭ). В последние годы в работе РАЭ принимают участие специалисты свыше 20 научных и научно-производ-

ственных организаций Росгидромета, Роснедр, Росрыболовства, Роскосмоса, Росавиации, Росреестра, Минобороны России, Минобрнауки России и РАН.

В 2004 г. с благословения Патриарха Московского и Всея Руси Алексия II на станции «Беллинсгаузен» был открыт православный храм Святой Живоначальной Троицы. В 2010 г. на станции был введен в эксплуатацию комплекс аппаратуры спутниковой группировки навигационной системы ГЛОНАСС.

В Антарктиде работают пять зимовочных станций: Мирный, Восток, Новолазаревская, Беллинсгаузен Прогресс, а также пять сезонных полевых баз: Молодежная, Оазис Бангера, Русская, Ленинградская, Дружная-4. Все работы проводятся с соблюдением требований международного Протокола по охране окружающей среды и Договора об Антарктике.

В настоящее время в Антарктиде проходит 65-ая РЭА с участием 120 сотрудников сезонной и 110 – зимовочной экспедиции НЭС «Академик Трёшников» и «Академик Федоров» Росгидромета и НИС «Академик Александр Карпинский» АО «Росгеология», задействованы 4 вертолёта, самолёты Ан-2, БТ-67, Ил-76ТД-90ВД и др. Запланировано проведение 42 программ. Ведётся подготовка к созданию нового зимовочного комплекса станции «Восток». В феврале начаты работы по восстановлению инфраструктуры сезонной полевой базы «Русская» с переводом её в 2021 г. в разряд круглогодичных.

28 января 2020 г. на российской антарктической станции «Беллинсгаузен» в рамках торжественных мероприятий, посвященных 200-летию открытия Антарктиды русскими мореплавателями Фаддеем Беллинсгаузенем и Михаилом Лазаревым, дан старт юбилейного Года Антарктиды в России. С приветственным словом к участникам митинга обратился Руководитель Росгидромета *И.А. Шумаков*. На станции были подняты символический флаг двухсотлетия открытия Антарктиды и Знамя Победы. Глава Минприроды России *Д.Н. Кобылкин* от имени Правительства РФ поздравил полярников с 200-летием открытия южного континента русскими мореплавателями, поблагодарил за работу и пожелал здоровья.

После митинга состоялся телемост, связавший станцию «Беллинсгаузен» с Ситуационным центром Правительства РФ в Москве. Полярников, несущих службу, а также ветеранов экспедиций с 200-летием открытия южного континента поздравил Первый зампреда Правительства РФ *А.Р. Белоусов*. Непосредственно на станции российскую сторону представляли Д.Н. Кобылкин, И.А. Шумаков, руководитель экспедиций ВМФ России О.Д. Осипов, начальник 65-й РАЭ А.В. Клепиков и др. Коллег и единомышленников также поздравил Спецпредставитель Президента РФ по международному сотрудничеству в Арктике и Антарктике, Первый вице-президент РГО, легендарный полярник, возглавлявший станцию «Беллинсгаузен» 50 лет назад, Герой СССР и России *А.Н. Чилингаров*. Поздравление от имени

Президента РФ зачитал помощник главы государства *И.Е. Левитин*. «Мы по праву гордимся многими поколениями мужественных, безгранично преданных Родине и профессиональному долгу людей, которые посвятили свою жизнь изучению Антарктиды, обеспечению стратегических интересов нашего государства в этом регионе. Важно, что вы — участники Российской антарктической экспедиции достойно продолжаете дело своих предшественников, ставите перед собой новые профессиональные задачи, вносите значимый вклад в укрепление международной кооперации и добрососедства на благо всего человечества», — говорится в обращении *В.В. Путина* к участникам юбилейных событий.

28 января в Штаб-квартире РГО в Санкт-Петербурге состоялось торжественное заседание Полярной комиссии РГО, посвящённое 200-летию открытия Антарктиды. В рамках мероприятия прошла церемония гашения почтового художественного блока, посвящённого этому славному юбилею. В церемонии приняли участие начальник Главного штаба ВМФ России, адмирал *А.В. Витко* и вице-президент РГО *В.М. Разумовский*. Затем *С.В. Попов* (Полярная морская геологоразведочная экспедиция) рассказал о последних данных, полученных на подледниковом озере Восток. Завершением мероприятия стала презентация двух изданий, подготовленных издательством «Паулсен» к юбилею: 1) репринтное воспроизведение сохранившегося в Научной библиотеке РГО цветного экземпляра Атласа — приложения к вышедшей в 1831 г. книге Ф.Ф. Беллинсгаузена «Двукратные изыскания в Южном Ледовитом океане и плавание вокруг света в продолжение 1819, 20 и 21 годов...», который в отличие от труда Беллинсгаузена ни разу не переиздавался; 2) Альбома «Русская Антарктика. История в иллюстрациях» (автор-сост. Н.А. Кузнецов), в котором через уникальные иллюстративные материалы — от гравюр и чертежей начала XIX в. до работ современных фотографов — рассказывается история открытия и изучения нашими соотечественниками Антарктиды.

С 28 по 29 января в Новороссийске в стенах Государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова проходил Лазаревский форум, посвящённый 200-летию открытия континента Антарктида с участием около 2000 человек. Место

для масштабного мероприятия выбрано неслучайно — Михаил Лазарев по праву считается одним из основателей Новороссийска. В рамках форума в администрации Новороссийска прошёл круглый стол «Лазаревское наследие и современность» с участием автора книги «Адмирал Лазарев» *Ильи Родимцева*.

В Севастополе торжественные мероприятия по случаю 200-летия открытия Антарктиды прошли 28 января на территории музейно-выставочного комплекса РГО «Константиновская батарея». В честь первооткрывателей Антарктиды на батарее прозвучал пушечный залп. Участники мероприятий почтили минутой молчания память моряков русского флота, погибших при исполнении воинского долга, во время морских походов и географических открытий. В музейном комплексе состоялось открытие выставки, посвящённой первой русской антарктической экспедиции 1819-1821 годов. В экспозицию вошли уникальные материалы из архива РГО: копии карт и атласов, распоряжений, картин.

Ожидается, что в Год Антарктиды на российских антарктических станциях побывают и победители конкурсов, посвящённых Антарктиде: старшеклассники, студенты, молодые специалисты и преподаватели. В 2020 г. запланировано проведение около 30 мероприятий федерального уровня и порядка 500 мероприятий в регионах России. На антарктической станции «Беллинсгаузен» в январе 2020 г. установлен памятник Фаддею Беллинсгаузену. 200-летию открытия Антарктиды посвящены кругосветные экспедиции океанографических исследовательских судов «Адмирал Владимирский» и «Янтарь», учебно-парусных судов «Паллада», «Седов» и «Крузенштерн». Запланированы Международная научно-практическая конференция под эгидой Росгидромета, День Антарктики в лагере «Артек», проекты, освещающие деятельность полярников на Южном континенте. Проекты «Сохранение памяти» и «Полярная одиссея» предполагают популяризацию экспедиционной и научно-исследовательской деятельности РФ в Антарктике. Заслуженные исследователи Антарктиды будут награждены государственными и ведомственными наградами. В регионах России запланированы тематические выставки и конференции, творческие конкурсы, лекции, круглые столы и другие мероприятия.

#### Литература

1. Кук Д. Путешествие к южному полюсу и вокруг света. — М.: Географиз, 1948. — С. 15-34.
2. Трешников А.Ф. История открытия и исследования Антарктиды. — М., 1963.
3. Иванов С., Голованов К. Ф.Ф. Беллинсгаузен. — М., 1952.
4. Черноусов А.А. Адмирал Лазарев. Роль личности

в истории России. — СПб.: «Гангут», 2011. — 342 с.

5. Трешников А.Ф. Их именами названы корабли науки: проф. Визе, проф. Зубов, М.Сомов. 2-е изд. — Л., 1984.

6. Алексей Федорович Трешников. К 100-летию со дня рождения. — Ярославль: Изд-во «РМП», 2014. — 223 с.

#### Сведения об авторах:

Рыбальский Николай Григорьевич, д.б.н., проф. кафедры земельных ресурсов и оценки почв факультета почвоведения МГУ, Первый вице-президент Росэкоакадемии, директор НИА-Природа; 108811, Москва, г.п. Московский, бизнес-парк «Румянцево», Г-352; тел.: 8 (495) 240-51-27; e-mail: rng@priroda.ru.

Муравьева Евгения Викторовна, руководитель Центра региональной информации НИА-Природа; 108811, Москва, г.п. Московский, бизнес-парк «Румянцево», Г-352; тел.: 8 (495) 240-51-27; e-mail: mev@priroda.ru.

# Международное сотрудничество

УДК 551.5:57.03.

## Новая внутриконтинентальная воднотранспортная магистраль Союзного государства Беларуси и России

*Ю.Г. Богомолов, к.г.-м.н., С.М. Голубев, к.г.-м.н., В.Ф. Ладыгин, Общероссийская общественная организация  
«Российский союз гидрогеологов» (РосГидроГео)*

Предлагается осуществить строительство судоходного водного пути по кратчайшему направлению между Республикой Беларусь и Российской Федерацией по направлению рр. Припять – Днепр – Угра – Ока с целью создания в перспективе общей внутриконтинентальной воднотранспортной системы Европы с кратчайшими выходами в Средиземное, Балтийское, Белое, Каспийское, Чёрное и Азовское моря.

*Ключевые слова:* воднотранспортные пути, судоходство, водные магистрали, внутриконтинентальные водные пути, трансграничное сотрудничество, речной транспорт, гидротехнические сооружения, судоходный шлюз, водохранилище, водопропускные сооружения, насосные станции.

Данное предложение не является абсолютно новым. Предлагаемое направление воднотранспортной связи Ока – Днепр входило в состав проектно-аналитического доклада Речной доктрины РФ, предложенной Международным движением развития и Институтом демографии, миграции и регионального развития РФ, выполненного в 2015 г. (руководитель разработки Ю.В. Крупнов) [1]. В связи с обозначенными перспективами Союзного государства мы посчитали актуальным в качестве совместного конкретного объекта предложить дополнить существующий транспортный коридор между Россией и Беларусью судоходным соединением.

Развивающиеся и углубляющиеся процессы интеграции во всех сферах Союзного государства Беларуси и России естественно влекут за собой потребность в ускоренном развитии инфраструктурных связей и прилегающих территорий. И, в первую очередь, это относится к транспортным системам: наземным, водным и воздушным. Международные наземные системы между Россией и Республикой Беларусь в настоящее время представлены автодорожным и железнодорожным сообщениями, магистральными трубопроводными коммуникациями по кратчайшим направлениям.

Но, несмотря на близость истоков главных водных объектов, расположенных на территориях обеих стран (Средне-Русская возвышенность), прямые воднотранспортные пути между двумя государствами отсутствуют. Между тем, по обобщённым данным Евросоюза, внутренний водный транспорт на территории Западной Европы относится к наиболее экономичным, безопасным и экологически чистым видам сообщений: на расстояние 1 км при расходе 1 л горючего можно перевести автотранспортом 50 т грузов, железнодорожным – 97 т, речным – 127 т при затратах на поддержание международных экологических требований для перевозки грузов на 1 тыс. км, соответственно – 35 евро, 15 евро и 10 евро.

Целесообразность международной интеграции ЕГС России с европейской воднотранспортной системой были подтверждены в 1997 г. Европейским союзом речного и прибрежного транспорта (ЕРСТУ), объединяющим 12 стран Западной и Восточной Европы и призванного, в том числе, решать вопросы оптимального использования морского прибрежного транспорта, включая судоходство «река – море», европейской интеграции и сотрудничества с Россией, разгрузку сухопутных путей «с автодорог – на море и водные магистрали»,

включение судоходства в мультимодальную концепцию грузоперевозок на условиях конкуренции. Россия вступила в ЕРСТУ 20.09.2006 г. [2].

«Содержание водных путей на европейской части территории России обходится в 50 раз дешевле, чем автомобильных или железнодорожных той же протяжённости. При этом расходы на перевозку грузов речным транспортом в 8 раз меньше, чем на железных дорогах, и в 20 раз меньше, чем при перевозке грузовиками» [3]

К настоящему времени западноевропейские государства практически завершили формирование своей системы внутриконтинентальных водных путей, и их развитие продолжается в направлении дальнейшего совершенствования технологических процессов, экологической безопасности содержания водных путей и мультимодальных транспортных связей.

В странах Европы водный транспорт является одним из наиболее востребованных средств перемещения грузов и пассажиров, занимая в общих транспортных перевозках значительную долю (в зависимости от периода использования, протяжённости, глубины и обустроенности главных водных объектов): в Германии и Бельгии — 13-14%, в Нидерландах — до 44,2%, в Венгрии и Австрии — 5-6%, Люксембурге — 7,5%, в целом по ЕС — более 6,5%. В России при значительно большей транспортной протяжённости и потенциальной пропускной способности внутренних водных объектов на фоне сложившейся перегруженности сухопутных транспортных коммуникаций, значительных финансовых вложений на их развитие и эксплуатацию, нейтрализацию попутно возникающих экологических проблем, особенно в европейской части России — не превышает 3,5-4%.

Вышеприведённые сведения хорошо иллюстрируют недостаточную развитость и эффективность российской модели использования межотраслевых и коммуникационных возможностей водных объектов, включая международные континентальные транспортные связи и потенциальные возможности национальных внутренних водных путей. Организация внутриконтинентального воднотранспортного соединения по кратчайшему направлению из центра экономически и социально развитой европейской части России с Республикой Беларусь и транзитом через неё с Западной Европой, минуя кружные водные пути через Балтийское и Чёрное моря, представляется весьма перспективным и эффективным мероприятием.

Ниже приводится краткая история развития водных путей в широтном направлении.

Строительство искусственных водных путей из Западной Европы на восток к Российской империи началось в 17 в., когда были заложены основы водных путей по кратчайшему расстоянию в междуречье рр. Эльбы и Одера (водные пути

Бранденбургской марки). В середине 18 в. реки Германии и Польши были соединены каналом Бромберг (Быдгощский канал) — от р. Одера к р. Висле. В начале 19 в. водные пути р.Вислы были соединены с реками бассейна Днепра (Королевский или Днепровско-Бугский канал) и бассейна Немана (Августовский канал). В 1805 г. было введено водное соединение Днепра с Западной Двиной. В итоге к середине 19 в. сложилась система континентальных внутренних водных путей Европы по широтному направлению от Днепра до Гаронны. По ней суда могли пройти от Смоленска или Киева до Гамбурга, Парижа или Марселя.

В России во второй половине 19 в. на территории европейской части страны строительство внутренних водных путей на Запад было прекращено. К этому времени уже строились Ново-Мариинский и Ново-Ладожский каналы.

В 1937 г. было завершено строительство канала им Москвы. А после включения в состав СССР Западной Белоруссии за несколько месяцев был построен новый Днепровско-Бугский канал (параллельный старому). В результате внутренние водные пути территорий Украины и Белоруссии были связаны искусственными каналами через Польшу с системой внутренних водных путей Западной Европы, а с реками России — только кружными путями через Чёрное и Балтийское моря.

В 1957 г. Европейская конференция министров транспорта приняла решение о дальнейшем развитии и реконструкции сети внутренних водных путей по направлениям:

- меридиональных соединений Рейн-Майн-Дунай, обеспечивающих связь внутренних водных путей Европы от Балтийского до Чёрного и Средиземного морей;
- широтных соединений (Средне-Германский канал, Быдгощский канал);
- реконструкции направления Днепр-Припять-Буг-Висла.

При этом развитие западноевропейской внутренней воднотранспортной системы с воднотранспортной системой на европейской части РСФСР не рассматривалось.

Водный путь от Одера до Днепра, созданный в конце 19 в., просуществовал до Великой Отечественной войны. После восстановления гидротехнических сооружений и устройства глухой плотины в г. Бресте, воднотранспортное соединение Днепр-Висла-Одер разделилось на два участка: первый — на территории Беларуси, второй — на территории Польши. Водные пути на территории Беларуси от г. Бреста до р. Днепра находились в удовлетворительном техническом состоянии и относились к 4 классу внутренних водных путей международного значения.

Основные реки Беларуси используются для местного судоходства; рр. Днепр и Припять — для

международного (с Украиной, Польшей и далее со странами Западной Европы), в т.ч. и для транзита через Беларусь в Украину.

Судоходство в Республике Беларусь осуществляется по р. Припяти, Днепру-Бугскому каналу, р. Днепру, р. Соже, р. Березине. Река Западная Двина на территории Латвии перекрыта несколькими гидроузлами с ГЭС (Рижский, Кегумский и Плявиньский), поэтому в транспортных целях река используется на отдельных участках, транзитное судоходство отсутствует. Река Неман используется для судоходства от п. Купийска (782 км) на протяжении 769 км до устья реки, исключая литовский участок протяжённостью 13 км от Каунасского гидроузла до речного порта г. Каунаса, т.к. Каунасский гидроузел не имеет судоходных сооружений, и, соответственно, в воднотранспортном отношении река разделена на 2 участка. Здесь обеспечиваются глубины 1,15-1,50 м (землечерпание и русловыправление). В целом на большей части реки Неман перевозки носят местный характер из-за порожистости отдельных участков. Основные речные порты в бассейне Балтийского моря: Полоцк, Витебск.

Из притоков верхнего течения Днепра наибольшее транспортное значение имеют реки Припять и Десна, которые эксплуатируются в свободном состоянии; судоходные условия поддерживаются землечерпанием в комплексе с выравнительными работами.

По р. Припять по Днепру-Бугскому каналу (1846-1848гг.), соединяющего Припять через р. Пину (басс. Днепра) и р. Мухавец (басс. р. Висла) с Западным Бугом, протяжённостью 196 км и 10 шлюзам, осуществляется грузообмен с Польшей. На канале обеспечивались глубины до 1,50 м.

На территории Польши на р. Буге водные пути находились в состоянии ограниченно-годном для транспортной эксплуатации. В 1996 г. на р. Буге в районе г. Бреста с целью проводки каравана из 11 судов были построены временные земляные гидротехнические сооружения для шлюзования на р. Западном Буге.

Русло реки Днепр выше устья р. Припяти (Киевское водохранилище на территории Украины) эксплуатируется в свободном состоянии. Судоходные условия здесь поддерживаются русловыравнительными и землечерпательными работами. Гарантируемые глубины от Рогачева до устья р. Припяти – 0,9-1,25 м.

В 2003 г. Правительством Республики Беларусь была принята программа развития речных и морских перевозок до 2010 г., предусматривающая реконструкцию судоходных шлюзов Днепру-Бугского канала под класс 5-а европейских водных путей международного значения (соединяет рр. Днепр и Буг через рр. Припять, Пину и Мухавец – приток р. Вислы). С того времени реконструировано 4 водопропускные плотины и

1 судоходный шлюз, позволяющий пропускать составы длиной 110 м, шириной 12 м и осадкой судов 2,2 м.

В 2005 г. в Республике Беларусь был подготовлен и представлен на рассмотрение Польской Стороне проект соглашения между правительствами Беларуси и Польши о судоходстве по внутренним водным путям. К такому решению, как сообщила пресс-секретарь Минтранса Беларуси, пришли участники заседания Белорусско-Польской рабочей группы по вопросу восстановления воднотранспортного соединения Днепр-Висла-Одер, которое прошло 06.04.2005 г. в г. Бресте. В правительства стран были внесены предложения об инициировании рассмотрения на заседании Рабочей группы по внутреннему водному транспорту ЕЭК ООН вопроса о проведении экономических и экологических исследований о создании соединения Днепр-Висла-Одер, что соответствовало бы общим интересам государств Западной и Восточной Европы. Для Польши, Германии и др. стран Евросоюза, Соединение представляет экономический интерес для переключения на него в первую очередь массовых грузов (угля, руды, металла и др.) в направлении Германии с Украины и туристических маршрутов.

По оценкам специалистов, стоимость работ по экономическому исследованию целесообразности соединения оценивалась порядка \$500 тыс. Стоимость самих работ по восстановлению водного пути – около \$20 млн.

На территории европейской части России проживает более 80% населения страны, производится основной объём промышленной продукции страны, пролегают практически все виды транспортных коммуникаций, обеспечивающих внутригосударственное и международное движение грузов и пассажиров. И при этом, одним из сдерживающих факторов развития экономики регионов в целом остаётся недостаточно развитая транспортная сфера деятельности, как по недостаточной пропускной способности наземных коммуникаций, безопасности и надёжности перемещения транспортных средств, высоких эксплуатационных затратах и, соответственно, высоких тарифов. На территории европейской части России расположены главные естественные и искусственные воднотранспортные коммуникации, осуществляющие воднотранспортную связь со всеми омываемыми морями, в том числе Единая глубоководная воднотранспортная система с глубинами 4,0 м, и внутренними водными путями с глубинами до 2,2-2,5 м, в том числе канал им Москвы и р. Москва с судоходными глубинами до 2,2 м, р. Ока в среднем и нижнем течениях с глубинами от 1,5 до 2,2 и более метров.

Прямого выхода к морям Беларусь не имеет, но её географическое расположение и гидрогра-

фическая сеть создаёт возможность организации совместно с использованием водных объектов России объединённой внутриконтинентальной воднотранспортной системы, обеспечивающей доставку грузов и пассажиров по кратчайшим направлениям адресатам всей Европы без использования кружных водных путей через омывающие моря. Геополитическая и экономическая целесообразность данного предложения для всех участников перемещения грузов и пассажиров достаточно очевидна.

Направления внутриконтинентальных воднотранспортных соединений на территории России возможны по двум маршрутам: с использованием бассейнов водных объектов Верхней Волги и р. Оки. Первое направление по экспертной оценке нежелательно, так как этот участок относится к зоне водообеспечения водными ресурсами питьевой водой Московского региона и является более длинным маршрутом до Центрального Поволжья, чем второй — с использованием притоков бассейна реки Оки с прямым выходом в реку Волгу в районе Нижнего Новгорода.

На р. Оке судоходные условия в настоящее время обеспечиваются главным образом землечерпанием, только на участке ниже впадения р. Москвы в Оку эксплуатируются два реконструированных в последние годы шлюза — Белоомутский и Кузьминский, позволяющие поддерживать здесь гарантированные глубины, как и в р. Москве. Река Москва на протяжении от соединения с каналом им. Москвы до впадения в р. Оку, представляют собой систему, состоящую из 5 транспортных ги-

дроузлов, гарантирующую глубины до 2,2 м, что хорошо сочетается с техническими характеристиками Днепро-Бугского канала под класс 5-а европейских водных путей международного значения.

Предварительным проектным обследованием вариантов кратчайшего соединения воднотранспортных путей Беларуси с центральной частью европейской территории России авторами был выбран маршрут по рр. Припять — Днепр — Угра — Ока, проходящий по водным объектам (или их участкам) расположенным на национальных территориях Союзного государства (в обход территории Украины). При последующем детальном исследовании возможно рассмотрение иных маршрутов, например, с использованием притоков р. Днепра — рр. Березины и Десны. Кроме выше изложенного, предложенная трасса соединения имеет хорошую перспективу для организации воднотранспортного соединения с р. Верхним Доном по кратчайшему расстоянию от русла р. Оки в районе г. Коломны (близко от устья р. Москвы), что позволит одновременно улучшить водообеспечение верхнего течения реки выше Цимлянского водохранилища и осуществлять местное судоходство в обход Украины (рис.).

При выборе варианта трассы соединения экспертно были приняты следующие условия:

- пересечение государственных границ только Беларуси и России;
- максимальное использование участков русел (долин) рек с существующим местным судоходством, совпадающих с общим направлением воднотранспортного соединения;



Рис. Линейная схема воднотранспортного соединения бассейнов рек Днепр и Ока

- минимально возможный общий перепад высот по трассе соединения, включая участок пересечения водораздела Днепр — Ока (Средне-Русская возвышенность);

- при назначении перегораживающих сооружений на реках подпорные уровни воды в верхних бьефах не должны превышать паводковых уровней воды 25% обеспеченности (требования к санитарной промывке русел рек) и обеспечивать возможность суточного или 3-х суточного регулирования дождевого стока;

- скорость течения воды в руслах судового хода рекомендуется не выше 1,5 м/с и не менее 0,3 м/с;

- количество и местоположение перегораживающих подпорных сооружений по трассе должно учитывать технические и экологические возможности проведения землечерпательных (как правило, не более 1,5 м) и русловыправительных работ;

- шлюзовые камеры при перегораживающих сооружениях должны быть унифицированы по габаритам, оснащены паводковыми водосбросами и мостовыми переходами; при необходимости — должны быть предусмотрены рыбопропускные сооружения;

- водопропускные сооружения под искусственными каналами должны работать в безнапорном режиме и быть оснащены сороудерживающими решётками;

- при пересечении открытых или освоенных территорий уровни воды в судоходных каналах должны не нарушать естественных гидрогеологических условий местности;

- при размещении трасс искусственных каналов необходимо учесть требования к сохранению путей миграции прилегающих ареалов обитания животных и охраняемых территорий, включая необходимые мероприятия по охране археологических и исторических памятников;

- в случае выявления сезонного дефицита водных ресурсов для обеспечения судоходных условий следует предусмотреть возможность создания регулирующих ёмкостей на верхних участках соединения (например, с использованием рельефа Средне-Русской возвышенности) или предусмотреть соответствующие ёмкости в руслах судоходных каналов.

Исходя из вышеизложенного, предварительно был выбран следующий маршрут трассы:

- р. Припять (от поворота русла реки в Киевское водохранилище) — русло р. Ведрича — р. Днепр (от н.п. Речицы до н.п. Дорогобужа) — русло р. Осмы — пересечение водораздела в р-оне н.п. Афонино — русла притоков р. Угры рр. Расловки и Гордоти (до устья) — р. Угра (5 км ниже н.п. Пищево) — русло р. Угры до н.п. Баталы — притоки Сигоса и Собжа (спрямление петли р. Угры) в русло р. Угры (н.п. Косая Гора) — далее

по руслу до устья р. Угры — р. Ока (в 7 км выше г. Калуги) — далее по руслу р. Оки до устья левого притока р. Москвы (г. Коломна). Ниже данного створа р. Ока имеет гарантированные глубины для пропуска судов с осадкой до 2,2 м и более (ниже 2-х шлюзов на устьевом участке реки) до р. Волги.

Общая протяжённость трассы предлагаемого варианта соединения с учётом извилистости русел рек не превышает 1000 км, в том числе: протяжённость водного пути на западном склоне соединения (по р. Днепру) составляет около 500 км, участка канального русла р. Припяти — Днепра — около 60 км; водораздельного участка р. Днепра — р. Угры — около 55 км, восточного склона около 450 км, включая канальный участок спрямления русла р. Угры, протяжённостью около 50 км. Канальные участки водного пути включены для сокращения протяжённости трассы соединения и исключения двукратного пересечения государственной границы с Украиной. Максимальный перепад отметок водной поверхности на западном склоне соединения составляет около 65 м, на восточном склоне — около 75 м. При этом практически на всех участках используемых водных объектов в естественных условиях осуществляется местное судоходство с осадкой судов от 0,55 м до 1,0-1,5 м.

Оценка обеспеченности сооружений трассы естественными водными ресурсами достаточна в многолетнем и годовом разрезах. Гидрологический и паводковый режимы однотипны на реках западного и восточного склонов Средне-Русской возвышенности. Естественные уклоны и гидрогеологические условия русел рек также близки, что позволяет по природным условиям предварительно принять для оценки однотипные инженерные решения для сооружений на западном и восточном склонах. Расположение перегораживающих сооружений и вододелителей со шлюзовыми камерами на трассе соединения позволяет обеспечить самотечное наполнение водными ресурсами межбьефовых пространств.

Для предварительной характеристики природных условий русел рек ниже приведены условия на *западном склоне* в районе г. Орши.

*Рельеф и грунты.* Территория представляет собой полузакрытую частично заболоченную равнину с абсолютными отметками местности 140-220 м. Грунты преимущественно супесчаные и суглинистые, по долинам и руслам рек — иловато-песчаные. Грунтовые воды на пониженных участках залегают на глубине 1-2 м, местами — до 15 м.

*Гидрография.* Ширина русла реки составляет 70-120 м, глубина — 1,5-4,0 м, скорость течения — 0,3-0,4 м/с. Берега обрывистые, высотой до 3-х метров.

Замерзают реки в начале декабря, вскрываются в начале апреля. Толщина льда до 50 см. Во

время половодья уровень воды в Днестре повышается до 7 м. Небольшие дождевые паводки с подъёмом уровней воды до 2 м наблюдаются во второй половине лета и осенью.

Ветры в течение года преимущественно западных направлений, скорость ветров 3-5 м/с.

На участке Днестра осуществляется местное судоходство: выше г. Орши — нерегулярное, ниже — регулярное с осадкой судов 0,55 — 1,0 м.

Для водораздельного участка, отличие составляют лишь рельеф и грунты.

Трасса соединения намечена по пониженной части Средне-Русской возвышенности в седловине с отметками прилегающей местности (холмов) 230-240 м при отметках воды в естественных малых водотоках около 170 м. Долины рек заболочены. Грунты основания представлены суглинками, супесчаниками и песчано-гравелистыми породами, на болотах встречаются торфяные грунты. В руслах малых речек и ручьев — иловато-песчаные отложения.

Характеристики природных условий русел рек *Восточного склона* достаточно близки к условиям западного склона (для предварительной экспертной оценки).

С учётом вышеизложенного, предварительно состав основных гидротехнических сооружений под габариты составов длиной 110 м, шириной 12 м и осадкой судов 2,2 м (по аналогии с программой реконструкции судоходных шлюзов Днепро-Бугского канала) оценивается:

- насосная станция (резервная, на р. Припяти) — 1 шт.;
- вододелители — 3 шт.;
- перегораживающие сооружения со шлюзами — 8-10 шт.;
- судоходные каналы в земляном русле (с откосным берегоукреплением, возможно — биологическим) для двухстороннего движения — 110 км;
- протяжённость незарегулированных участков русел рек с землечерпанием и русловыправительными работами, включая межбьефовые участки — 700 км.

Дополнительно, к выше указанным сооружениям, вероятно, следует оценить экономическую целесообразность устройства малых ГЭС при перегораживающих сооружениях на бытовом (частично зарегулированном) стоке используемых рек Днестра, Угры и Оки.

Предварительно, стоимость работ по эколого-экономическому исследованию целесообразности и допустимости соединения составит порядка 450-500 тыс. евро, срок выполнения исследования 10-12 месяцев. Стоимость строительных работ по организации и строительству воднотранспортного соединения будет оцениваться по результатам предварительного исследования в составе технического задания и программы на выполнение НИР и ПИР.

Авторы считают целесообразным включить данное предложение в план работ Союзного государства Беларуси и России на 2020 и последующие годы.

#### Литература

1. Речная доктрина Российской Федерации. Проектно-аналитический доклад к разработке доктрины. — М., 2015. URL: <http://www.proektnoegosudarstvo.ru/materials/0017>.
2. Олерский В.А. Транспорт РФ, 2006. №7.
3. Медник Э. Речной крен // Аргументы недели, 2016. №21 (512).

#### Сведения об авторах:

Богомолов Юрий Герасимович, к.г.-м.н., Председатель Правления РосГидроГео; 115191, Москва, ул. 2-я Рощинская, 10, тел. 8-916-439-44-49, e-mail: y.g.bogomolov@mail.ru;

Голубев Серафим Михайлович, к.г.-м.н., Первый заместитель Председателя Правления РосГидроГео; 115191, Москва, ул. 2-я Рощинская, 10; тел.: 8-903-122-43-40, e-mail: rosgidrogeo-union@mail.ru;

Ладыгин Валерий Фёдорович, советник РосГидроГео, Почётный работник водного хозяйства РФ, ГИП комплексных объектов перспективного проектирования ЗАО «ПО «Совинтервод»; 129344, Москва, ул. Енисейская, 2, стр.2; тел.: 8-916-342-15-12; e-mail: vfi5494@gmail.com.



# Календарь событий



С 25-27 марта в г. Оренбурге в конгресс-центре «Армада» пройдёт II специализированная выставка «ЭКОЛОГИЯ. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ», организованная Правительством Оренбургской области, Союзом «Торгово-промышленная палата Оренбургской области», ООО «УралЭкспо».

Выставка содействует развитию природоохранных проектов, продвижению современного, ресурсосберегающего оборудования, внедрению новейших научно-технических достижений в природоохранную деятельность, обеспечению экобезопасности, выявлению и демонстрации экопотенциала Оренбургской области, экопросвещению населения.

Разделы:

- охрана окружающей среды и экологическая безопасность;
- оборудование неразрушающего контроля;
- энергетическая безопасность;
- экспертиза промбезопасности;
- спецодежда, спецобувь и СИЗ;
- рециклинг и вторичные ресурсы;
- реабилитация загрязненных территорий и акваторий;
- безопасность труда на опасных объектах;
- подготовка и переподготовка работников ОПО.

Одновременно будет проходить XVII специализированная выставка «НЕФТЬ. ГАЗ. ЭНЕРГО», включающая, в частности, разделы:

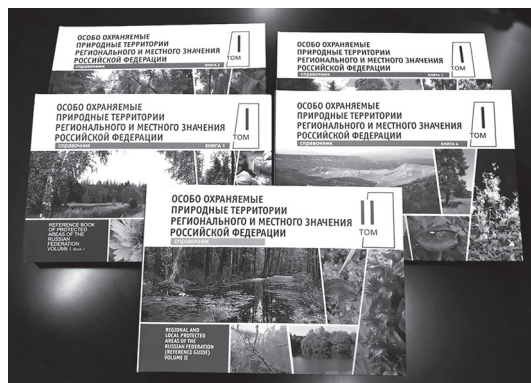
- энергосберегающие конструкции, оборудование, технологии;
- охрана окружающей среды и экологическая безопасность;
- комплексная переработка сырьевых ресурсов, утилизация промышленных и ТКО;
- очистка сточных вод и обращение с осадком;
- реабилитация загрязненных территорий и акваторий.

Участники: более 60 российских и зарубежных отраслевых компаний.

Подробнее о выставке на сайте: <http://www.uralexpo.ru/vystavki/156>; тел.: 8 (3532) 67-11-03, менеджер выставки – Елена Гуляева.

Координатор деловой программы – Инэтта Катаева, тел.: (3532) 67-11-04.

# Книжная полка



Потапова Н.А., Назырова Р.И., Елманов С.А., Мошняга О.В., Ганицкий И.В., Мирутенко М.В., Виляева Н.А., Рипа С.И., Милютин М.Л., Федотов М.П., Мазохин А.С., Макриди И.Б., Семенцова М.В., Белоусова А.В., Терехов А.С., Очагов Д.М. Особо охраняемые природные территории регионального и местного значения Российской Федерации (справочник) в 2 томах / Отв. ред. Р.И. Назырова, Д.М. Очагов. Т. 1 (книга 1-4), Т. 2. — М.; Симферополь: Бизнес-Информ, 2019.

Справочник по ООПТ регионального и местного значения России подготовлен специалистами научно-методического центра «Заповедное дело» ВНИИ Экология Минприроды России с использованием нормативных правовых актов, по материалам профильных органов исполнительной власти субъектов РФ, архивным материалам Института, иным ведомственным и литературным данным. Региональные и местные ООПТ России покрывают около 9,9% территории страны, федеральные — лишь около 3,0%. Обобщены сведения за 2018 г. по 11,6 тыс. ООПТ регионального и местного значения общей площадью около 1,7 млн кв. км.

Справочник издан в 2-х томах из 5 книг: т. 1, кн. 1 — СЗФО, ЦФО (начало); т. 1, кн. 2 — ЦФО (окончание); т. 1, кн. 3 — ПФО (начало); т. 1, кн. 4 — ПФО (окончание), ЮФО и СКФО; т. 2 — УФО, СФО и ДФО.

В справочнике в едином ключе и в значительном объеме представлена наиболее полная информация о природных комплексах, объектах охраны, целях и за-

дачах создания, нормативной правовой основе функционирования, географическом положении (в текстовом виде) и других важнейших характеристиках данных ООПТ. В 2001 г. специалистами ВНИИ Природа (ныне — ВНИИ Экология) был подготовлен и издан Сводный список особо охраняемых природных территорий Российской Федерации. В 2006 г. он был переиздан с существенными изменениями и дополнениями.

Авторы посвятили издание светлой памяти Александра Владимировича Русанова — основателя и первого президента «Природоохранного фонда «Верховье», географа, специалиста в области заповедного дела.

Издание предназначено для специалистов в области охраны природы и использования природных ресурсов, экологов широкого профиля, преподавателей и студентов вузов.

Книги доступны для скачивания на сайте ВНИИ Экология: <http://vniiecolgy.ru/index.php/oopt/oopt-publications>

---

# NATURE

## General Problems of Nature Management

### Transport and Energy Corridor with Japan: from Geostrategy and Geopolitics to the Laws of the Future Development of Russia in the Context of Globalization and Sanction

*M.Ch. Zalikhanov, the Academician, the Russian Academy of Sciences (RAS), the Alpine Geophysical Institute (c. Nalchik), A.Kh. Atabiev, Dr.Sc. (Economy), the Academician, the Russian Academy of Nature Sciences*

The problems and prospects of strategic cooperation with Japan on joint development of resources of the Far East and Siberia for the purpose of economic development of Russia are considered. The article substantiates the «Eurasian model of Russia's development» through strategic partnership with Japan, as a powerful platform, called in Japan «Putin's» project for the construction of a land-free transport and energy corridor of Russia with Japan through Sakhalin Island. The comparison of this project with the economic opportunities of the New Silk Road of China is given. The authors have proposed a tunnel version of a poly-highway that joints a high-speed railway, combined with a highway, power bridge and fiber-optic communication lines. Within the framework of this concept, the expediency of laying an oil and gas pipeline to Japan is also considered.

*Keywords:* strategic partnership, transport and energy corridor, transit potential, sustainable development of the region, development of the resource base.

## Mineral Resources

### Should Become Mineral a Hydrogen?

*S.V. Belov, Dr.Sc. (Geology), the Academician, the Russian Academy of Nature Sciences*

In connection with the growing development of hydrogen energy, the perspective of discovery industrial deposits of endogenous hydrogen in the lithosphere are being considered. It is indicated that it is necessary to include hydrogen in the Russian register of minerals and to carry out advanced scientific investigations in this direction. In the context of the development of hydrogen energy, and low oil prices, the feasibility of developing oil and gas prospecting on the Russian Arctic shelf in the short term is discussed.

*Keywords:* hydrogen energy, hydrogen deposits, oil, gas, Russian arctic shelf.

## Water Resources

### Transformation of the Irrigated Sector of the Agro-Industrial Complex of Russia During the Post-Soviet Period

*A.P. Demin, Dr.Sc. (Geograph.), the Institute of Water Problems, the Russian Academy of Sciences (RAS)*

It is shown that in conditions when about 80% of the country's agricultural land is located in the zone of risky farming with insufficient and unstable moisture, increasing productivity and sustainable development of agriculture is impossible without carrying out comprehensive land reclamation. It was revealed that from 1990 to 2016 the area of irrigated land in the country decreased from 6.2 to 4.7 million hectares, and the areas under valuable crops decreased at the highest rates. The transformation of the ameliorative state of irrigated agricultural land by the level of groundwater and soil salinization is estimated. It has been shown that in just a few years, the yield of vegetables, sugar beet, corn decreased by half, and fodder yield – by 2.3 times, since the amount of applied fertilizers decreased by 6-8 times, the quality of seed material and fertility of reclaimed land sharply decreased, it significantly deteriorated technical condition of irrigation systems. Of the total irrigated area in 2016, 785 thousand hectares (17%) were not used in agricultural production, mainly due to salinization and flooding. It is characteristic that in 1990 only 3.7% of irrigated lands were not used.

*Keywords:* Ameliorative condition of irrigated lands, federal districts, irrigated lands productivity, technical condition of irrigation systems, salinization and flooding, not watered land area.

### Regional Approach to the Estimation of the Process for Forming Drain at the Drainage of Small Rivers of the Republic of Tatarstan

*A.T. Gorshkova, Can.Sc. (Geograph.), O.N. Urbanova, Y.V. Gorbunova, the Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use, the Tatarstan Academy of Sciences*

For an objective assessment of changes in river flow in the basin of the small river Aktai, hydrographs of the phases of the hydrological regime of the river were analyzed. It's formation must be influenced by various physiographic factors of the water withdrawal. It was shown that changes in perennial fluctuations in the runoff of the Aktai river occurred within their natural variability.

*Keywords:* river runoff, hydrograph, stock-forming complexes, phases of the hydrological regime.

## Land Resources and Soils

### From Rational Land Use to Soil Neutrality

*V.A. Dolginova, Can.Sc. (Biology), the Research Centre «Agroprognoz», N.N. Rybalskiy, Can.Sc. (Biology), the Faculty of Soil Science, the Moscow State University*

The article shows the Rational Land Use paradigm transformation into the concept of «soil neutrality» (also called «Land Degradation Neutrality» – LDN). There is proposed an alternative designation for the LDN term – «soil neutrality». The concept of soil neutrality and its historical path is analyzed too. There are formulated seven theses of soil neutrality; studied the tasks and methodology of soil neutrality. The methodology of achieving soil neutrality is assessed in comparison with existing Russian approaches.

*Keywords:* rational land use, soil neutrality, soil science, Land Degradation Neutrality (LDN), soil health, soil assessment, soil degradation, soil restoration, erosion, Dokuchaev, database, monitoring, sustainable development, food security, soil protection.

### Development of an Integrated Data Bank for Greening Land Use and Expertise of Land Management Materials

*S.S. Ogorodnikov, A.S. Yakovlev, Prof.-Dr.Sc. (Biology), the Faculty of Soil Science, the Moscow State University, A.P. Sizov, Prof.-Dr.Sc. (Engineer.), the Moscow State University of Geodesy and Cartography*

---

The article considers the prerequisites for the creation of an integrated data bank for the organization of effective management in the field of environmental protection and land use. In particular, the design Bureau is designed to provide and organize the system of planning and land management activities, environmental and land management expertise, as well as the implementation of environmental monitoring and control.

*Keywords:* Integrated data bank, Unified state register of soil resources of Russia, natural resource cadastre, environmental regulation, ecological and land management expertise.

## Forest Resources

### Aspects of Development of the Natural Structure of the Metropolis in Siberia (on the example of Krasnoyarsk)

*A.S. Volkova, S.L. Shevelov, Prof.-Dr.Sc. (Agric. Sc.), the Siberian State University of Science and Technology*

The article considers the territorial development of the natural base on the example of the natural zone of the city of Krasnoyarsk and its vulnerable territories are presented. The features of the state of individual elements of the natural framework of the city, as well as the assessment of their effectiveness in accordance with the current environmental situation in the last decade, are established. The categories of green spaces in the inner-city space, as well as their structure of organization and management, are defined too. There are presenting main ecological factors influencing the degree of anthropogenic load on natural stands forming forests of green zones. Also specific indicators on the degree of anthropogenic load on the existing green infrastructure of the city and the structure of industrial pollution are presented. Planning and engineering measures for the development and preservation of potentially promising natural areas as six vectors of territory development are describing. There are highlighted main aspects of sustainable development of green areas in an urban environment. A brief methodology for the formation of a viable natural framework is formulated on the example of the city of Krasnoyarsk, the basis of which, subject to additional research, will contribute to achieving the balance of urban areas as a whole.

*Keywords:* urban natural framework, green zone, anthropogenic landscape, technogenic factor, dynamics of wood stands, environmental protection function, sanitary and hygienic norms.

## Biodiversity

### Biological Diversity and Natural Ecosystems as a Resource of Environmental Stability

*N.A. Sobolev, Can.Sc (Geograph.), the Institute of Geography, the Russian Academy of Sciences (RAS)*

The use of biological diversity to assess the ability of ecosystems to self-regulation is considered. Biodiversity is defined as a property of living systems. There are introduced resource and competitive regulations in biota communities. The definitions of chorological classes, full biota, and level of biodiversity are specified. The use of the ecological diversity of rare species as an indicator of the natural biodiversity is justified; a criterion for the full biota is formulated too. A map of the largest natural massifs in Russia is given. It is proposed to make natural areas an integrated management object and increase the role of biogeography in territorial planning.

*Keywords:* natural biodiversity, natural ecological systems, biota communities, sustainability, self-regulation, vulnerable species, stenotopic species, rare species, chorological classes, natural backbone, rural landscape, urban landscape, territorial conservation, actual biogeography.

## Water Biological Resources

### On the Conservation of Biological Resources, the Protection of the Baltic Sea Environment and Role of Russian Federal Agency for Fisheries

*A.P. Pedchenko, V.A. Belyaev, the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography*

This article explains the priority task is the organization of coordinated work of the Baltic region to protect the ecosystem of the Baltic Sea and its gulfs. Also the article provides an overview of the activities of scientific institutions of Russian Fisheries Agency (Rosrybolovstvo) since the early 2000s for the conservation of fish stocks and their habitat in the Baltic Sea and its bays.

*Keywords:* biological resources, commercial catch of fish, international cooperation, Baltic Sea, HELKOM.

## Climatic Resources

### Bioclimatic Conditions at the Crimean Peninsula Resorts: Diagnosis and Forecast

*A.S. Lubkov, A.A. Stefanovich, E.N. Voskresenskaya, Prof.-Dr.Sc. (Geograph.),  
E.V. Vyshkvarkova, Can.Sc. (Geograph.), the Institute of Natural and Technical Systems (c. Sevastopol)*

The monthly intra-annual changes of bioclimatic index (equivalent effective temperature) at several Crimean resorts are considered. The possibility of climate prediction of index values with a lead time of two to six months using a model based on the method of artificial neural networks have been studied. The indices of teleconnection climatic signals are used as predictors. The results of model verification for each month showed a quite satisfactory level, especially for the Yalta region.

*Keywords:* bioclimatic indices, forecast, neural networks, recreation, recreational comfort level, Crimean peninsula.

## Recreational Resources and Special Protected Natural Areas

### The System of Indicators for Regional Monitoring of Objects of Specially Protected Natural Territories of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra for Various Environmental Components

*O.V. Bogdanova, Can.Sc. (Economy), V.M. Okmyanskaya, the Tyumen Industrial University,  
A.P. Sizov, Prof.-Dr.Sc. (Engineer.), the Moscow State University of Geodesy and Cartography*

The article analyzes the system of regional monitoring of specially protected natural areas of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra. A system of indicators for monitoring unique natural complexes of regional significance of the Autonomous Okrug is proposed.

*Keywords:* specially protected natural territories, unified system of state environmental regional monitoring, system of indicators.

---

## Environmental Protection

### Evaluation of Physical and Chemical Indicators of Water of Karmanovskoe Reservoir

*R.R. Gazetdinov, Can.Sc. (Chemistry), R.M. Shainurova, the Bashkir State University (branch in c. Birsik)*

The article gives an organoleptic assessment of water quality of the Karmanovsky reservoir for 2018-2019 and presents the results of studies of hardness, alkalinity, oxidability, specific electrical conductivity, salinity, suspended solids and ionic composition, content of oil products. The authors emphasize that the numerical values of indicators of water quality in general do not change during the year. Organoleptic characteristics are within normal limits. The content of oil products and the ionic composition do not exceed the maximum permissible concentrations, with the exception of increased iron content (up to 2.3 MPC) and copper (up to 7.7 MPC) practically during the entire analyzed period. No critical technogenic and anthropogenic impact on the reservoir was found.

*Keywords:* physical and chemical indicators, water sample, assessment of anthropogenic influence, Karmanovskaya State District Power Station, cooling pond (water object).

### Solid Waste Landfill «Salaryevo» as a Possible Source of Mycotoxin Contamination

*L.V. Mosina, Prof.-Dr.Sc. (Biology), J.A. Zhandarova, the Russian State Agricultural University-Moscow Agricultural Academy nam.by K.A. Timiryazev*

The performed studies have established changes in the mycological composition and nature of metabolic processes in the soil of the landfill «Salaryevo», causing the formation of mycotoxins, which further worsens the environmental condition of the surrounding area and adversely affects human health.

*Keywords:* mycotoxin, agricultural crops, municipal solid waste landfills.

## Cartography

### Distribution of Rare and Threatened Lichen Species in the Russian Federation

*A.A. Prisyazhnaya, Can. Sc. (Biology), V.R. Khrisanov, Can. Sc. (Geograph.), S.A. Kruglova, the Institute of Basic Biological Problems (RAS),*

*V.V. Snakin, Dr. Sc. (Biology), the Moscow State University, the Institute of Basic Biological Problems (RAS)*

There is analysis of the lists of lichen species included in the national and regional Red Data Books of the Russian Federation. A map is presented showing the distribution of the number of lichen species protected at the regional level in the Russian. It was found that in 11 subjects of Russian Federation lichens were not included in the Red Data Books. The largest number of species is listed in the Red Books of the Republics of Karelia and Komi. The species diversity of all lichens within the boundaries of biomes was estimated. It is shown that the highest species diversity of lichens is in the North-Western part of Russia, in the Northern Urals and the North Caucasus, and the lowest - in desert-steppe biomes. The problems of the compilation of red lists of lichens are considered.

*Keywords:* lichens, species, diversity, Red Data Books, lists of rare and endangered species.

## NATURE AND HUMAN SOCIETY

### Anniversaries

#### To the 200th Anniversary of the Discovery of Antarctica by Russian Navigators

*N.G. Rybalsky, Prof.-Dr.Sc. (Biology), E.V. Muravieva, the National Information Agency «Nature Resources» (NIA-Priroda)*

The article presents a brief 200-year history of the discovery of Antarctica by Russian navigators under the leadership of F.F. Bellingshausen and M.P. Lazarev and its subsequent study by Russian polar explorers in the framework of Antarctic expeditions. There is given information on the start of the Year of Antarctica.

*Keywords:* discovery of Antarctica, F.F. Bellingshausen, M.P. Lazarev, M.M. Somov, A.F. Treshnikov, Antarctic expeditions, Russian Antarctic expeditions (RAE), Year of Antarctica.

## International Cooperation

### New Inland Waterway of the Union State of Belarus and Russia

*Yu.G. Bogomolov, Can.Sc. (Geology), S. M. Golubev, Can.Sc. (Geology), V.F. Ladygin  
The All-Russian Public Organization «The Russian Union of Hydrogeologists» (RosGidroGeo)*

It is proposed to build a navigable waterway in the shortest direction between the Republic of Belarus and the Russian Federation – in the direction of rivers Pripyat-Dnepr-Ugra-Oka in order to create in the future a common inland water transport system in Europe with the shortest access to the Mediterranean, Baltic, White, Caspian, Black and Azov seas.

*Keywords:* waterways, shipping, waterways, inland waterways, river transport, hydraulic structures, shipping lock, reservoir, culverts, pumping stations.

## Calendar of Events

II Specialized Exhibition «ECOLOGY. INDUSTRIAL SAFETY»

## Bookshelf

Specialized Protected Natural Territories of Regional and Local Significance of the Russian Federation (handbook) in 2 volumes.

# ПРАВИЛА К ОФОРМЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ, ПРИНИМАЕМЫХ К ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛ «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В РОССИИ»

В журнале «Использование и охрана природных ресурсов в России» публикуются статьи по природно-ресурсной и природоохранной тематике, представляющие теоретический и практический интерес. Материалы, направляемые в редакцию, должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Общий объем статьи должен составлять *не более 1,0* печатного листа (включая текст, таблицы, графики и рисунки). Один печатный лист текста равен 40 тыс. знаков (с учетом пробелов).

Материал статьи должен быть стилистически и грамматически отредактирован; стиль изложения целесообразно максимально упростить. Оптимальной является следующая структура статьи: краткая вводная часть с формулировкой и характеристикой обсуждаемых проблем, содержательная часть, краткие выводы и предложения, вытекающие из изложенного материала, список литературы.

*К рукописи статьи в обязательном порядке должны быть приложены аннотация (до 10 строк) и ключевые слова на русском языке, а также название статьи, краткая аннотация и ключевые слова на английском языке (5-7 строк).*

2. Рукопись представляется в бумажном варианте, отпечатанном на компьютере кеглем 12 через полтора интервала, без помарок и вставок от руки. Одновременно материалы представляются на электронных носителях, выполненных в текстовом редакторе Microsoft Word, шрифт Times New Roman. Римские цифры набираются в английском регистре. Трудноразличимые буквы и знаки, например греческие буквы альфа, сигма и т.д., следует пояснять (дублировать) на полях бумажного варианта статьи.

При наборе и распечатке текста необходимо соблюдать следующие размеры полей: сверху, снизу и справа – 20 мм, слева – 30 мм.

**Графики и рисунки должны быть представлены как в самом тексте статьи, так и дополнительно отдельными файлами.**

3. Сокращения слов, имен, названий и т.д. в тексте статьи, как правило, не должны присутствовать. Допускаются лишь общепринятые сокращения названий мер, физических, химических и математических величин и терминов и т.д.

В статье в обязательном порядке делаются ссылки на таблицы и рисунки, включенные в основной текст. Нумерация сквозная, т.е. приводится в порядке очередности для таблиц и для рисунков отдельно.

Подзаголовки в статье могут быть выделены полужирным шрифтом или курсивом и выровнены по центру. Также допускается аналогичное выделение особо важных слов (символов) в самом тексте. Для всего текста используются кавычки одного типа.

Ссылки на литературные источники, использованные в статье, делаются в квадратных скобках с указанием номера этого источника в перечне литературы в конце статьи в порядке упоминания. Названия рассматриваемых первоисточников, перечень которых приводится в конце статьи, должны быть оформлены в соответствии с ГОСТом 7.1-84 «Библиографическое описание документа».

4. В приложении к статье указываются сведения об авторах: фамилия, имя и отчество полностью, должность, ученая степень и ученое звание, полное и сокращенное наименование организации, в которой работает автор, на русском и английском языках; телефон, факс, адрес электронной почты, а также представляется список литературы на английском языке (references).

Бумажный вариант статьи подписывается всеми авторами. В начале статьи перед заголовком должен быть проставлен индекс УДК.

5. Таблицы в статье не должны быть громоздкими. Каждая таблица должна иметь название. Сокращения слов в таблицах не допускается, за исключением единиц измерения. Численные значения величин в таблицах (как и во всем тексте) должны приводиться в единицах измерения СИ.

Иллюстративные материалы в цветном или ч/б вариантах (рисунки, графики, диаграммы, карты, блок-схемы и т.д.) вставляются в текст статьи как объект.

**Фотографии и рисунки принимаются размером не менее 9 x 12 см с разрешением 300 dpi в формате tiff, jpg. При необходимости файлы могут быть архивированы (WinZIP, WinRAR), самораспаковывающийся архив.**

6. Редакция журнала оставляет за собой право производить сокращение и редакционные изменения рукописей.

7. После рассмотрения поступивших материалов членами Редакционной коллегии и предварительного рецензирования статей членами Редакционного совета, в необходимых случаях поступившие рукописи могут направляться на дополнительное заключение (отзыв) рецензентам для их экспертной оценки. В случае отказа в публикации автору сообщается причина отказа.

Материалы для публикации необходимо направлять по адресу: 142784, Москва, г.п. Московский, бизнес-парк «Румянцево», оф. 352 Г, НИА-Природа по тел./факс.: 8-(495) 240-51-27, e-mail: nia\_priroda@mail.ru