



Эколого-географические проблемы перехода к зеленой экономике

Минск
2019

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ АКАДЕМИЙ НАУК

Объединенный научный совет по
фундаментальным географическим проблемам

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

Институт природопользования

Гродненский дом науки и техники

**ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА
К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ**

Минск
«СтройМедиаПроект»
2019

УДК 502.131(082)
ББК 20.18я43.
Э40

Рекомендовано к печати Ученым советом
Института природопользования НАН Беларуси
(протокол № 4 от 26 апреля 2019 г.)

Редакционная коллегия:
д-р геогр. наук *В. С. Хомич* (гл. ред.),
д-р геогр. наук, акад. НАН Беларуси *В. Ф. Логинов*,
канд. геогр. наук *Е. В. Санец*

Рецензенты:
д-р геогр. наук *Б. П. Власов*,
д-р геогр. наук *Т. И. Кухарчик*

Эколого-географические проблемы перехода к зеленой экономике / редкол.: В. С. Хомич (гл. ред.), В. Ф. Логинов, Е. В. Санец.
– Минск : СтройМедиаПроект, 2019. – 324 с.

ISBN 978-985-7172-15-3.

Книга подготовлена по материалам докладов, которые представили участники Международного научного семинара и 23-й сессии Объединенного научного совета по фундаментальным географическим проблемам при МААН и Научного совета по фундаментальным географическим проблемам РАН (4–7 июня 2019 г.; г. Гродно, Беларусь). Анализируются с эколого-географических позиций различные аспекты проблемы перехода к зеленой экономике и изменений природной среды и природопользования в контексте устойчивого развития применительно к различным странам и регионам, в том числе Азербайджану, Армении, Беларуси, Боснии и Герцеговине, России, Румынии, Украине и Таджикистану.

УДК 502.131(082)
ББК 20.18я43.

The book is prepared on reports materials which were represented by the participants of International Scientific Seminar and the 23th session of the Joint Scientific Council on Fundamental Geographical Problems at IAAS and Scientific Fund on Fundamental Geographical Problems of RAS (June, 4–7, 2019, Grodno, Belarus). Different aspects of the problems of transition to green economy and environmental changes and nature management in the context of stable development with reference to different countries and regions such as Azerbaijan, Armenia, Belarus, Bosnia and Herzegovina, Russia, Romania, Ukraine and Tajikistan are analyzed from ecological and geographical positions.

ISBN 978-985-7172-15-3

© Институт природопользования НАН
Беларуси, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----------|
| Предисловие..... | 7 |
| I. ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ | |
| Котляков В.М. География в современном мире..... | 11 |
| Дьяконов К.Н., Ретеюм А.Ю. Роль географии на переходном этапе к устойчивому развитию..... | 21 |
| Корытный Л.М., Заборцева Т.И., Евстропьев О.В. Зеленая экономика в социально-экономическом развитии Байкальского региона.... | 29 |
| Тулохонов А.К., Гармаев Е.Ж., Намжилова Л.Г., Болданов Т.А. О теории и практике аграрной зеленой экономики в условиях экологических ограничений (на примере бассейна оз. Байкал)..... | 44 |
| Чибильёв А.А., Гулянов Ю.А., Левыкин С.В. Геоэкологические основы оптимизации агроландшафтов земледельческих регионов европейской России на принципах зелёной экономики..... | 58 |
| Струк М.И. Влияние экономического развития Беларуси на окружающую среду и переход к зеленой экономике..... | 66 |
| II. ЗЕЛЕНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ | |
| Соболев Н.А., Белоновская Е.А., Кренке А.Н., Кобяков К.Н., Титова С.В., Тишков А.А., Царевская Н.Г. Великий Евразийский природный массив как основа формирования зелёной инфраструктуры в странах и регионах СНГ..... | 79 |
| Тишков А.А., Белоновская Е.А., Царевская Н.Г. Учет экосистемных услуг Национального парка «Валдайский» как условие перехода региона к зеленой экономике..... | 88 |
| Снытко В.А., Озерова Н.А. Березинская водная система как пример саторчества человека с природой..... | 98 |
| Левыкин С.В., Чибилев А.А., Гулянов Ю.А., Яковлев И.Г. Создание институциональных основ рационального степного природопользования для построения зеленой экономики..... | 107 |
| Кравчук Л.А., Хомич В.С., Струк М.И., Санец Е.В., Овчарова Е.П., Живнач С.Г., Романкевич Ю.А. Природно-экологический каркас как основа зеленой инфраструктуры урбанизированной территории..... | 116 |
| Ракович В.А., Бамбалов Н.Н. Реабилитация нарушенных болот в целях развития зеленой экономики..... | 132 |
| Куксика Г., Думитрикэ К., Думитрашку М., Григореску И., Вринкяну А. Оценка надземной лесной биомассы в Румынии..... | 145 |

| | |
|---|-----|
| Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А. Экологический туризм и зеленая экономика в Алтайских регионах..... | 152 |
| Семенова З.А., Чистобаев А.И. Медицинский туризм в Санкт-Петербурге с позиций концепции зеленого роста..... | 159 |
| III. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ | |
| Логинов В.Ф. Внешние и внутренние причины глобальных и региональных изменений климата..... | 169 |
| Руденко Л.Г., Голубцов А.Г., Чехний В.М., Тимуляк Л.Н., Фарион Ю.М. Основные тенденции изменений в использовании земель лесостепной зоны Украины за 1991–2018 гг. | 183 |
| Румянцев В.А., Коронкевич Н.И., Измайлова А.В., Георгиади А.Г., Зайцева И.С., Барабанова Е.А., Долгов С.В., Корнеенкова Н.Ю. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и пути минимизации их негативных последствий..... | 193 |
| Владимиров И.Н. Экологические и правовые аспекты природопользования в Байкальском регионе..... | 210 |
| Сагателян А.К., Асмарян Ш.Г., Саакян Л.В. Эколого-географические исследования в целях обеспечения устойчивого развития города..... | 222 |
| Лихачёва Э.А., Некрасова Л.А., Чеснокова И.В., Морозова А.В. Эколого-геоморфологические риски и ограничения социально-экономического развития ЕТР и страхование как метод регулирования ущерба..... | 229 |
| Мамедов Р.М., Гасанов М.С. Климатические ресурсы Азербайджана и возможности их использования в целях зеленой экономики..... | 239 |
| Мухаббатов Х.М., Умаров Х.У. Состояние и пути улучшения горных пастбищ Таджикистана..... | 246 |
| Плюснин В.М., Биличенко И.Н., Седых С.А. Экологическое состояние Маломорского побережья озера Байкал..... | 259 |
| Михальчук Н.В., Мялик А.Н. Фоновое содержание тяжелых металлов и микроэлементов в почвах и растительности юго-запада Беларуси как основа для сравнительных оценок при производстве органической продукции на основе принципов зеленой экономики..... | 266 |
| Григореску И., Думитрашку М., Вринкяну А., Думитрикэ К., Куксикса Г., Мокану И., Митрикэ Б. Изменение землепользования на Румынской равнине в связи с развитием солнечной энергетики..... | 282 |
| Ухер А. Трансформация, восстановление и возрождение культурного ландшафта в послевоенной Тузле и ее окрестностях..... | 292 |
| Аннотации | 299 |
| Об авторах | 320 |

CONTENTS

| | |
|---|----------|
| Foreword..... | 7 |
| I. GREEN ECONOMY AND REGIONAL DEVELOPMENT | |
| Kotlyakov V.M. Geography in the modern world..... | 11 |
| Dyakonov K.N., Retejum A.Ju. The role of geography in transition to sustainable development | 21 |
| Korytny L.M., Zabortseva T.I., Evstropyeva O.V. Green economy in the socio-economic development of the Baikal Region..... | 29 |
| Tulokhonov A.K., Garmaev E.Zh., Namzhilova L.G., Boldanov T.A. About theory and practice of agrarian green economy in the conditions of ecological restrictions (on the example of Lake Baikal Basin)..... | 44 |
| Chibilev A.A., Gulyanov Yu.A., Levykin S.V. Geoecological bases of agricultural optimization of European Russia agrolandscapes, on green economy principles..... | 58 |
| Struk M.I. Influence of economic development of Belarus on the environment and transition to a green economy..... | 66 |
| II. GREEN INFRASTRUCTURE, ECOSYSTEM SERVICES, ECOLOGICAL TOURISM | |
| Sobolev N. A., Belonovskaya E.A., Krenke A.N., Kobyakov K.N., Titova S.V., Tishkov A.A., Tsarevskaya N.G. Great Eurasian nature massive as the base of green infrastructure formation in countries and regions of CIS..... | 79 |
| Tishkov A.A., Belonovskaya E. A., Tsarevskaya N. D. Lakes-reservoirs of the Valdai National Park and their contribution to the ecological state of the upper Volga and the Neva-Ladoga water systems..... | 88 |
| Snytko V.A., Ozerova N.A. Berezina water system: the history of construction and exploitation..... | 98 |
| Levykin S.V., Chibilev A.A., Gulyanov Yu.A., Yakovlev I.G. Establishment of the institutional base of rational nature management in the steppe to build a green economy..... | 107 |
| Kravchuck L.A., Khomich V.S., Struck M.I., E.V., Sanets E.V., Aucharova A.P., Zhivnach S.G., Romankevich U.A. Natural framework as the base of the green infrastructure of urban territory..... | 116 |
| Rakovich V.A., Bambalov N.N. Rehabilitation of degraded swamps for the development of green economy..... | 132 |
| Kucsicsa G., Dumitrică C., Dumitrascu M., Grigorescu I., Vrînceanu A. Estimation of above-ground forest biomass in Romania..... | 145 |

| | |
|---|-----|
| Vinokurov Yu.I., Krasnoyarova B.A. Ecological tourism and green economy in the Altai Regions..... | 152 |
| Semenova Z.A., Chistobaev A.I. Medical tourism in Saint-Petersburg from the standpoint of the concept of green growth..... | 159 |
| III. ENVIRONMENTAL CHANGE AND NATURE MANAGEMENT IN THE CONDITIONS OF GREEN ECONOMY TRANSITION | |
| Loginov V.F. External and internal reasons of global and regional climate changes..... | 169 |
| Rudenko L.H., Golubtsov O.G., Chekhniy V.M., Tymuliak L.M., Farion Yu. M. Main trends of land use changes in the forest-steppe zone of Ukraine during 1991–2018..... | 183 |
| Rumyantsev V.A., Koronkevich N.I., Izmaylova A.V., Georgiadi A.G., Zaitseva I.S., Barabanova E.A., Dolgov S.V., Korneenkova N.Yu. Anthropogenic impacts on water resources of Russia and ways to minimize their negative effects..... | 193 |
| Vladimirov I.N. Environmental and legal aspects of environmental management in the Baikal Region..... | 210 |
| Sagatelyan A.K., Asmaryan Sh.G., Saakyan L.V. Ecological and geographical research with the aim to provide sustainable city development... | 222 |
| Likhacheva E.A., Nekrasova L.A., Chesnokova I.V., Morozova A.V. Environmental and geomorphic risks and limitations of social and economic development of the European part of Russia and insurance as a method of damage control..... | 229 |
| Mammadov R.M., Hasanov M.S. Climate resources of Azerbaijan and the possibilities of their use in the purposes of green economy..... | 239 |
| Myhabbatov H.M., Ymarov H.Y. Conditions and ways of the improvement of Tajikistan mountain pastures..... | 246 |
| Plyusnin V.M., Bilichenko I.N., Sedykh S.A. Ecological state of the Malomorsky coast of Lake Baikal..... | 259 |
| Mikhailchuk N.V., Mialik A.N. Background content of heavy metals and trace elements in soils and vegetation of the south-west of Belarus as a basis for comparative assessments in the production of organic products based on the principles of a «green» economy | 266 |
| Grigorescu I., Dumitrașcu M., Vrînceanu A., Dumitrică C., Kucsicsa G., Mocanu I., Mitrică B. Land use/cover changes related to photovoltaic farms in the Romanian Plain. Romania..... | 282 |
| Uher A. Transformation, restoration and revitalization of cultural landscape in post-war Tuzla and its surroundings..... | 292 |
| Abstracts | 299 |
| About authors | 320 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии с темой семинара и содержанием докладов книга состоит из трех разделов. Первый посвящен эколого-географическим аспектам перехода к зеленой экономике в различных странах и регионах. В заглавной статье академика РАН В.М. Котлякова (Институт географии РАН) анализируется история развития географии и роль географической науки в современную эпоху глобализации, гуманизации и экологизации. Показано, что в географии по-прежнему существует немало фундаментальных проблем, решение которых возможно лишь в тесной координации международного географического сообщества.

Членом-корреспондентом РАН К.Н. Дьяконовым и А.Ю. Ретеюмом (МГУ им. М.В. Ломоносова) на примере России представлен опыт использования рекомендаций Повестки дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 г. Выявлены существенные проблемы в стыковке показателей, с использованием которых намечено отслеживать достижение целей устойчивого развития, и их обеспечении на страновом уровне. Делается вывод о том, что ликвидация существующих пробелов, уточнение концепции и анализ собранных сведений – это ниша географии, поскольку ни одна из дисциплин не располагает нужным потенциалом для охвата всего круга тем перехода к устойчивому развитию.

Роль и перспективы зеленой экономики в социально-экономическом развитии Байкальского региона рассмотрены в статье Л.М. Корытного, Т.И. Заборцевой и О.В. Евстропьевой (Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН). С учетом социально-экономического потенциала и байкалоцентричности модели развития региона в русле «зеленой» экономики рассмотрены перспективные производственные направления – санитарно-защитная инфраструктура, возобновляемая солнечная и ветровая энергетика, бутилирование байкальской воды, а также традиционные ремесла и экологический туризм в его четырех разновидностях: на ООПТ, этнотуризм, сельский туризм и активный туризм.

В статье академика РАН А.К. Тулохонова и соавторов (Байкальский институт природопользования СО РАН) обосновываются возможности и перспективы развития адаптивного природопользования и органического сельского хозяйства в Байкальском регионе. Показано, что развитие данных направлений зеленой экономики не только обеспечит продовольственную безопасность населения региона и экспортные поставки сельхозпродукции, но и полностью соответствует задачам устойчивого раз-

вития и сохранения природной среды в бассейне оз. Байкал – Участка мирового природного наследия.

В статье Академика РАН А.А. Чибилёва, Ю.А. Гулянова и С.В. Левыкина (Институт степи УрО РАН) теоретически обосновываются принципы перехода к зелёной экономике, как новой экономической стратегии, направленной на преодоление обострившихся вызовов современности. Анализируются основные проблемы природопользования, характерные для степных регионов Европейской России и Урала, раскрываются их перспективные технологические решения.

Предпосылки перехода к «зеленой» экономике на основе анализа действующей в Беларуси системы государственного экономического и экологического прогнозирования, а также динамики экономического развития и связанных с ним воздействий на окружающую среду рассмотрены в статье М.И. Струка (Институт природопользования НАН Беларуси).

Второй раздел книги содержит статьи, посвященные эколого-географическим аспектам создания и поддержания зеленой инфраструктуры на различных иерархических уровнях, развитию экосистемных услуг и экологического туризма, как неотъемлемых условий и составляющих зеленой экономики. В статье Н.А. Соболева и соавторов (Институт географии РАН) рассматриваются некоторые результаты проекта по картографированию и изучению Великого Евразийского природного массива как источника экосистемных услуг. Возможности учета экосистемных услуг как условие перехода региона к зеленой экономике рассматриваются в статье члена-корреспондента РАН А.А. Тишкова, Е.А. Белоновской и Н.Г. Царевской (Институт географии РАН) на примере национального парка «Валдайский». Оценивается вклад озер-водохранилищ в экологическое состояние Верхне-Волжской и Невско-Ладожской водных систем и региональную экономику. Результаты созворчества человека с природой как элемента зеленой экономики рассмотрены в статье члена-корреспондента РАН В.А. Снытко и Н.А. Озеровой (Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН) на примере Березинской водной системы.

Вопросы создания институциональных основ рационального степного природопользования для построения зеленой экономики рассматриваются в статье С.В. Левыкина и соавторов (Институт степи УрО РАН). Изложены представления о степном агроэкологическом каркасе постцелинного пространства и его основных элементах, а также системе природоподобных технологий управления степными агроландшафтами.

В статье Л.А. Кравчук и соавторов (Институт природопользования НАН Беларуси) рассматривается концептуальная схема организации при-

родно-экологического каркаса как основы зеленой инфраструктуры урбанизированной территории и ее реализация на примере г. Минска и его пригородной зоны. Методические подходы, результаты оценки и картографирования биомассы лесной растительности на территории Румынии в контексте изменения климата приводятся в статье Г. Куксикса и соавторов (Институт географии Румынской академии наук). Реабилитация нарушенных болот в целях развития зеленой экономики, включая вторичное заболачивание и выращивание болотной растительности в энергетических целях рассмотрены в статье В.А. Раковича и академика НАН Беларуси Н.Н. Бамбалова (Институт природопользования НАН Беларуси).

В статье Ю.И. Винокурова и Б.А. Краснояровой (Институт водных и экологических проблем СО РАН) рассматриваются ключевые понятия «зеленой экономики» и «экологического туризма», обсуждаются модели их развития в алтайских регионах. Развитие медицинского туризма в Санкт-Петербурге с позиций концепции зеленого роста анализируется в статье З.А. Семеновой и А.И. Чистобаева (Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета). Сформулированы приоритеты организации медицинского туризма в Санкт-Петербурге, сделан вывод о формировании в городе медико-туристского кластера мирового уровня.

В третьем разделе книги анализируются изменения природной среды и природопользование в условиях перехода к зеленой экономике. Многолетние изменения глобальной и региональной температуры атмосферного воздуха под влиянием внешних климатообразующих факторов – парниковых газов и аэрозолей естественного и антропогенного происхождения анализируются в статье академика НАН Беларуси В.Ф. Логинова (Институт природопользования НАН Беларуси). Климатические ресурсы Азербайджана и возможности их использования в качестве альтернативных источников энергии рассматриваются в статье академика НАН Азербайджана Р.М. Мамедова и М.С. Гасanova (Институт географии им. акад. Г.А. Алиева НАН Азербайджана).

Основные тенденции изменений в использовании земель лесостепной зоны Украины за 1991–2018 годы, выявленные с использованием открытых геоданных дистанционного зондирования Земли, приведены в статье академика НАН Украины Л.Г. Руденко и соавторов (Институт географии НАН Украины). Изменение землепользования в Румынии в связи с развитием солнечной энергетики рассмотрены в статье И. Григореску и соавторов (Институт географии Румынской академии наук).

В статье коллектива авторов из Института озероведения РАН (академика РАН В.А. Румянцева и А.В. Измайловой) и Института географии

РАН (Н.И. Коронкевича и коллег) рассмотрены ресурсы речных и озерных вод России, антропогенное воздействие на них, эффективность использования воды в различных отраслях хозяйства и возможности минимизации негативных последствий воздействий на водные ресурсы.

Экологические и правовые аспекты природопользования в Байкальском регионе в условиях особого режима пользования природными ресурсами рассмотрены в статье И.Н. Владимирова (Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН). Изменения в экологическом состоянии геосистем Маломорского побережья озера Байкал с дифференциацией территории по степени нарушенности представлены в статье В.М. Плюснина, И.Н. Биличенко и С.А. Седых (Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН). Особенности деградации горных пастбищ Таджикистана и пути их улучшения излагаются в статье Х.М. Мухаббатова (Отдел географии АН Республики Таджикистан) и Х.У. Умарова (Национальный университет Республики Таджикистан). Методические аспекты и результаты эколого-географических исследований г. Еревана в целях обеспечения устойчивого городского развития рассмотрены в статье А.К. Сагателяна, Ш.Г. Асмарян и Л.В. Саакян (Центр эколого-ноосферных исследований НАН Республики Армении).

В статье Э.А. Лихачевой и соавторов (Институт географии РАН) рассматриваются экологические ограничения социально-экономического развития регионов России, обусловленные возможностью возникновения эколого-геоморфологических экстремальных ситуаций. Показано, что экологическое страхование может рассматриваться как инструмент для регулирования ущерба. Результаты исследований содержания тяжелых металлов в почвах и растительности юго-запада Беларуси, как основы для сравнительных оценок при производстве органической продукции на основе принципов зеленой экономики, рассмотрены в статье Н.В. Михальчука и А.Н. Миляка (Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси). Особенности трансформации, пути восстановления и возрождения культурного ландшафта в послевоенной Тузле и ее окрестностях анализируются в статье А. Ухер (Институт географии Словацкой академии наук).

В заключительной части книги публикуются рефераты статей и ключевые слова к ним на русском и английском языках, приводятся сведения об авторах.

Представленные в книге картографические материалы публикуются в авторской редакции.

I. ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

В.М. Котляков

ГЕОГРАФИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Человечество всегда стремилось познать мир, понять его истинную сущность и не могло этого сделать никогда. Потому что любое познание, любое открытие вызывало и вызывает новые вопросы, требующие дальнейших исследований. Познание беспредельно – в этом одна из целесообразностей мира, краеугольный камень, лежащий в основе мироздания. Конец познания означал бы конец существования человечества.

Если в прошлом строение и свойства окружающей нас природы можно было достаточно удовлетворительно объяснить физическими и биологическими законами, то начиная с конца XIX в., когда всё большую роль стало играть воздействие человечества, приобретшего, по меткому выражению В.И. Вернадского, характер «геологической силы», возникли совершенно новые проблемы.

География, наряду с математикой, историей, философией, – древнейшая наука. На протяжении веков главным содержанием географии было открытие и описание «новых» земель и океанских просторов. Великие географические открытия дали название одному из важнейших этапов становления науки и культуры, яркому периоду всемирной истории.

Географическая наука, всегда привязанная к территории или акватории, подразделяется на две главные части – общую географию, или, иначе говоря, землеведение, и региональную географию, или страноведение. Обе ветви географии едины, так как описывают и объясняют взаимосвязи и взаимодействия отдельных компонентов географической оболочки – как природных, так и общественных. Исследуя социальную и природную сферы, география не противопоставляет их, а изучает их непростые взаимоотношения.

Основной способ подачи этой информации – описательный – сохранился до нашего столетия, претерпев, в сущности, относительно небольшие изменения. Дело в том, что общество всегда предъявляло спрос на

географические описания, карты, справочники, и эти формы информационного обслуживания географии будут нужны постоянно, при любом уровне развития человеческого общества. Научно-технический прогресс уже к концу XX в. привёл к компьютеризации всех видов информационной деятельности, и есть реальные предпосылки, что геоинформационные системы всех типов – интегральные, отраслевые, проблемные – станут ведущим звеном и в географии.

Эпоха Великих географических открытий расширила горизонты научного мышления и утвердила представления о целостности мира. Громадное влияние на развитие географии оказала деятельность М.В. Ломоносова и возглавлявшегося им Географического департамента Петербургской академии наук. Ломоносов внёс существенный вклад в эволюционную теорию и представления о строении Земли. Он первый высказал идею о роли фактора времени в развитии природы. В последующем обобщение результатов, полученных в экспедициях, привело А. Гумбольдта к классификации климатов Земли, обоснованию широтной зональности и вертикальной поясности.

Во второй половине XIX в. идеи географического детерминизма получили особенно широкое распространение. Этому весьма способствовал немецкий исследователь Ф. Ратцель, а в России активным поборником рассматриваемого направления был Л.И. Мечников – автор книги «Цивилизация и великие исторические реки». В «Политической географии», выпущенной Ратцелем в 1897 г., была высказана идея «жизненного пространства», впоследствии использованная некоторыми geopolитиками для обоснования агрессивных войн и территориальных захватов.

Во второй половине XIX–начале XX в. были заложены краеугольные камни таких дисциплин, как геоморфология, гидрология, климатология, гляциология, география почв и др. Одновременно был достигнут прогресс в изучении размещения населения и отраслей хозяйства. Распространено мнение, что именно с этого времени началось развитие научной географии.

Ещё в середине XIX в. известный немецкий географ К. Риттер писал, что Земля не только самостоятельно развивается, но и служит ареной многообразной деятельности человека. Этот тезис более определённо пропагандировал Дж. Марш в США, отстаивавший активный характер воздействия общества на природу. Он первый возложил на общество ответственность за сохранение природы для будущих поколений, что в наши дни превратилось в концепцию устойчивого развития [5].

Видный французский географ-страновед, участник Парижской Коммуны Элизе Реклю считал, что природу необходимо понимать как

результат естественного и антропогенного воздействий; он довольно определённо указывал, что география – это социальная наука, которая стремится установить гармонию природы и человека.

Впоследствии признание роли антропогенного фактора получило блестящее воплощение в творчестве В.И. Вернадского [1], который, в частности, отмечал, что с человеком, несомненно, появилась новая огромная сила на поверхности нашей планеты. Преобразование биосферы под влиянием осознанной человеческой деятельности, по В.И. Вернадскому, приведёт к становлению ноосфера. Миф о неисчерпаемости среды был развенчен, география должна была обеспечить основу для оптимального размещения производства, что требовало обстоятельных данных по территориальной дифференциации. В нашей стране основы такого, районного направления были развиты В.В. Докучаевым, Д.Н. Анучиным, В.П. Семёновым-Тян-Шанским, Л.С. Бергом, Н.Н. Баранским и др.

В некоторых странах, например в США, география официально была причислена к категории социальных наук. С середины XX в. начались большие экономические и социальные изменения. Трансформированные человеком ландшафты обрели фоновое распространение. В этих условиях сам термин *природа* стал всё чаще вытесняться термином *окружающая среда*. С широким распространением электронно-вычислительной техники, развитием математических и статистических методов в социальных науках в географии открылась возможность проводить оперативную обработку больших массивов количественной информации и наладить работу по моделированию сложных систем. Это существенно обогатило методический арсенал, но мало изменило суть науки, её методологические основы.

В последней трети XX в. для семьи географических наук характерны их глобализация, гуманизация и экологизация – процессы, отражающие ход развития человеческого общества и его взаимоотношений с окружающей средой на протяжении всего прошедшего столетия. Этой цели вполне удовлетворяют конкретные задачи рационального природопользования, охраны природы, повышения качества и оптимизации среды жизни и другие проблемы, рассматриваемые конструктивной географией (по И.П. Герасимову [2]).

Признавая важнейшую роль социального начала в географических исследованиях и очевидную необходимость повышения значения общественной географии, невозможно согласиться с довольно широко распространённым на Западе отождествлением этой ветви со всей географией или с отнесением географии к категории социальных наук. По своим

историческим традициям, научной ориентации, структуре и междисциплинарным связям география была и остаётся в системе наук о Земле с двумя крупными ветвями – природной и общественной.

Важнейшим результатом географических исследований по-прежнему остаётся карта, которая служит языком географии. В настоящее время карта из застывшего отражения лика Земли превращается в его подвижную модель в рамках геоинформационных систем разных масштабов, чему способствуют космические методы и дистанционное зондирование Земли.

Современная модель географической науки формируется исходя из представлений о целостности двух главных её ветвей: естественно-географической, познающей природные закономерности, и общественно-географической, изучающей социально-экономические закономерности. Только целостная география способна исследовать сущность противоречия между изменяющимися природой и обществом.

Ключевым в построении модели географической оболочки (по А.А. Григорьеву [3]), в отличие от моделирования климата, оледенения, океанов, биоты, становится включение в модель жизнедеятельности человека, как в её саморазвитии (коэффициенты воспроизводства населения, рост валового продукта, скорость изменения структуры производства и пр.), так и в её зависимости от изменений природной среды. В физической модели всё это может быть совмещено во времени, определены скорости и характерные времена процессов.

Связи в этой природно-антропогенной системе обширны и многообразны. На рис. 1 приведена примерная схема глобальных социальных процессов. Она даёт представление о сложности взаимосвязей внутри человеческого общества как сложнейшей природно-социальной системы, постоянно взаимодействующей с окружающей средой.

Двадцатый век войдёт в историю как век величайших завоеваний человеческой мысли и горьких её заблуждений, больших достижений науки и разрушений уже созданного, начала освоения космоса и усиления деградации природы Земли, быстрого прогресса науки и техники и величайших кризисов. Кризисы вынуждают государство ограничивать круг фундаментальных исследований и увеличивать долю затрат на поиски путей кратчайшего выхода из сложившейся ситуации, стимулируют проекты, дающие быстрый эффект. Эта ситуация побуждает географов искать новые места приложения своего труда, резко расширять прикладные работы локального и регионального масштабов. Именно такая ситуация сложилась в нашей науке после распада Советского Союза.

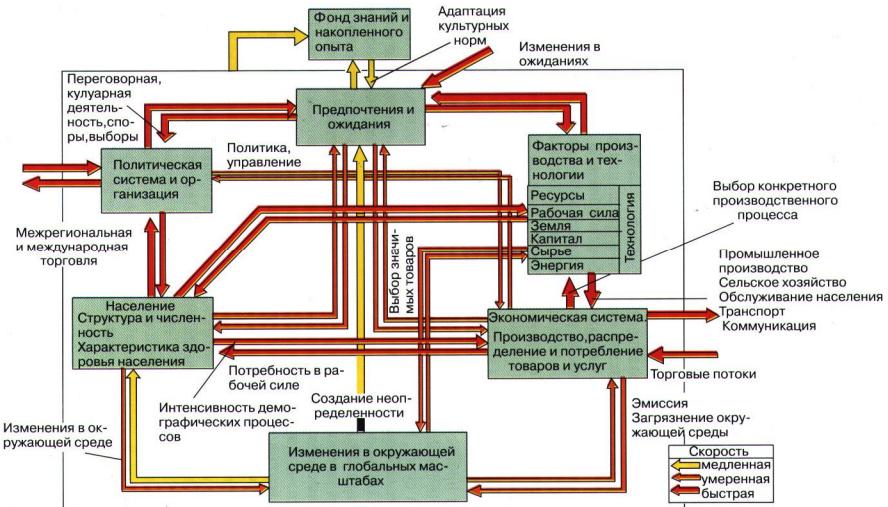


Рис. 1. Схема глобальных социальных процессов

В 1980-х годах серьёзное место в географии развитых стран заняла новая отрасль науки – геоконфликтология. В сфере её внимания оказываются пространственные конфликты в экономике, этнические противоречия, использование земель, экологический риск. Концепция равномерности развития, под которую долго, но безуспешно старались подогнать реальные процессы, очевидно, не работает. Приходится возвращаться к идее контрастного и многополярного мира со всеми его плюсами и минусами и на этой основе строить географический прогноз.

Между прочим, более 120 лет назад, отбывая срок в тюрьме Клерво во Франции, П.А. Кропоткин в статье «Чем должна быть география», написал пророческие слова: «География должна выполнять и другую важную задачу. Она должна воспитывать с самых ранних лет, что мы все братья, к какой бы нации ни принадлежали. В наше время войн, национального самомнения, самоутверждения и шовинизма, которые умело подогреваются людьми, преследующими собственные эгоистические или классовые цели, география должна стать средством опровержения подобных предрассудков и создания иных представлений, больше отвечающих человечности. Она должна показать, что каждая нация закладывает в фундамент общего благосостояния свой собственный камень и что только очень малая часть каждой нации заинтересована в поддержании чувства национальной ненависти и шовинизма».

Любопытно, что в китайском языке слово «кризис» состоит из двух иероглифов, обозначающих *опасность* и *шанс*. Древняя культура Китая на жизненном опыте постигла, что кризисное состояние есть шанс к возможному успеху в поступательном развитии общества. Именно этот этап и переживает большинство наших стран, и роль науки в этом процессе чрезвычайно важна. Очевидно, в ближайшие годы усилия нашего географического сообщества будут сконцентрированы на выявлении пространственных черт политических, экономических, социальных, экологических, этнокультурных рисков и конфликтов в России и других странах СНГ как генераторов территориальной нестабильности; исследовании изменений условий развития и поиске предпосылок сохранения стабильности и безопасности.

Назову несколько центральных вопросов современной географии, связанных с решением глобальных проблем человечества:

- организация географической оболочки и её составляющих, внутренние и внешние взаимодействия природных и общественных структур;
- территориальная организация общества и её динамика;
- природные и социально-экономические причины и механизмы возникновения глобальных и региональных геоэкологических проблем;
- развитие географических основ теории природопользования и принципов регулирования природно-антропогенных геосистем.

Известный русский ученый П.Л. Чебышев сказал: «Нет ничего практичеснее, чем фундаментальная наука». География по-прежнему остаётся важнейшей в системе фундаментальных наук. Наше стремление заключается в том, чтобы она как можно больше была востребована управлением скими структурами.

География тесно связана с историческим развитием. История России сложилась так, что в течение последних 400–500 лет страна из небольшой, ныне центральной своей части постепенно распространяла своё влияние, покоряя народы или ассимилируя их. И в большей мере продвигалась именно в направлении на восток и на север. На западе были страны и государства, опережавшие по развитию Россию. Хотя и не всегда. Видимо, сыграло роль монголо-татарское нашествие. Если вспомнить домонгольские времена, то выясняется, что наше государство во многих аспектах было более продвинутым, чем европейские страны. Приведу лишь один факт из истории тысячелетней давности. Одна из многих дочерей Ярослава Мудрого (который выдал их замуж практически во все центральные государства Европы), ставшая женой французского короля, жаловалась отцу на то, что «в Париже всё плохо, грязно и всё неразвито, – не то, что у нас в Киеве».

В XV в. шло освоение окружающего пространства на европейской территории, в XVI в. – это Урал, выход к азиатским кочевникам, теперешнему Казахстану. Наконец, XVI и XVII столетия – это в полной мере освоение Сибири. Причём тяжёлые природные условия русских не останавливали. Была Мангазея, было освоение северных пространств и присоединение северных народов. Начиная с петровских времён, любые политические действия сопровождались географическими исследованиями. Во всех торговых и военных экспедициях всегда участвовали географы-специалисты, которые описывали территорию. Таким было условие Петра. К тому же для XVIII–XIX вв. Россия была очень мощным государством. И уже распространяла своё влияние на юг. Географические исследования становились толчком к развитию территорий Средней Азии: модернизации здесь дорог, появлению новых городов и развитию хозяйства.

Другой пример – из опыта столыпинской России, принявшей решение о серьёзных усилиях по освоению Сибири. Здесь не хватало людей, хотя были прекрасные земли и хороший климат, никогда не существовало крепостного права, и люди имели совершенно другой менталитет. Столыпин совершил блестящую операцию, создав так называемое переселенческое управление – правительственный орган, который занялся перездом крестьян. Им давали землю и денежные пособия, Русское географическое общество способствовало опубликованию абсолютно современного и очень детального Атласа Азиатской России, который и сейчас не потерял своего значения для развития этих территорий и использовался при строительстве Транссибирской магистрали.

Несмотря на все современные методы исследования окружающей среды эпоха крупных географических открытий не закончилась. Приведу лишь два интересных примера.

Одно из традиционных географических открытий – успешный поиск истока Амазонки. Этот исток был найден в самом конце XX в. известным польским путешественником Яцеком Палкевичем, которого сопровождал сотрудник Института географии РАН Сергей Ушнурцев. У ручейка, дающего начало Амазонке, они поставили флаги двух географических обществ: польского и русского.

К великому географическому открытию XX в. надо причислить и обнаружение под четырёхкилометровой толщей Антарктического ледникового покрова озера «Восток» размером в треть Байкала и глубиной до километра.

Существование воды подо льдами шестого континента было теоретически предсказано в начале 1960-х годов сотрудником Института географии, теплофизиком Игорем Зотиковым [4], а затем озеро было открыто

то и исследовано совместными работами России, Франции, Англии и Соединённых Штатов. Несколько десятилетий ушло у Советской/Российской антарктической экспедиции на бурение скважины сквозь лёд толщиной более 3630 м над этим озером на нашей станции Восток. Исследование ледяного керна из этой скважины показали, что на Земле не может быть беспредельного потепления и беспредельного похолодания. Потепление сменяется похолоданием, и наоборот – таков закон природы. Мы всё еще не знаем – космические, внутриземные или иные причины тому виной. В течение последнего полумиллиона лет каждые сто тысяч лет продолжается ледниковый период, а потом возникает относительно краткий период межледникового. В последнем таком периоде мы сейчас живём. Он длится уже 11 тыс. лет, и есть все признаки того, что в многолетнем масштабе происходит не потепление, а похолодание и нас всё-таки ждёт ледниковый период.

Но в настоящее время основная черта изменения природы – глобальное потепление, начавшееся на Земле в середине XIX в. Происходящее потепление самым серьёзным образом влияет на состояние многолетнего ледяного покрова в Северном Ледовитом океане. Ещё недавно тяжёлые льды серьёзно осложняли судоходство по Северному морскому пути, а Северо-Западный проход в Канадском Арктическом архипелаге был практически непроходим. В наши дни льды сплочённостью более 7 баллов сохраняются лишь в приполюсном районе и на севере Канадского архипелага. А общая площадь ледяного покрова за последние 20 лет неуклонно сокращается.

В последнее время зафиксировано уменьшение площади многолетних льдов в Арктике более чем на 40 %. При этом средняя толщина морских льдов в октябре, по данным спутниковой лазерной альтиметрии, уменьшилась с 2 до 1,4 м, их площадь сократилась на 26 %, а объём уменьшился почти наполовину. Полагают, что происходящее сейчас глобальное потепление приведёт к серьёзному изменению окружающей среды, и это чрезвычайно заботит всё человечество.

Но посмотрим на результаты изучения ледяного керна из глубокой скважины на станции Восток в Антарктиде [6]. Они показывают, как изменились основные климатические показатели на Земле за четыре климатических цикла, охватывающих 440 тыс. лет (рис. 2). Мы видим параллельный ход температуры воздуха и углекислого газа и подобный же ход уровня Мирового океана, свидетельствующий о соответствующем росте и деградации ледниковых покровов на Земле. Три предыдущих межледниковых были гораздо более тёплыми по сравнению с голоценом, т.е. глобальная температура в современную эпоху всё ещё на 1,5–2 °С ниже, чем бывала в

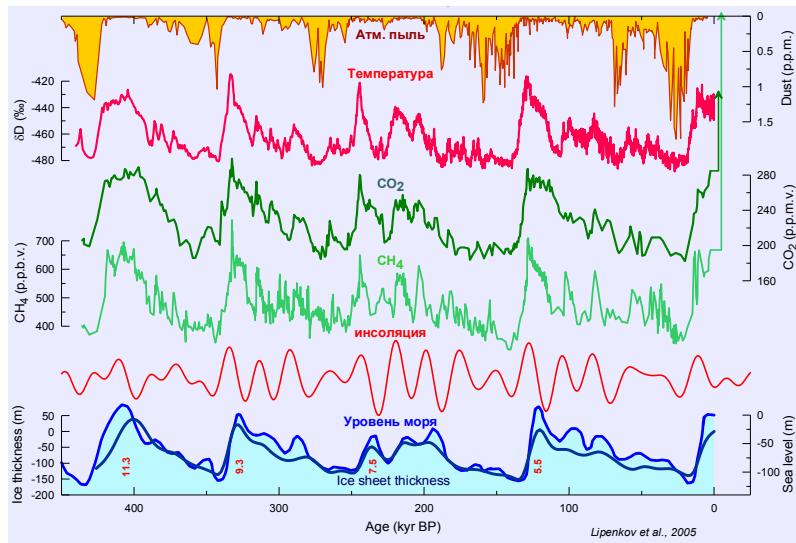


Рис. 2. Изменения климата и состава атмосферы за последние 440 тыс. лет по данным керна со станции Восток в Антарктиде

то время. А это значит, что, несмотря на возможное антропогенное воздействие, колебания температуры на Земле не выходят за рамки естественных изменений, характерных для всей последней геологической эпохи.

Здесь уместно сказать, что из представленных графиков не следует общий вывод: что было первое – рост парниковых газов и следующее за этим потепление, или наоборот, потепление, которое приводит к увеличению парниковых газов в атмосфере. Очевидно, что на Земле были эпохи, когда вначале происходило потепление, влекущее за собой увеличение в окружающей среде углекислого газа и метана.

Если вернуться теперь к голоцену, то оказывается, что самый тёплый пик уже пройден – это был так называемый «климатический оптимум голоцена», случившийся 5–6 тыс. лет назад. После этого глобальная температура продолжает снижаться, и современная эпоха находится на нисходящем отрезке кривой. Конечно, действительный ход температуры представляет собой сочетание циклов самой разной амплитуды и продолжительности. Например, если взять последнее тысячелетие, то мы видим, что самая тёплая предыдущая эпоха приходится на X–XI вв. н.э., когда викинги плавали далеко на Север и открыли Гренландию. А затем, в XVI и XVII в. была холодная эпоха, хорошо заметная в истории Европы. Это время называется «малым ледниковым периодом». В Европе были холодные зимы, и на картинах фламандских мастеров этого времени всегда

видны замёрзшие каналы и люди, катающиеся на коньках.

Таким образом, один из главных законов природы – это цикличность её развития. Природные циклы имеют разную природу и продолжительность – от сезонных до 100-тысячелетних. Причины их также различны и до конца ещё не известны. Поэтому-то и популярные ныне климатические модели имеют значительный разброс, и грядущий климат прогнозируется с большой долей вероятности.

Весь современный уклад жизни людей на Земле (инфраструктура, экономика, сельское хозяйство) таков, что любые климатические изменения (глобальные или региональные потепления, похолодания, увлажнения, иссушения и т. п.) могут быть для него неблагоприятны, поскольку весь этот уклад сложился и бурно развивался в очень узкий промежуток времени – последнее столетие, и тем самым, приспособлен только к очень узким географическим рамкам.

Мы должны строить свои, в том числе хозяйствственные, планы, принимая во внимание происходящее потепление, но мы должны быть готовы и к иным климатическим переменам, потому что земная система по-прежнему живёт по своим естественным законам, которые антропогенное воздействие пока, к счастью, не может разрушить.

В географии по-прежнему существует немало фундаментальных проблем, многие из которых надо решать сообща или, по крайней мере, в тесной координации. В этом состоит важная роль нашего Объединённого научного совета по фундаментальным географическим проблемам. Существенна его роль и в решении задач комплексного, многостороннего развития территории.

• **Список литературы**

1. Вернадский В.И. Биосфера. Избранные труды по биогеохимии. – М.: Наука, 1976. – 184 с.
2. Герасимов И.П. Советская конструктивная география. – М.: Наука, 1976. – 208 с.
3. Григорьев А.А. Закономерности строения и развития географической среды. – М.: Мысль, 1966. – 384 с.
4. Зотиков И.А. Тепловой режим ледника Центральной Антарктиды // Антарктика. Доклады Комиссии 1961 г. – М., 1962. – С. 27–40.
5. Марш Г. Человек и природа, или о влиянии человека на изменения физико-географических условий среды. – СПб., 1866. – 587 с.
6. Petit J.P., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N.I., Barnola J.-M., Basile I., Bender M., Davis M., Delaygue G., Delmotte M., Kotlyakov V.M., Legrand M., Lipenkov V.Y., Lorius C., Pépin L., Ritz C., Saltzman E., Stievenard M. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica // Nature. – 1999. – V. 399. – Pp. 429–436.

К.Н. Дьяконов, А.Ю. Ретеюм

РОЛЬ ГЕОГРАФИИ НА ПЕРЕХОДНОМ ЭТАПЕ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

Формирование нового уклада жизни – сложнейшая проблема управления, требующая, прежде всего, хороших знаний о положении дел в текущий момент и трендах системообразующих процессов. Как известно, в сентябре 2015 г. государствами-членами ООН была принята Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. [1]. Поставлены 17 целей, призванные обеспечить безопасность, улучшение качества среды обитания и сохранение ресурсов планеты:

1. Ликвидация нищеты.
2. Ликвидация голода.
3. Хорошее здоровье и благополучие.
4. Качественное образование.
5. Гендерное равенство.
6. Чистая вода и санитария.
7. Недорогостоящая и чистая энергия.
8. Достойная работа и экономический рост.
9. Индустриализация, инновации и инфраструктура.
10. Уменьшение неравенства.
11. Устойчивые города и населенные пункты.
12. Ответственное производство и потребление.
13. Борьба с изменениями климата.
14. Сохранение морских экосистем.
15. Сохранение экосистем суши.
16. Мир, правосудие и эффективные институты.
17. Партнерство в интересах устойчивого развития.

Результаты по достижению этих целей намечено отслеживать с помощью 244 показателей. В России впервые после Конференции в Рио перед статистической службой поставлена задача организации соответствующих наблюдений. По сведениям на апрель 2019 г., Росстат располагает данными по 69 показателям (28 % от общего числа) и ведет подготовительные работы еще по 19 показателям (7 % от общего числа). Для сбора достоверной информации по 156 показателям (64 % от общего числа) нет нужных предпосылок. Кроме того, до сих пор не была проведена научная экспертиза самих исходных положений Повестки дня ООН.

Возникают вопросы, каким образом будут ликвидированы существующие пробелы и кто сможет заняться уточнением концепции и анализом собранных сведений. Как представляется, это ниша географии, поскольку ни одна из дисциплин не располагает нужным потенциалом для охвата всего круга тем перехода к устойчивому развитию.

Не касаясь деталей, необходимо обратить внимание на отсутствие синтетического начала у Повестки дня ООН: при множестве ее совершенно разнородных, неравноценных и – главное – несизмеримых индикаторов, нельзя понять, даже при наличии полной информации, в каком направлении идет развитие страны. Тот же принципиальный недостаток присущ и комплексам показателей, используемых в передовой Европе. Между тем, многолетним опытом менеджмента твердо установлено, что для подготовки адекватных, взвешенных решений необходимо располагать обобщенными данными, сведенными в несколько соизмеримых показателей.

Чтобы устраниТЬ указанное препятствие, предлагается выделить с точки зрения долгосрочных национальных интересов определенное число значительных позитивных и негативных явлений, подлежащих мониторингу. Далее нужно выразить полученные результаты в относительных положительных и отрицательных единицах, приняв за начало отсчета значения для 2000 г., по которому мы располагаем надежной информацией. Опыт подобной работы отражен в публикациях [2, 3].

С учетом качества существующей базы статистических данных по России нами были выбраны 25 показателей позитивных сдвигов (табл. 1) и 25 показателей негативных явлений, мешающих устойчивому развитию (табл. 2).

Таблица 1
Показатели позитивных явлений

| № п/п | Цель ООН | Показатель | Показатель Повестки дня ООН или его аналог |
|----------|-----------------------------|---|---|
| 1 | Качественное образование | Численность студентов в учреждениях среднего профессионального образования, обучающихся за счет ассигнований федерального бюджета, тыс. человек | Объем официальной помощи в целях развития, направляемой на выплату стипендий, в разбивке по отраслям и видам обучения |
| 2 | | Численность студентов в государственных и муниципальных образовательных учреждениях высшего профессионального образования, тыс. человек | То же |

Продолжение табл. 1

| № п/п | Цель ООН | Показатель | Показатель Повестки дня ООН или его аналог |
|----------|--|---|--|
| 3 | Гендерное равенство | Численность женщин-депутатов Государственной Думы | Доля мест, занимаемых жен- щинами в национальных пар- ламентах |
| 4 | Чистая вода и санитария | Удельный вес общей площади жилищного фонда, оборудо- ванной водопроводом | Доля населения, пользующе- гося услугами водоснабжения, организованного с соблюде- нием требований безопасности |
| 5 | | Удельный вес общей площади жилищного фонда, оборудо- ванной водоотведением (ана- лизацией) | Доля безопасно очищаемых сточных вод |
| 6 | | Использование свежей воды, млрд м ³ | Уровень нагрузки на водные ресурсы: забор пресной воды в процентном отношении к имеющимся запасам пресной воды |
| 7 | Недорогостоящая и чистая энергия | Удельный вес общей площади жилищного фонда, оборудо- ванной напольными электриче- скими плитами | Доля населения, имеющего доступ к электроэнергии |
| 8 | | Производство электроэнергии на гидроэлектростанциях, млрд кВт·час. | Доля возобновляемых ис- точников энергии в общем объеме конечного энергопо- требления |
| 9 | Достойная работа и экономический рост | Средняя месячная номинальная начисленная заработка плата работников организаций в по- стоянных ценах 2000 г., руб. | Средний почасовой зарабо- ток женщин и мужчин в разбивке по роду занятий, возрасту и признаку инва- лидности |
| 10 | Индустриализация, инновации и ин- фраструктура | Перевезено пассажиров железнодорожным транспортом, млн чел. | Объем пассажирских и грузо- вых перевозок в разбивке по видам транспорта |
| 11 | | Перевозки грузов железнодорожным транспортом, млн т | То же |
| 12 | | Плотность автомобильных дорог с твердым покрытием, км/1000 км ² | Доля сельского населения, проживающего в пределах 2 км от круглогодичной дороги |
| 13 | | Численность персонала, заня- того исследованиями и разра- ботками, чел. | Количество исследователей (в эквиваленте полной занятости) на миллион жителей |
| 14 | | Финансирование науки из средств федерального бюд- жета, доля расходов консоли- дированного бюджета, % | — |
| 15 | | Поступление патентных заявок на изобретения | — |

Окончание табл. 1

| № п/п | Цель ООН | Показатель | Показатель Повестки дня ООН или его аналог |
|----------|--|--|---|
| 16 | Устойчивые горо- да и населенные пункты | Число маршрутов электриче- ского транспорта (троллей- бусов и трамваев) в городах | Доля населения, имеющего удобный доступ к обществен- ному транспорту, в разбивке по полу, возрасту и признаку ин- валидности |
| 17 | | Урожайность зерновых и зернобобовых культур, ц/га | — |
| 18 | Ответственное производство и потребление | Капитальные вложения в охрану атмосферного возду- ха, % от общих капитальных вложений | — |
| 19 | | Капитальные вложения в охрану и рациональное ис- пользование водных ресур- сов, % от общих капиталь- ных вложений | — |
| 20 | | Капитальные вложения в охрану и рациональное ис- пользование земельных ре- сурсов, % от общих капи- тальных вложений | — |
| 21 | | Внесение минеральных удобрений, млн т | — |
| 22 | Сохранение экосистем суши | Площадь земель, покрытая лесной растительностью, млн га | Площадь лесов в процентном отношении к общей площади суши |
| 23 | | Площадь государственных природных заповедников и национальных парков, млн га | Доля важных с точки зрения биологического разнообразия районов суши и пресноводных районов, находящихся под охраной, в разбивке по видам экосистем |
| 24 | | Выпуск ценных видов рыб рыбоводными организаци- ями в естественные водоемы и водохранилища, млн штук | — |
| 25 | Партнерство в ин- тересах устойчи- вого развития | Оплата труда в отношении к доходам консолидиро- ванного государственного бюджета | Общий объем государственных доходов в процентном отноше- нии к ВВП и разбивке по ис- точникам |

Таблица 2

Показатели негативных явлений

| № п/п | Цель ООН | Показатель | Показатель ООН или его аналог |
|----------|--|---|--|
| 1 | Ликвидация нищеты | Численность населения с доходами ниже прожиточного минимума | Доля населения страны, живущего за национальной чертой бедности, в разбивке по полу и возрасту |
| 2 | Ликвидация голода | Индекс потребительских цен на хлеб и хлебобулочные изделия | Показатель ценовых аномалий на рынке продовольствия |
| 3 | Хорошее здоровье и благополучие | Зарегистрировано пациентов с ВИЧ-инфекцией на 100 000 человек населения | Число новых заражений ВИЧ на 1000 неинфицированных |
| 4 | | Коэффициент младенческой смертности, на 1000 родившихся живыми | Коэффициент неонатальной смертности |
| 5 | | Коэффициент смертности от самоубийств на 100 000 человек населения | Смертность от самоубийств |
| 6 | | Коэффициент смертности от случайных отравлений алкоголем на 100 000 человек населения | Злоупотребление алкоголем |
| 8 | | Коэффициент смертности от болезней систем кровообращения на 100 000 человек населения | То же |
| 9 | Достойная работа и экономический рост | Численность безработных, зарегистрированных в органах государственной службы занятости, тыс. человек | Производственный травматизм со смертельным и не смертельным исходом в разбивке по полу и миграционному статусу |
| 10 | | Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1000 работающих | Уровень безработицы в разбивке по полу, возрасту и признаку инвалидности |
| 11 | Индустриализация, инновации и инфраструктура | Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников, млн т | Выбросы CO ₂ на единицу добавленной стоимости |
| 12 | Уменьшение неравенства | Коэффициент Джинни (индекс концентрации доходов) | — |
| 13 | | Удельный вес убыточных организаций в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве, % | Показатели финансовой устойчивости |
| 14 | | Субъекты Федерации с удельным весом убыточных предприятий, который превышает средний показатель по стране, % | То же |

Окончание табл. 2

| № п/п | Цель ООН | Показатель | Показатель ООН или его аналог |
|----------|--|--|---|
| 15 | Устойчивые города и населенные пункты | Аварийный жилищный фонд, млн м ² | Доля городского населения, проживающего в трущобах, неформальных поселениях или в неудовлетворительных жилищных условиях |
| 16 | | Число городов, где средние годовые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере превышают 1 ПДК | Среднегодовой уровень содержания мелких твердых частиц (например, класса PM2.5 и PM10) в атмосфере городов (в пересчете на численность населения) |
| 17 | Ответственное производство и потребление | Образование отходов производства и потребления, млн т | Образование опасных отходов на душу населения и доля обрабатываемых опасных отходов в разбивке по видам обработки |
| 18 | | Продажа папирос и сигарет, млрд шт. | — |
| 19 | | Продажа водки и ликероводочных изделий, млн дкл. | — |
| 20 | | Продажа сахара, тыс. т | — |
| 21 | Сохранение экосистем суши | Площадь нарушенных земель, тыс. га | Площадь деградировавших земель в процентном отношении к общей площади суши |
| 22 | Сохранение морских экосистем | Сброс загрязненных вод, млрд м ³ | — |
| 23 | Мир, правосудие и эффективные институты | Коэффициент смертности от убийств, на 100 000 человек населения | Число жертв умышленных убийств на 100 000 человек в разбивке по возрастной группе и полу |
| 24 | | Число зарегистрированных экологических преступлений | — |
| 25 | | Число лиц, содержащихся в местах лишения свободы, тыс. чел. | — |

Выбор перечисленных выше показателей объясняется следующими причинами. Между рекомендациями экспертов ООН и практикой статистических наблюдений в странах, официально взявшим курс на устойчивое

развитие, обнаруживаются серьезные несоответствия: с одной стороны, многие нововведения до сих пор не прошли тестирования, и по ним нет исходной информации, с другой – широко используемые индикаторы не были включены в указанный перечень. Очевидно, в данных обстоятельствах целесообразно привлечение к анализу возможно большего числа разнообразных и вместе с тем надежных сведений.

Обобщение материалов статистической службы свидетельствует о том, что в России в последние 18 лет происходит усиление позитивных процессов при некотором ослаблении отрицательных факторов развития (рис. 1).

Суммарный индекс развития страны, определяемый путем сложения 50 частных индикаторов, указывает на тенденцию к повышению степени ее системной устойчивости (рис. 2). Важно, что полученный результат не претерпевает значительных изменений при сложении только четных или нечетных индикаторов, т. е. при сокращении их числа в 2 раза.

В дальнейшем предполагается включить в круг рассматриваемых процессов социально-экономические явления, порождающие конфликты в обществе, в частности миграцию, теневую экономику, коррупцию и т. д.

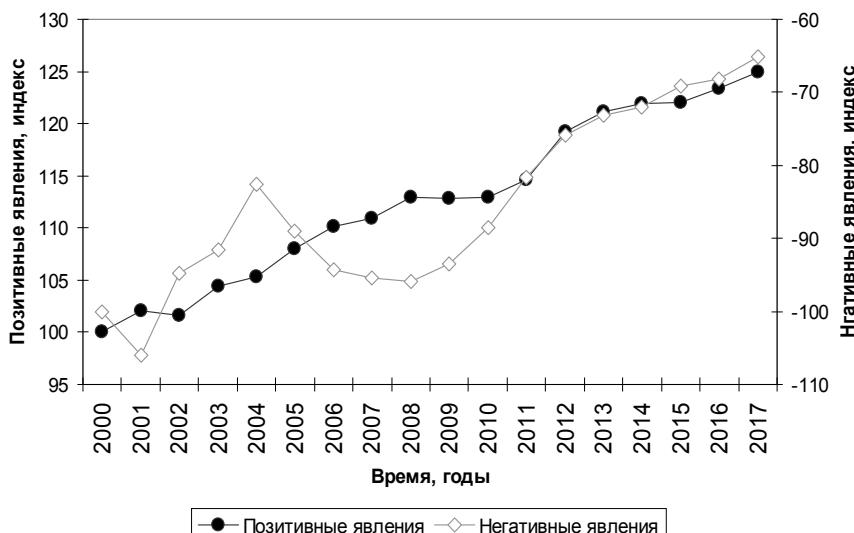


Рис. 1. Обобщенные индексы позитивных и негативных явлений в России.
Источник: расчет по данным Росстата

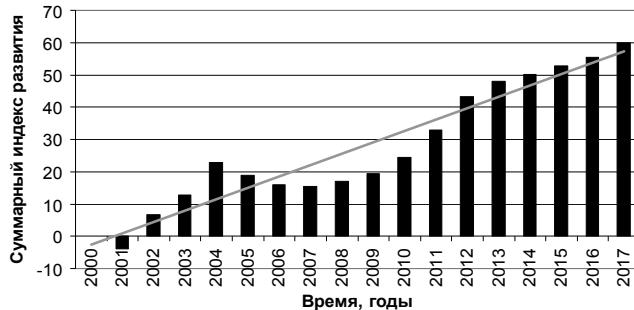


Рис. 2. Суммарный индекс развития России. Источник: Ibid

- **Список литературы**

1. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>.
2. Ретеюм А.Ю. Двенадцать лет из жизни страны. – М.: Хорион, 2004. – 144 с.
3. Ретеюм А.Ю. Глобальный кризис и перспективы устойчивого развития // Россия в окружающем мире: 2009. Устойчивое развитие: экология, политика, экономика: Аналитический ежегодник. – М., 2009. – С. 17–48.

Л.М. Корытный, Т.И. Зaborцева, О.В. Евстропьева

ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Введение

«Зеленая» экономика – это экономика, направленная на сохранение благополучия общества за счет эффективного использования природных ресурсов, а также обеспечивающая возвращение продуктов конечного пользования в производственный цикл. В первую очередь «зеленая» экономика направлена на экономное потребление тех ресурсов, которые в настоящее время подвержены истощению (невозобновляемые полезные ископаемые – нефть, газ, уголь и др.) и рациональное использование неисчерпаемых ресурсов; в основе «зеленой экономики» – чистые или «зеленые» технологии. Таким образом, «зеленая» экономика включает: а) новые отрасли экономики, деятельность которых улучшит состояние окружающей среды страны; б) новые технологии, своего рода экосистемы, которые призваны помочь и приносить пользу природе; в) переход на новый этап развития, производство экологически чистых продуктов [8].

По определению ЮНЕП (UNEP), «зеленая» экономика повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость и при этом существенно снижает риски для окружающей среды и ее деградации [9]. В итоговом документе Конференции ООН в Рио-де-Жанейро (2012) подчеркивается, что в переходе к «зеленой» экономике каждая страна может выбирать подход в соответствии со своими национальными планами, стратегиями и приоритетами устойчивого развития [2]. При этом приоритетны 10 секторов по инвестированию средств в формате «зеленой» экономики: сельское хозяйство, отопление и освещение зданий, энергоснабжение, рыболовство, лесное хозяйство, промышленность, туризм, транспорт, отходы и вода.

Новая модель будущей экономики для России с точки зрения формирования «зеленой» экономики должна обладать следующими важнейшими чертами [1]:

- в экономической политике для принятия решений возрастает важность сохранения природного капитала, экосистем и их услуг;
- приоритет в развитии получают наукоемкие, высокотехнологичные, обрабатывающие и инфраструктурные отрасли с минимальным воз-

действием на окружающую среду, с уменьшением удельного веса сырьевого сектора;

– радикально повышается эффективность использования природных ресурсов и их экономия, с реализацией перехода на политику «наилучших доступных технологий» и, как следствие, – со снижением загрязнения окружающей среды;

– в экономические стратегии (программы, планы) в обязательном порядке включаются направления, сформулированные в документах, посвященных «зеленой» экономике и «зеленому» росту.

Это весьма актуально для Байкальского региона (БР). Байкальский регион (Иркутская область, Республика Бурятия и Забайкальский край) относится к переходной зоне между регионами-лидерами и регионами-аутсайдерами в социально-экономическом районировании административных субъектов страны. Территорию при общей площади свыше 1,5 млн км² (8,8 % территории России) и общей численности населения 4448 тыс. чел. (3 % от численности населения РФ на 01.01.2019) отличают низкий уровень заселенности (менее 3 чел./км²) и невысокий показатель валового регионального продукта (2,3 % от российского) с сырьевой направленностью производства и экспорта [10]. Вектор развития базовых отраслей в Байкальском регионе на видимую перспективу определен как углубление переработки добываемого сырья, а в планах стратегического развития – как продвижение идеологии устойчивого развития и «зеленой» экономики.

Байкальский регион как целостная ландшафтно-экологическая и хозяйственно-культурная геосистема

Для БР закономерно формирование байкалоцентричной модели развития, поскольку современные особенности его хозяйственного комплекса и дальнейшие его перспективы развития предопределяются местонахождением на территории оз. Байкал – феномена мирового значения. Водосборная площадь озера и зона влияния на нее – Байкальская природная территория – занимает около 1/5 пространства БР и имеет особый статус (режим) природопользования. Включение оз. Байкал в Список объектов мирового наследия (1996 г.) – главный фактор при определении рамочных экологических требований к отдельным территориям Байкальского региона. Причем глобальная роль Байкала постоянно возрастает. Оценка, охрана и оптимизация использования природных ресурсов, к важнейшим из которых относятся водные, – одна из наиболее сложных и востребованных проблем современности. Нарастающая нехватка чистой воды в мире определяет важность Байкала для будущих поколений. С ухудше-

нием водноресурсной ситуации геополитическая роль России в этом вопросе, прежде всего, благодаря Байкалу, может стать ключевой.

Одновременно воды Байкала – это основа огромного гидроэнергетического потенциала региона. Кроме того, высокая научная значимость многоплановых исследований Байкала давно сделала озеро одной из самых известных мировых природных лабораторий, причем число интереснейших решаемых задач постоянно увеличивается.

В ландшафтах, непосредственно окружающих оз. Байкал, как и его бассейна и БР в целом, сочетаются тундровый, таежный и степной типы природной среды, обусловленные геологической структурой, положением в отношении систем циркуляции атмосферы, биогеографическими особенностями и характером их контакта. Взаимопроникновение различных природных систем составляет существенную черту ландшафтной структуры. Преобладает горная тайга. Рассматриваемая территория находится между Сибирью и Дальним Востоком России и одновременно – между северно-арктической и центрально-пустынной Азией. В регионе находится один из главных мировых водоразделов между водосборами Северного Ледовитого океана (бассейны Енисея и Лены), Тихого океана (бассейн Амура) и бессточной областью Центральной Азии.

Исключительно велика роль БР в общественном территориальном разделении труда. Он относится к числу основных источников удовлетворения внутренних и экспортных потребностей России в разнообразных природных ресурсах. Здесь особенно выделяется Иркутская область, которая занимает 7-е место в стране по величине суммарного природно-ресурсного потенциала, образуемого минерально-сырьевыми, гидроэнергетическими, водными и лесными ресурсами; по трем последним видам область вообще лидирует в стране.

Уже сегодня в регионе создан самый крупный на востоке страны промышленно-хозяйственный комплекс. Поэтому он по праву выступал и выступает мощной базой освоения дальневосточных и северных районов России. БР – полигон перспективной реализации ряда программ общегосударственного значения.

Географическое и геополитическое положение БР также выгодно отличается от соседних регионов. Располагаясь между Сибирью и Дальним Востоком, эта территория, имеющая хорошие выходы в страны Центральной и Восточной Азии, всегда использовалась Россией для установления контактов и торговли с этими странами, а также служила плацдармом для освоения Ближнего Севера и Приамурья. В советское время она стала военно-стратегическим плацдармом, а в экономическом плане превратилась в транзитно-буферный регион.

В настоящее время, когда Россия ориентирована на восточный вектор развития, стратегическая роль географического положения БР еще более усилилась. Этому способствует прежде всего его транспортно-географическое положение. Регион представляет собой звено межконтинентальных транзитных железнодорожных магистралей – Транссибирской и Байкало-Амурской, имеет прямые железнодорожные выходы на Китай и Монголию. По его территории проходят все магистральные транспортно-коммуникационные линии связи, международные и внутрироссийские авиалинии, включая кроссполярные маршруты между странами южной и юго-восточной Азии и американским континентом.

Важную роль играют этнокультурные особенности БР. Это место взаимопроникновения мировых цивилизаций: индустриальной христианской, кочевнической буддийской, таежной языческой, центр буддизма России; здесь происходит мирный сплав западных и восточных менталитетов, развито полиглотское природопользование. Регион является одним из центров эволюции современного человека, местом происхождения многих народов, серьезно повлиявших на историю цивилизации. Наиболее древние памятники присутствия человека на Байкале датируются временем свыше 700 тыс. лет, а список археологических памятников насчитывает свыше 600 стоянок, городищ, петроглифов, могильников и др.

Поскольку сегодня важнейшим условием входа в глобальные социально-экономические сети и контактирования с постиндустриальным миром является производство знаний, уровень развития науки, и здесь важны возможности БР – мощный научный комплекс, высокий образовательный уровень трудовых ресурсов.

Однако, к сожалению, в масштабах страны регион в социально-экономическом отношении занимает пока очень скромное место и не достигает среднего уровня по стране; к тому же по экономическим показателям Иркутская область значительно превышает своих соседей.

Несмотря на это, потенциально именно БР по своему географическому и geopolитическому положению, природному, ресурсному, экономическому, этнокультурному и кадровому потенциалу и благодаря Байкалу является главным стратегическим регионом на востоке России, важнейшим опорным плацдармом социально-экономического развития страны.

Однако это развитие имеет свою специфику в связи с тем, что бассейн Байкала имеет особый режим природопользования. Объявление озера Байкал и его окружения объектом Всемирного природного наследия привлекло внимание всего мирового сообщества, подчеркнуло роль великого озера и как уникального явления природы, и как места органи-

зации зоны рекреации планетарного значения, а в будущем – как источника только экологически ориентированного землепользования и бизнеса в целом. Поскольку в перспективе в условиях роста дефицита пресной воды в мире вода Байкала становится важнейшим стратегическим ресурсом планеты, именно водный фактор развития здесь является приоритетным. Воспроизводство и восполнение этой воды происходит на территории всего бассейна оз. Байкал, что предопределяет особое внимание здесь к охране природы и диктует запрет на многие виды производства, дабы не допустить изменений окружающей среды и сохранить байкальскую воду для человечества. В этих условиях для социально-экономического развития БР нет другого пути, чем в русле «зеленой» экономики.

Перспективные направления региональной политики «зеленого» роста

Ряд стратегических задач и направлений по их реализации в стратегических документах субъектов БР вполне согласуется с приоритетами «зеленой» экономики. Так, в проекте Стратегии социально-экономического развития Иркутской области до 2025 г. непосредственное отношение к «зеленой» экономике имеют следующие задачи: формирование эффективной, конкурентоспособной и экологически ориентированной модели развития; обеспечение экологически безопасного обращения с отходами, сокращение количества их образования (планируемое финансирование более 20 млрд руб. к 2025 г.); сохранение естественных экологических систем, объектов животного и растительного мира; охрана озера Байкал и защита Байкальской природной территории от негативного воздействия антропогенных, техногенных и природных факторов.

В первую очередь это формирование высокотехнологичной *средо-защитной инфраструктуры (СЗИ)* – блока функционально обособленных сооружений, производств, предприятий по рециклингу, депонированию, нейтрализации твердых отходов, системы обращения с отходами,ключающей весь комплекс мер, обеспечивающих контроль и управление потоками отходов, информационное сопровождение по технологии их обезвреживания, переработки или утилизации [5]. Базовая функция СЗИ корреспондирует с основными позициями продвижения «зеленой» экономики – минимизацией влияния депонируемых, утилизируемых и прочих отходов производства и потребления на окружающую среду, а также вовлечением в хозяйственный оборот дополнительных ресурсов (утилизируемых отходов или вторичных материальных ресурсов), улучшением условий жизнедеятельности человека. Важнейшей актуальной задачей для субъектов БР является создание регионального кластера об-

ращения с отходами, представляющего собой группу географически локализованных взаимосвязанных экономических агентов специализированных услуг, предприятий инфраструктуры, НИИ, вузов и других организаций, дополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных предприятий и кластера в целом.

В самом обобщенном виде, относительно утилизации твердых коммунальных отходов, следует ожидать развития трех направлений: технологии санитарных полигонов нового поколения, технологии индустриальной переработки и технологии высокотемпературного пиролиза. Преобладающая часть районных муниципальных образований области, обладающих территориальными ресурсами и не имеющих достаточных финансово-экономических средств, будут придерживаться, вероятно, концепции развития санитарных полигонов разного технологического класса и экономически приемлемых методов предварительной сепарации.

Если говорить о производстве в рамках «зеленой» экономики на байкальском побережье, то закономерным является организация *бутилирования* байкальской воды. Уже реализуемым способом освоения водных ресурсов Байкала является добыча и розлив в бутыли глубинной воды из озера, патент на это получен Лимнологическим институтом СО РАН еще в 1991 г. Уникальные свойства и качество байкальской глубинной воды подтверждены сертификатами соответствия требованиям стандартов на питьевую воду России, Германии, Японии, Южной Кореи и Китая. Немецкий Институт Фрезениуса подтвердил соответствие воды из оз. Байкал требованиям Всемирной организации здравоохранения и руководящим указаниям по питьевой воде Европейского сообщества. В настоящее время уже согласованы объемы добычи и розлива байкальской воды до 250 тыс. м³, до трети этого объема производится в пос. Листвянка, Выдрино, Клюевка, Сухой ручей, в порту Байкал; в стадии обсуждения строительство мощного российско-китайского предприятия в пос. Култук. Ученые Лимнологического института СО РАН рекомендуют без ущерба для экосистемы отбирать из озера до 400 млн т воды в год (0,5 % расходной части водного баланса озера). По нашему мнению, для начала объем добычи воды в Байкале может быть доведен до 10 млн л в сутки, а число типовых заводов мощностью 1 млн л в сутки – до 10 и более. Такой масштаб эксплуатации вод озера не окажет никакого ощутимого воздействия на его режим, поскольку объем водоотбора составит всего лишь 0,005 % возобновимых ресурсов воды в Байкале. Однако и для этого нужна надлежащая организации рекламы и сбыта байкальской воды в условиях высокомонопольного мирового рынка питьевой воды. Нужна большая и сложная маркетинговая работа для того, чтобы байкальские

глубинные воды из экзотической жидкости для богатых стран и элитарных социальных слоев населения превратились в жидкость, жизненно необходимую для населения стран мира и заняли заметное место в балансе их питьевого водоснабжения, причем проводить её надо уже сегодня.

Вполне уместно рассматривать здесь и перспективы **возобновляемой (альтернативной) энергетики**, хотя говорить о них, например, в условиях энергоизбыточной Иркутской области довольно сложно. Тем не менее, применение возобновляемых источников энергии (фото- и ветроэлектрических станций) для производства электроэнергии в районах, удаленных от систем электроснабжения и транспортных магистралей, позволяет экономить дорогостоящее дизельное топливо, снизить загрязнение водоема в результате разливов и утечек при его транспортировке, улучшить условия проживания населения и отдых организованных и нерегулярных туристов.

Пока единственным относительно крупным объектом, использующим возобновляемые природные энергоресурсы для целей электроснабжения потребителей, стал энергокомплекс в с. Онгурен, введенный в эксплуатацию в ноябре 2012 г. Энергокомплекс включает дизельную электростанцию и возобновляемые энергоисточники (суммарная установленная мощность составляет 196 кВт, в том числе 100 кВт – ДЭС, 81 кВт – фотоэлектрические модули и 15 кВт – ветроустановки). В течение 2013 г. 43 % электроэнергии, потребляемой в с. Онгурен, выработано возобновляемыми энергоисточниками, что позволило сэкономить более 40 т дизельного топлива. В урочище Узуры (о. Ольхон) на территории метеостанции и Байкальской магнитотеллурической обсерватории Института солнечно-земной физики СО РАН расположены две ветроэнергетические установки малой мощности и несколько фотоэлектрических панелей, которые также вырабатывают электроэнергию в дополнение к дизельной электростанции.

В начальной стадии продвигаемое отечественное направление устойчивого развития в формате инновационного производства – **технопарки**, что соответствует одному из важнейших направлений целей устойчивого развития (ЦУР) «Создание прочной инфраструктуры, содействие обеспечению всеохватной и устойчивой индустриализации и внедрению инноваций». Современные технопарки представляют собой площадки, создающие активную бизнес-среду для разработки и вывода на рынок новых высокотехнологичных продуктов, объединяющую академическую науку, исследовательские и промышленные комплексы, бизнес, инвестиционные компании и государство. Технопарки имеют статус особых экономических зон, а их резиденты пользуются налоговыми льготами и другими

преференциями. В России действуют или находятся в стадии формирования более 120 технопарков, 2 из них – в Иркутской области (таблица).

В стадии разработки также проект «Байкальский центр **биомедицинских** исследований» (БайкалБиоМеда), что соответствует важнейшему направлению ЦУР «Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте». Инициаторами проекта выступили Иркутский научный центр СО РАН и Бурятский научный центр СО РАН. Главнейшие обозначенные задачи: а) завершение формирования сети национальных медицинских исследовательских центров; б) внедрение инновационных медицинских технологий, включая систему ранней диагностики и дистанционный мониторинг состояния здоровья пациентов. Цели проекта соответствуют приоритету стратегии научно-технологического развития России, направлениям «зеленой» экономики – переходу к персонифицированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению

Технопарки Иркутской области

| Город | Кол-во | Кол-во резидентов | Специализация технопарка, структура |
|---------|--------|----------------------|--|
| Иркутск | 1 | 37 | Технопарк Иркутского научно-исследовательского технического университета (ИрНИТУ): бизнес-инкубатор ИрНИТУ, научные подразделения Физико-технического института в составе университета, корпоративный научно-исследовательский центр «ОАО «Иркутскэнерго»-ИрНИТУ», другие научно-производственные центры (создано более 30 малых инновационных предприятий); сотрудничают с Технопарком: Ангарская нефтехимическая компания, СИБ «Технолог» (бизнес-инкубатор), работающий совместно с Ангарским нефтеперерабатывающим заводом (НПЗ) над использованием тяжелых нефтяных остатков, ЗАО НПФ Восток-ТОР, занятое в сфере технологий обслуживания и ремонта трубопроводов и др. |
| Ангарск | 1 | 50 | Ангарский технопарк: комплекс объектов недвижимости и технической инфраструктуры для размещения производств, созданный в 2009 г. на производственных площадях Ангарского электромеханического завода; 4 производственные площадки – индустриальный парк «MAXiMAX», индустриально-логистический парк «Grechchannel», производственно-сырьевой парк «Ключевой» и агропромышленный парк «Монастырская протока» (среди партнеров технопарка – нефтяная компания «Роснефть»; среди предлагаемых новых проектов – шесть проектов полимерного производства, а также производства строительной продукции) |

и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (снижение смертности и заболеваемости в БР, рост продолжительности жизни, создание «точек притяжения», предотвращающих депопуляцию территорий).

Проект позволит создать медицинский кластер, который объединит работу медицинских, научных и образовательных учреждений БР. После создания новых центров и лабораторий структура БайкалБиоМеда территориально будет представлена 5 подразделениями в Республике Бурятия, 4 подразделениями в городах Иркутске, Ангарске и 15 проектами на базе медицинских и учебных учреждений Иркутска.

Экономисты, географы и профессионалы творческих профессий в последнее время усиленно рассматривают формирование системы социально-экономических отношений с позиций устойчивого развития, связывая с раскрытием творческих способностей людей, продвижением идеологии «умных городов», эко-городов и т. д., т. е. по сути – в аспекте «зеленой» экономики. Значимой структурной частью этой сферы являются *народные ремесла*. Исследовательской группой Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН в течение трех полевых сезонов изучались вопросы организации и развития народных ремесел в БР [7]. Предпринята попытка с географических позиций рассмотреть территориальные особенности народных ремесел как сектора креативной составляющей экономики (пока в рамках домохозяйств) с целью обратить внимание на значимость данного вида и как природоцдящей деятельности.

На примере шести модельных районов Иркутской области и Республики Бурятия выявлены популярные виды народных ремесел в XXI веке (вышивка, изготовление изделий из дерева и бересты, а также шитье национальных костюмов, украшений и сувениров в национальном стиле; популярна работа с мехом и кожей, в том числе и шитье унтов, распространена в бурятской культуре работа с конским волосом). Не столь часто байкальские сибиряки занимаются традиционным ткачеством, прядением, плетением вологодских кружев. Более 80 % опрошенных мастеров в работе используют материалы, которые можно найти в месте проживания либо не выезжая за пределы региона, хотя современные технологии пришли и в сферу традиционных ремесел – около 10 % респондентов активно пользуются интернет-магазинами.

В современных условиях многоукладной рыночной экономики наблюдается возрождение народных ремесел, «всплеск» интереса к их изучению. Одна из причин: значительная часть населения (пensionеры, работающие в бюджетной сфере) к данной деятельности возвращаются, в том числе с целью получения дополнительного источника доходов. Рас-

четный потенциал занятости в указанном секторе зависит от количества населения предпенсионного и пенсионного возраста, временно неработающего населения (по уходу за детьми, пожилыми членами семьи и др. категориями населения) с творческим или мастеровыми талантами и навыками байкальских сибиряков, – в среднем от 3 до 5 % постоянного населения. Развитие традиционных ремесел рассматривается и как один из значимых факторов укрепления в регионе рекреационной специализации, более детально рассмотренной ниже.

Экологический туризм – одно из приоритетных направлений «зеленой экономики» Байкальского региона

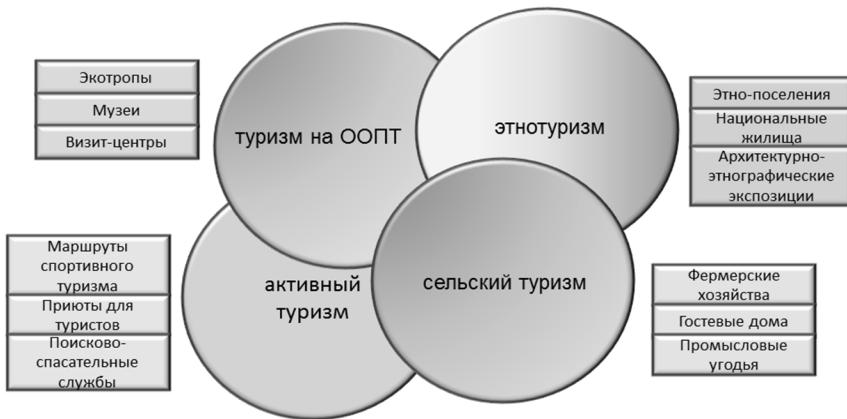
Приоритетности экологического туризма в качестве сквозного направления туристско-рекреационного развития в БР способствуют жесткие природоохранные ограничения, а также концентрация природных и культурных ценностей, разнообразие ландшафтно-климатических условий, относительно низкий уровень хозяйственной освоенности и заселенности территории.

В обобщенном виде экотуризм отвечает следующим четырем критериям: а) нацеленность на восстановление физических и духовных сил человека в малоизмененной природе; б) совмещение с процессом познания окружающей природы и традиций местного населения; в) применение инновационных природо- и ресурсосберегающих технологий для создания комфортных условий жизнедеятельности человека на отдыхе, разработки турпродукта, принятия функционально-планировочных решений организации территории; г) охрана и/или воссоздание природной и культурно-исторической среды становится экономически выгодной для местного населения. По сути, это всё хорошо согласуется с принципами «зеленой» экономики.

В рамках экотуризма реализуются четыре основных, взаимодополняющих и неотделимых одна от другой модели рекреационного природопользования: туризм на ООПТ, этнографический и сельский туризм, а также активный туризм. Каждая из этих моделей опирается на характерную для нее инфраструктурную базу (рисунок).

Рассмотрим особенности отдельных направлений экологического туризма в БР.

Туризм на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). На фоне глобальных тенденций вовлечения всё большего числа природных объектов в туризм вполне закономерен процесс активного включения ООПТ в региональную рекреационную систему, введение механизмов, позволяющих совмещать в их границах природоохранные и туристские цели развития с привлечением бизнес-структур. Он будет сопровождаться



Эко-туристический комплекс и опорные инфраструктурные объекты, рекомендуемые для размещения в Байкальском регионе

созданием надёжной информационно-аналитической и статистической базы по экотуризму, разработкой новых и обновлением уже существующих экотуристических продуктов, появлением специализированных туроператоров и дальнейшим совершенствованием специфичной инфраструктуры обслуживания туристов, разработкой щадящих технологий и инженерно-архитектурных решений, обеспечивающих доступ туристов с различной степенью физической подготовки к наиболее интересным природным объектам.

Сельский туризм. На территории БР проживает более миллиона сельского населения. Привлечение туристских потоков в сельскую местность в последнее время признается значимым фактором поддержки как отдельных фермерских хозяйств, так и целых сельских поселений, традиционно ориентированных на производство натуральных продуктов и переживающих кризисы, обусловленные доминированием массовой индустрии продовольствия. Разнообразие региональных сельских рекреационных комплексов может быть представлено традиционным укладом русских крестьян, кочевыми культурами степных скотоводов (бурят) и оленеводов тайги (эвенков, тофаларов), рыбаками поселками байкальского побережья и таежными охотничими угодьями северных районов области. Объекты показа могут быть подготовлены также на базе звероводческих хозяйств, занимающихся разведением пушных зверьков (например, звероводческое хозяйство, специализирующееся более полувека на разведении норки в п. Большая Речка Иркутской области). В Слюдянском районе перспективным является местное направление сельского туризма – разведение и вы-

рашивание клубники, обусловленное микроклиматическими условиями побережья Байкала. Традиционно в г. Байкальске проводятся клубничные фестивали, по статусу приближающиеся к региональному мероприятию. Необходимыми условиями для развития сельского туризма обладает Ольхонский район (Иркутская область) и ряд районов Республики Бурятия, где разработан ряд проектов развития сельского туризма на базе крестьянско-фермерских хозяйств. К тому же сельский туризм является одним из наиболее перспективных направлений по расширению сферы занятости сельского населения, диверсификации сельской экономики и развитию сельских территорий в БР [4].

Этнографический туризм. В настоящее время задачи сохранения этнокультурного и биологического разнообразия по своей актуальности стоят в одном ряду, а туризм трактуется как один из механизмов их реализации. В контексте идей устойчивого развития, вовлечение коренного населения региона в туризм всецело отвечает общемировым тенденциям.

БР представляет собой рекреационную систему, которая характеризуется наличием значительного комплекса ресурсов этнографического и культурно-познавательного туризма. Этно-рекреационные ресурсы территории рассматриваются как особая их группа. К ним относятся локальные сообщества людей в комплексе с природно-ландшафтной средой их жизнедеятельности, присущими им национальной культурой, традиционными формами ведения хозяйства и быта, включая такие неотъемлемые компоненты, как национальные праздники и обряды, традиционные виды жилища, языки, кухня, народные промыслы и ремесла, исконное народное творчество, которые, в совокупности, выступают как единый и уникальный этно-рекреационный комплекс.

В настоящее время этно-рекреационные комплексы БР представлены двумя доминирующими культурами – бурятской и русской, локальными сообществами коренных малочисленных народов – эвенков, сойотов и тофаларов, общинами семейских – носителей традиционной русской культуры, признанной ЮНЕСКО как нематериальное культурное наследие человечества, а также представителями многонационального постсоветского пространства. В качестве своеобразного компонента русской культуры Сибири принято также выделять русских старожилов. Характеристика перечисленных этно-рекреационных комплексов – их территориальная приуроченность, языки, традиционные виды хозяйства и народные промыслы, ремесла и другие особенности, а также пространственная характеристика выполнена авторами ранее [3, 6].

Активный (спортивный) туризм. Активные виды туризма и отдыха являлись пионерными при рекреационном освоении БР, особенно бай-

кальского побережья. В настоящее время маршруты, овеянные романтикой и требующие специальной подготовки, также популярны, обладают весьма высоким потенциалом развития спортивного туризма: классифицированных и эталонных туристских спортивных маршрутов России – 45, маршрутов экологического туризма на ООПТ – 15, региональных туристских маршрутов – 14, экскурсионных и спортивных маршрутов, действующих в муниципальных образованиях – 45, а также Большая Байкальская тропа, Кругобайкальская железная дорога. Максимальная сложность маршрутов по Приморскому хребту и хребту Хамар-Дабан достигает 5 категории. Наиболее популярные маршруты пролегают по долинам рек, берущих начало на вершинах хребта Хамар-Дабан (Слюдянский район). Развитию активного туризма здесь, помимо высокой рекреационной привлекательности природных объектов, также благоприятствует исторический аспект: с 1805 г. здесь проходили караванные дороги Великого чайного пути, связывающего Россию с Китаем (Кругоморский, Хамар-Дабанский, Игумновский и Старокомарский тракты).

Важным элементом активного туризма является экстремальный туризм. На байкальском побережье популярны его разновидности – альпинизм и скалолазание. В зимнее время осуществляются пешие и лыжные переходы через озеро, ледовые экспедиции на внедорожниках. Дайвинг на Байкале отличается температурными условиями погружения и возможностью наблюдать за уникальной экосистемой озера.

Заключение

В русле «зеленой» экономики в БР весьма перспективны как уже развивающиеся направления, рассмотренные в статье – связанные с СЗИ, альтернативной энергетикой, розливом байкальской воды, традиционными ремеслами, так и другие (углублённая переработка древесины, номадное животноводство и т. п.). Драйвером экономики БР на принципах устойчивого развития являются новые организационные форматы научно-производственной деятельности – технопарки, научно-производственные кластеры, которые усиливают положительные эффекты использования природно-ресурсного и экономического потенциала территории в российском социально-экономическом пространстве, позволяют реализовать преимущества его экономико-географического и транспортно-географического положения на видимую перспективу. В контексте устойчивого развития и предлагаемых к внедрению механизмов «зеленой» экономики в БР экологический туризм представляется как один из наиболее предпочтительных видов деятельности, обусловленных природно-ресурсным потенциалом территории и программно-

стратегическими документами, определяющими вектор развития хозяйственного комплекса на перспективу.

Успешность и эффективность развития в БР «зелёной» экономики зависит от внедрения механизмов её поддержки как на федеральном, так и на региональном уровнях. Необходимо внедрение экологических критериев при принятии решений о государственной поддержке (продвижение) инвестиционных проектов; стимулирование инвестиций, направленных на осуществление модернизации и внедрение передовых ресурсоэффективных и экологосберегающих технологий, в том числе путем предоставления налоговых преференций, компенсации процентной ставки по кредитам финансовых организаций, прямого субсидирования, предоставления государственных гарантий по кредитам и т. п. Целесообразно создание специализированного фонда, формируемого как за счет бюджетных, так и за счет внебюджетных источников, средства которого будут направляться на реализацию и стимулирование мероприятий, в том числе совершенствования технологий, в русле «зелёной» экономики. Очевидно, что важнейшим условием для развития «зелёной» экономики служит её включение как в стратегические документы, так и в соответствующие программы конкретных мероприятий, с отслеживанием структурных и пространственно-временных индикаторов, т. е. постоянным мониторингом.

Поскольку концепция «зелёной» экономики в её современном понимании находится на начальном этапе развития, многие её постулаты только формируются, а первые шаги являются эмпирическими. В этой ситуации, Байкальский регион имеет уникальную возможность стать хорошей модельной площадкой для разработки и апробации методологии и механизмов «зелёного» роста.

• Список литературы

1. Бобылев С.Н. «Зелёная» «экономика и экосистемные услуги: российский контекст // Восточный вектор России: шанс для «зелёной» экономики в природно-ресурсных регионах: Материалы научного семинара. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2016. – С. 8–24.
2. Будущее, которого мы хотим. Итоговый документ Конференции ООН. – Рио-де-Жанейро. 2012 г. <http://www.uncsd2012.org/>
3. Евстропьева О.В. Этно-рекреационный потенциал Байкальского региона // География и природные ресурсы. – №1. – 2013. – С. 127–135.
4. Евстропьева О.В., Зaborцева Т.И., Михайлова А.А. Рекреационные ресурсы и их использование. – Географическая энциклопедия Иркутской области. Общий очерк / ред. Корытный Л.М. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2017. – С. 105–123.

5. Заборцева Т.И. Проблемы средозащитной инфраструктуры Сибири: экономико-географический подход. – Известия РАН. Серия географическая. – 2014. – № 5. – С. 47–55.
6. Заборцева Т.И., Евстропьева О.В., Курдюков В.Н. Ресурсы этнотуризма Байкальского региона // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Науки о Земле. – 2012. – Т.5 – № 2. – С. 118–131.
7. Заборцева Т.И., Игнатова О.А. Изучение народных ремесел как сектора креативной экономики территории (на примере Байкальского региона) // География и регион: материалы междунар. науч.-практ. конф. (23–25 сентября 2015 г.): в 6 т. – Т. II: Социально-экономическая география. – Пермь: 2015. – С. 154–160.
8. Заборцева Т.И., Кузнецова А.Н., Виолин С.Ю., Сысоева Н.М. Потенциал «зеленой» экономики в социально-экономическом развитии Иркутской области // География и природные ресурсы. – 2017. – № 4. – С. 154–161.
9. Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности – обобщающий доклад для представителей властных структур. – ЮНЕП, 2011.
10. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017 : стат. сб. / Росстат. – М.: Росстат., 2017. – 1402 с.

**А.К. Тулохонов, Е.Ж. Гармаев,
Л.Г. Намжилова, Т.А. Болданов**

О ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ АГРАРНОЙ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ)

Роль географии в современном мире заключается в необходимости решать эколого-географические проблемы, связанные с трансформацией природной среды в условиях развивающегося общества, находящегося, по существу, на грани экологического кризиса.

География играет важную роль в снижении экологической напряженности. В.М. Котляков, размышляя о современности географии, считает, что без решения географических задач невозможно создать концепцию экологически безопасной стратегии устойчивого развития [7]. В настоящее время все большее внимание уделяется зеленой экономике, которая рассматривается как основа устойчивого развития (новый вектор, двигатель устойчивого развития) [5]. Переход от традиционной модели экономического роста к «зеленой экономике» – это общемировой тренд, определяющий устойчивость развития национальных экономик и означающий стимулирование экономического роста и развития, при сохранении природной составляющей и предоставлении ею ресурсов и экосистемных услуг, от которых зависит благополучие населения. Для этого зеленый рост предполагает инвестиции и инновации, которые должны быть в основе устойчивого роста и приведут к возникновению новых экономических возможностей [8]. Основными (приоритетными) направлениями зеленой экономики являются: энергетика, обеспечение качественной питьевой водой, продовольственная безопасность населения и обеспечение экологически чистыми продуктами питания, адаптивное природопользование и органическое сельское хозяйство.

1. К теории адаптивного природопользования

Императивы, провозглашенные на саммите в Рио-де Жанейро в 1992 г., предлагаю концепцию устойчивого развития, приоритет в которой принадлежит энергосберегающим и экологобезопасным технологиям. Как известно, все новое – это давно забытое. С этой точки зрения, человеческие цивилизации с давних времен использовали именно такие технологии во взаимоотношениях с окружающей средой. Древний рыбак и охотник добывали трофеи только в пределах своей потребности. Коче-

вые народы использовали пастбища в сезонном цикле, не допуская перенаселения травяного покрова.

В общем виде можно выделить три вида хозяйственной деятельности общества, направленные на повышение продуктивности сельскохозяйственного производства. Первый вид предполагает организацию процессов производства аграрной продукции за счет активного использования передовых технологий получения новых видов растений и животных, решения проблем переработки и хранения товаров, с целью получения прибыли. Как правило, такой путь требует значительных капитальных затрат и длительных сроков окупаемости путем создания агропромышленных кластеров с использованием банковского капитала и бюджетных средств.

Второй путь характерен для мелкотоварного производства и малого бизнеса, когда производитель, не имея больших финансовых средств, вынужден решать проблемы обеспечения существования своей семьи и получения минимального оборотного капитала. Для этого вынужден максимально использовать возможности окружающей природной среды, собственный трудовой потенциал. При этом он не влияет существенно на экосистему, которая для него является не только источником существования, а более всего средой его обитания.

Между этими двумя видами существует и третий способ хозяйственной деятельности, который можно назвать инерционным, где земля уже не рассматривается как источник получения сельскохозяйственной продукции, а скорее как предмет продажи и для жилищного и иного строительства.

В условиях возрастания объемов потребления современного общества и увеличения антропогенной нагрузки на природные ландшафты возникает задача получения полезной продукции с наименьшими затратами вещества и энергии. Особенно актуальны такие принципы для современной России с элементами рыночной экономики, где уже нет тотальной бюджетной поддержки сельского хозяйства, и производитель должен ориентироваться только на свои собственные ресурсы и возможности.

С нашей точки зрения, наиболее полно такой подход может быть реализован в стратегии адаптивного природопользования или «зеленой экономики». Как известно, в биологических науках адаптация выступает как процесс сохранения и развития объектов живой природы, обеспечивающий прогрессивную эволюцию биологических систем в неблагоприятных условиях среды их обитания на основе функций саморегулирования. В медицине понятие адаптация используется для оценки сопротив-

ляемости живых организмов воздействию неблагоприятной среды и как синоним терминов «закаливание», «привыкание», «толерантность» [6].

К. Бауэр [2] понимает сущность адаптации как поддержание оптимального уровня неравновесности биологических систем в неблагоприятных условиях, обеспечивающего максимальное сохранение и продолжение жизни. А.А. Жученко и А.Д. Урсул [3] считают, что в более широкой трактовке понятие адаптивности биологических объектов может быть использовано для характеристики социальных явлений, а также взаимодействия общества и природы. Они особо подчеркивают, что использование термина «адаптация» возможно и в том случае, когда речь идет о взаимодействии двух объектов, из которых один изменяется под действием другого и если не разрушается, то приспосабливается к предельным нагрузкам.

В географических науках подобная терминология используется значительно реже и в более расширенном представлении. Так, Г.И. Швебс [12] под адаптивной географией понимает изучение территориальной организации общества под влиянием внешних факторов. По его мнению, механизм управляемой адаптации может осуществляться через изучение процессов гомеостаза. Как способ реализации принципа адаптивного природопользования Е. Зархина и В. Каракин [4] предлагают возврат к прошлым системам неистощительного использования ресурсов.

Продолжая эту мысль, можно отметить, что к адаптивному природопользованию относятся все виды получения полезной биологической и иной продукции и услуг без разрушения способности экосистем к само-воспроизводству. Это может быть охота, рыболовство, лесозаготовка, сбор дикоросов, туризм, возобновляемые источники энергии и иные виды экономики, использующие воспроизводимые природные ресурсы.

Однако в более строгом виде адаптивное природопользование предполагает хозяйственную деятельность человека, которая максимально встроена в существующие трофические и энергетические связи окружающей природной среды и использует его потенциал.

С развитием транспортных связей и финансовых возможностей появилась возможность перевозок экспортной продукции в иные природные зоны. Огурцы и помидоры теперь можно выращивать и на севере. Здесь главным фактором ограничений становится себестоимость продукции и возможности потребителей – основной массы населения. В условиях удаленных замкнутых населенных ареалов основная часть сельскохозяйственной продукции производилась на внутреннем рынке и не требовала больших объемов.

2. О специфике и истории аграрного природопользования в Байкальском регионе

Ключевым звеном в развитии адаптивного аграрного природопользования в Байкальском регионе является разведение аборигенных пород домашних животных и видов полезных растений, которые максимально приспособлены к местным природным условиям.

Прежде всего, для местного бурятского населения наиболее характерны пять видов домашних животных: овцы, коровы, лошади, верблюды и, в горных районах, яки. В отличие от современных высокопродуктивных пород главным условием их разведения и существования в длительном историческом периоде является их способность к зимнему выпасу («тебеневке»). Природные условия Южной Сибири и Забайкалья отличаются малым снежным покровом, позволяющим аборигенным породам скота пасться в круглогодичном режиме, что существенно сокращает затраты на производство сельскохозяйственной продукции [10].

Принципиально важно отметить, что местные животные используют различные кормовые ниши. Верблюды используют в основном кустарники по краям пастбищ и речных долин, сухую траву и другую растительность, не пригодную для употребления другими животными. Лошади и крупный рогатый скот питаются верхней и средней частью пастбищного покрова, и только овцы грызут прикорневую часть растений. Совершенно особую экологическую нишу занимают яки, которые характерны для горных ландшафтов юго-восточной Бурятии. Таким образом, домашний скот не конкурирует между собой на пастбище и, более того, равномерно распределяется по степи, тем самым сохраняется ее продуктивность на длительную перспективу.

Следует отметить, что аборигенные местные породы овец на пастбище двигаются хаотично, а их копыта значительно меньше вытаптывают травяной покров. Между тем, тонкорунные овцы в естественном поведении, чаще идут плотной массой «след в след» и после их прохождения продуктивность степных экосистем восстанавливается с большим трудом. По данным В.А. Тайшина [9], наибольшее удельное давление на пастбища оказывают копыта лошадей и крупного рогатого скота и минимальное – копыта бурятских грубошерстных овец.

К сожалению, в период плановой экономики аборигенные породы сельскохозяйственных животных были практически полностью вытеснены более продуктивными породами из западных регионов страны. Однако их относительно высокая продуктивность поддерживалась соответствующими объемами бюджетных затрат, что уже невозможно в условиях современных рыночных отношений.

Именно по этой причине за сравнительно небольшой исторический период полностью исчезла бурятская аборигенная корова, а бурятская

аборигенная грубошерстная овца в 2000-ые годы была привезена из Внутренней Монголии (Китая). Там она сохранилась в результате миграции многих богатых хозяйств со своим скотом в период Гражданской войны из Забайкалья в Китай. Более успешно в северо-восточной Бурятии растет поголовье местных пород лошадей. Количество верблюдов в Забайкалье по официальной статистике с начала XX в. к 1990 г. уменьшилось с 9,7 тыс. до 100 голов.

Тем не менее, по данным экспедиции под председательством статс-секретаря Куломзина в начале XX в. Забайкальская губерния, в состав которой входили территории современной Бурятии и Забайкальского края, резко отличалась по структуре сельскохозяйственного производства от других сибирских губерний. Прежде всего, самая восточная сибирская губерния характеризовалась выраженной животноводческой специализацией. Количество крупного рогатого скота, овец, лошадей в Забайкалье значительно превышало подобный показатель более западных губерний.

Естественно предположить, что природные условия сухостепенных ландшафтов и традиции местного населения благоприятны для целей животноводства. Для объяснения этого факта весьма показательны данные табл. 1 и 2, свидетельствующие об определенной закономерности размещения площади зерновых культур и поголовья домашнего скота по губерниям Сибири.

Таблица 1
Посевные площади и валовый сбор зерна в сибирских губерниях

| Губерния | Посевные площади 1910–1913 гг., тыс. дес. | Количество посевов на 100 душ населения в 1911–1915 гг., дес. | Урожайность зерновых в 1890–1990 гг., ц/га | Валовой сбор зерна за 1910–1913 гг., тыс. пудов в год |
|------------|---|---|--|---|
| Томская | 2909,0 | 91,2 | 10,2 | 1 309 969,5 |
| Тобольская | 1344,9 | 76,8 | 9,4 | 45 049,3 |
| Енисейская | 503,3 | 60,1 | 8,2 | 20 280,5 |
| Иркутская | 371,7 | 63,4 | 7,4 | 15 559,8 |
| Забайкалье | 344,8 | 41,1 | 9,8 | 12 265,3 |

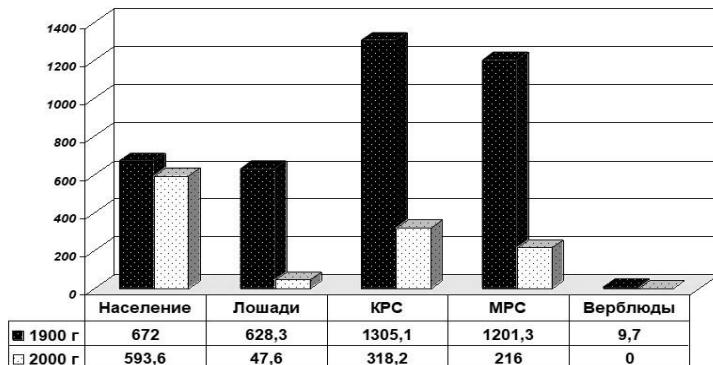
Таблица 2
**ТERRITORIALНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ДОМАШНЕГО СКОТА В СИБИРСКИХ ГУБЕРНИЯХ
в конце XIX–начале XX в., голов на 100 душ населения**

| Губерния | Лошади | КРС | Овцы и козы | Свиньи | Всего скота |
|------------|--------|-------|-------------|--------|-------------|
| Томская | 65,0 | 123,1 | 117,0 | 47,7 | 352,8 |
| Тобольская | 70,5 | 91,8 | 94,1 | 35,4 | 291,8 |
| Енисейская | 75,4 | 91,2 | 158,8 | 40,3 | 365,6 |
| Иркутская | 55,5 | 111,4 | 59,9 | 43,3 | 270,1 |
| Забайкалье | 87,9 | 202,0 | 227 | 48,6 | 565,5 |

В наиболее западных Тобольской и Томской губерниях, расположенных в зоне основного влияния атлантического циклона, располагались основные площади посевов пшеницы, требующие постоянного увлажнения. Далее к востоку, по мере иссушения климата, объемы посевов пшеницы постепенно уменьшались. Для ржи, как культуры не требовательной к внешним условиям, по мере движения к востоку было характерно увеличение ее посевов от 7,6 % в Тобольской губернии до 54 % в Забайкальской губернии [1].

В условиях криоаридного забайкальского климата доля посевов озимой ржи не превышала одного процента, а в более западных губерниях, где выпадает больше снега, доля посевов озимой ржи колебалась от 12 до 20 %. Другой особенностью земледелия того времени в Забайкалье являлось большое количество посевов гречихи, которая была характерна для районов проживания старообрядцев и казаков.

Логично предположить, что крестьяне в результате многовекового опыта возделывания пашни определили наиболее эффективные виды земледелия, которые при отсутствии удобрений и агротехнологий полностью формировались под влиянием природно-климатических условий. Именно максимальное приспособление к местным условиям позволяло им не только обеспечивать простое воспроизводство, но и создавать товарную продукцию с минимальной себестоимостью. При этом, в начале прошлого века в Забайкалье по многим показателям сельскохозяйственной продукции производилось больше, чем в период современных реформ (рисунок). Причем в прошлом повышение эффективности частного сельскохозяйственного производства было при полном отсутствии (кроме столыпинских переселенцев) государственной поддержки.



Население (тыс. чел.) и поголовье скота (тыс. голов) в Забайкальской губернии в 1900 г. и в Республике Бурятия в 2000 г.

В таких условиях частник был вынужден очень строго соизмерять свои возможности, прежде всего трудовые ресурсы для обработки земельных угодий и для выбора форм хозяйственной деятельности. С этой точки зрения вполне понятно развитие земледелия в лесостепных ландшафтах западных сибирских губерний и резкая животноводческая специализация степных регионов Забайкалья.

Таким образом, основной целью адаптивного природопользования является производство сельскохозяйственной продукции с наименьшими затратами. При этом в прошлом использовалась только естественная кормовая база без использования химикатов, что, в свою очередь, обеспечивало высокие вкусовые качества и пищевую ценность продовольственных товаров. Многолетний запрет на использование минеральных удобрений и других токсикантов в бассейне оз. Байкал позволяет использовать бренд органических продуктов питания без специальной подготовки и, в том числе, для прилегающего рынка Юго-Восточной Азии и стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Не меньшее значение имеет тот факт, что такое природопользование является экологобезопасным, поскольку способствует сохранению продуктивности сухостепных ландшафтов. Кроме того, восстанавливается естественный породный состав аборигенных домашних животных и их биологическое разнообразие.

3. Предпосылки развития органического сельского хозяйства в Байкальском регионе

В Байкальском регионе, расположенном в бассейне оз. Байкал – участка мирового природного наследия, природопользование определяется особым правовым режимом закона «Об охране оз. Байкал» [11]. Это единственный федеральный природоохраный закон, направленный на сохранение экосистемы отдельного природного объекта. Его применение в бассейне оз. Байкал многие десятилетия ограничивает использование минеральных удобрений и химических реагентов, что соответствует принципам адаптивного аграрного природопользования и «зеленой экономики».

Для становления и развития органического производства должны существовать определенные объективные и субъективные предпосылки, факторы и условия. В общем виде можно выделить следующие группы условий и факторов:

- природные и экологические факторы;
- экономико-географическое положение;
- транспортно-коммуникационные условия;
- социально-демографический потенциал;

- инвестиционные условия;
- культура и традиции местного населения.

В Байкальском регионе все эти условия и факторы характеризуются спецификой проявления.

Природные и экологические факторы. Прежде всего, следует отметить, что Байкальский регион удален от выбросов крупных промышленных центров и сельскохозяйственные земли в целом сохраняют естественное качество плодородия. Сочетание принципов развития органического сельского хозяйства и стратегических целей территориальной экологической политики позволяют изменить общественные отношения таким образом, чтобы приоритеты охраны окружающей среды не противопоставлялись, а сочетались с интересами и приоритетами социально-экономического развития Байкальской природной территории. Важным итогом должны стать формирование и запуск механизмов решения проблем охраны природной среды и рационального использования природных ресурсов, а основным результатом – становление социально-экономической системы, в которой реализовались бы природоохранные принципы на основе вовлечения в этот процесс все большего количества людей, корпоративных групп, социальных, политических и экономических структур.

Основные задачи по обеспечению роста агропромышленного комплекса республики, заданные в Стратегии развития Байкальского региона, включают организационное реформирование сельскохозяйственных предприятий, развитие различных видов и форм кооперации, последовательное реформирование земельных отношений посредством выдачи земельным собственникам свидетельств на право собственности, широкую государственную поддержку развития аграрно-промышленного комплекса республики (поставка племенного скота и оборудования по лизингу, выделение бюджетных средств на разработку инвестиционных проектов и т. д.).

Формирование органического сельского хозяйства, его специализация, направление, экономическая эффективность во многом определяются природными условиями (климат, почвенный покров, рельеф и т. д.).

Приоритетной отраслью аграрного производства Республики Бурятия является животноводство, основные направления которого – мясо-молочное животноводство, овцеводство, свиноводство, птицеводство. Развитию отраслей животноводства способствуют наличие обширных луговых и пастбищных угодий и богатейший опыт местного населения. Наибольшее поголовье скота сосредоточено в Джидинском, Мухоршибирском, Еравнинском, Кяхтийском, Хоринском, Бичурском, Селенгин-

ском и Закаменском районах. В республике в основных зонах разведения мясного скота (Баунтовском, Еравнинском, Закаменском и Окинском районах) площадь естественных сенокосов и пастбищ составляет свыше 390 тыс. га. Основными районами разведения овец исторически были Селенгинский, Джидинский и Хоринский районы.

Экономико-географическое положение. Территория Республики Бурятия более чем на 1000 км простирается вдоль восточного берега оз. Байкал, охватывая одновременно свыше 80 % водосборной площади озера в пределах Российской Федерации. В системе макроэкономического районирования России Республика Бурятия относится к аграрно-индустриальным районам ресурсного типа, занимающим периферийное положение.

Важным geopolитическим фактором Республики Бурятия является ее пограничное положение – общая граница с Монголией, которая пересекается основной для Монголии железной дорогой, связывающей ее с Россией, странами Европы и Средней Азии. Это же направление служит кратчайшим путем из европейских и сибирских регионов Российской Федерации в Китай, а расстояние до Пекина по этому маршруту на 1000 км короче, чем через Забайкальск.

Транспортно-коммуникационные условия. Транспортный комплекс республики включает 6904 км автобусных маршрутов, 1374 км железнодорожных путей, 4 аэропорта и 1872 км местных воздушных линий. Железнодорожный транспорт на территории Республики Бурятия представлен Улан-Удэнским и Северобайкальским отделениями ВСЖД. Развитая сеть автомобильных дорог позволяет доставить грузы в любую точку Российской Федерации, а также в Китай и Монголию.

Социально-демографический потенциал. На протяжении последних 30 лет для Республики Бурятия характерна тенденция к сокращению городского населения и увеличению сельского. В 2007 г. миграционный прирост населения в сельской местности составил 2,0 тыс. чел., а в городской местности механический отток населения составил 5,6 тыс. чел. В целом, с 1989 по 2007 г. сельское население республики увеличилось на 10,7 %. Важными факторами стали социально-экономические преобразования 1990-х годов и значительная миграция населения из городов и других регионов в село.

Если в целом по России приток населения в сельскую местность обеспечивается за счет иммигрантов из стран Балтии и СНГ, то в Республике Бурятия – это выходцы из Монголии, имеющие исторические корни в некоторых районах Бурятии, а также жители Китайской Народной Республики, занимающиеся преимущественно овощеводством. Однако ко-

ренное сельское население Республики Бурятия в последние годы в поисках работы покидает село, причем направления миграции зависят в основном от размера заработной платы. Миграционные процессы являются одним из факторов, способствующим утрате традиционной культуры сельского труда, восстановление которой невозможно без создания соответствующих социальных условий на селе.

По уровню жизни населения Республика Бурятия значительно отстает от многих субъектов РФ. Это относится к уровню доходов, а также к уровню потребления продуктов питания населением и др. За последние 5 лет по уровню среднедушевых доходов республика сместилась с 33-го места в 2002 г. на 50-ое в 2006 г., по уровню потребления традиционных для Республики Бурятия мяса и мясопродуктов с 23-го места в 2001 г. на 48-ое в 2006 г.

В сельском хозяйстве республики на рост официально зарегистрированной безработицы среди трудоспособного населения в сельской местности повлияло снижение покупательной способности заработной платы начиная с 1990-х годов. К объективным причинам роста регистрируемой безработицы можно отнести дальнейшую ориентацию предприятий на высвобождение рабочей силы.

В последние десятилетия в мировом сельском хозяйстве возрастает доля продовольствия, производимого на принципах «зеленой» экономики без использования химических удобрений и других искусственных регуляторов повышения эффективности продукции растениеводства и животноводства. В отличие от продуктов массового питания, получаемых в крупных промышленных аграрных холдингах, органическое продовольствие имеет более высокую стоимость, которая компенсируется качеством натурального товара. Такая специфика новой отрасли аграрной экономики определяет необходимость соблюдения определенных условий, которые должны соответствовать международным стандартам.

Прежде всего, аграрные ландшафты, на которых производится продукция земледелия или животноводства, должны быть максимально удалены от промышленных центров, загрязняющих воздушное пространство и отрицательно влияющих на водную среду. Другим условием производства экопродуктов является создание максимально естественных условий для обитания домашнего скота и, в первую очередь, использование природных пастбищ.

С этой точки зрения, таким требованиям наиболее соответствуют ландшафты Внутренней Азии, где расположены самые продуктивные пастбища и пашни бассейна р. Селенги, котловины Большых озер, Алтая-Саянского нагорья, в которых нет влияния химических и иных промыш-

ленных отходов. Более того, на большей части территории Байкальского региона, в связи с охраной уникальной экосистемы оз. Байкал многие десятилетия законодательно запрещено использование в сельском хозяйстве химических реагентов.

4. О традициях в производстве экспортной «зеленой» продукции

Следует отметить, что монголоязычные народы Великой степи имеют давнюю традицию кочевого животноводства с использованием домашних животных, максимально приспособленных к суровым местным условиям. При этом аридные растительные экосистемы имеют в травяном покрове специфический состав микроэлементов, придающих животноводческой продукции особые качества, высоко оцениваемые на мировом рынке.

Не менее важно, что этот регион имеет прямой выход в страны Азиатско-Тихоокеанского региона, где формируются новые мировые финансовые центры и растет количество населения с высокими доходами, которые потребляют все больше экологически чистых продуктов питания.

Даже в условиях плановой экономики советского периода Республика Бурятия поставляла в Японию папоротник и брикетированную конину. Можно предположить, что в условиях рыночной экономики, развития частного капитала спектр экспортных возможностей Байкальского региона должен многократно возрасти.

Поэтому на фоне естественных возможностей производства органических продуктов питания в последние годы Байкальский институт природопользования активно продвигает идею использования национального «байкальского» бренда качества товаров на продовольственном рынке. Такой пионерной продукцией в регионе уже является производство бутилированной байкальской воды, соответствующей мировым стандартам качества. Препятствием для широкого выхода на мировой рынок этого товара является только законодательное ограничение в большинстве развитых стран потребления питьевой воды из открытых источников. Однако наступающий мировой водный кризис в ближайшее время откроет перспективы более широкого использования байкальской воды и, в первую очередь, в густонаселенных азиатских странах.

Кроме того, близость внешнего экспортного рынка позволяет производить в регионе и специфическую «халильную» продукцию, которая ориентирована на страны Юго-Восточной Азии с преимущественно мусульманским населением. Как правило, мусульманские регионы Азии и Африки, включая российский Кавказ, имеют высокую плотность населения и небольшие возможности для пастбищного животноводства. Поэтому этот рынок имеет большие перспективы.

К сожалению, наши рекомендации по производству органических продуктов с религиозной спецификой для консервативной российской экономики пока остаются без внимания. И можно только поддержать инициативу монгольских коллег, которые уже приняли практические шаги по реализации этой идеи и, в том числе, национальный стандарт качества «халильной» продукции.

По данным монгольской прессы, уже заключены первые контракты для поставки «халильной» продукции в Иран компаниями «Darkhan Meat Foods», «Makh Impex», «Makh Market». С 2017 г. первые партии баранины объемом 200 т с маркировкой «халиль» уже доставлены в Иран. Экспортная продукция контролируется экспертами из Ветеринарной организации Ирана в соответствии с законами исламского шариата. Замороженная баранина транспортируется рефрижераторами через Россию и Казахстан со сроками доставками до двух недель. Общие объемы поставок составляют 4000 т.

О возможных перспективах этого рынка можно судить по количеству овец в Монголии, которое насчитывает более 30 млн голов. В результате роста спроса на баранину только за 2018 г. поставки за границу выросли в 11 раз, а в казну поступило 8 млн долларов. Вполне вероятно предположить, что это только начало для освоения рынка стран Персидского залива и Ближнего Востока.

Еще более перспективной является разработка в Монголии нового вида консервированной мясной продукции «хорхог» – традиционного национального блюда монголов, в котором вместе с бараниной, приготовленной особым способом на костре, используется множество растительных ингредиентов. Как правило, такое блюдо подается только на приеме высоких гостей и готовится в основном в полевых условиях. В данном случае консервированный продукт совмещает возможности демонстрации национальных блюд в домашних условиях с той же «халильной» продукцией и позволяет экспорттировать товар, не имеющий аналогов на мировом рынке.

Высокое качество мясной продукции на основе пастбищного животноводства позволяет производить здесь и «кошерную» пищу с использованием всего набора натуральных продуктов питания в естественных ландшафтах региона. При соответствующей сертификации, строгим законам «кашрута» может соответствовать говядина и баранина, а также качественная рыбная продукция эндемичных видов бассейна оз. Байкал. Можно предположить, что в ближайшее время рынок «халильной» и «кошерной» продукции будет активно развиваться и его лидеры будут иметь безусловное преимущество.

Следует отметить, что международный стандарт органических продуктов питания, а тем более понятия «кошерная» или «халальная» продукция имеет строгую систему сертификации и проверку качества исходного товара. В европейских странах потребитель имеет право в любое время посетить поля и фермы, откуда поставляются мясо, молоко, овощи или фрукты и убедиться в чистоте и уходе за животными.

Для органических продуктов питания, производимых в степных ландшафтах Внутренней Азии, такой контроль совмещается с этнокультурным туризмом, где потребитель проверяет не только качество товара, а знакомится с природой, бытом и особой культурой кочевых народов, населяющих центр Азиатского континента.

В России монгольский опыт имеет значительно большие перспективы не только в связи с многочисленным населением, соблюдающим традиции ислама, но и с возможностью поставок мясной продукции через восточные порты в мусульманские страны Юго-Восточной и Южной Азии.

Таким образом, развитие органического сельского хозяйства в Бурятии имеет право на существование и даже может быть эффективным, если оно будет тесно интегрировано в политику социально-экономического развития региона, с учетом культурных традиций и навыков местного населения, а также обеспечено нормативно-правовой и законодательной базами. Деятельность органических производств не может дать большого эффекта, если не будет подкреплена усилиями многих заинтересованных сторон: тех, кто специализируется на сельском хозяйстве, регулирует землепользование, занимается торговлей, предоставляет транспортные и коммуникационные услуги и т. д.

В отличие от массового производства сельскохозяйственной продукции органическое продовольствие ориентировано на группу населения с высоким уровнем доходов и на экспорт. В индустриальных районах такое производство носит точечный характер и расположено вблизи основных потребителей. В условиях Байкальского региона основные земледельческие и животноводческие районы соответствуют требованиям органического производства и в перспективе оно должно быть ориентировано на увеличение туристического потока, на китайский рынок и страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Учитывая большое количество мусульманского населения в странах Юго-Восточной Азии, представляется целесообразным производство халальных продуктов питания.

В данном случае многолетний запрет на использование минеральных удобрений из недостатка становится важным фактором рекламы производства органической продукции с использованием байкальского бренда.

Расположение Бурятии в Байкальском регионе предполагает развитие принципиально новой отрасли сельского хозяйства – агротуризма. В

условиях урбанизации все большее количество городских жителей интересуется сельским хозяйством. Агротуризм позволяет не только увеличивать доходную базу фермерских хозяйств, но и создавать новые рабочие места. Не менее важно и то обстоятельство, что городские дети знакомятся с азами животноводства и растениеводства, узнают о том, как получают хлеб и молочные продукты. Кроме того, предоставляются услуги верховой езды, охоты и рыбалки.

В совокупности эти факторы позволяют рассматривать адаптивное аграрное природопользование не только как источник экологически чистой продукции, но и как отрасль экономики, которая в равной степени отражает природу, культурно-бытовые традиции местного населения и имеет совершенно особые перспективы для экспорта сельскохозяйственной продукции. Принципиально важно отметить, что «зеленая экономика» полностью соответствует задачам устойчивого развития и сохранения природной среды в бассейне оз. Байкал – участка мирового природного наследия.

• Список литературы

1. Асалханов И.В. Сельское хозяйство Сибири конца XIX начала XX века. – Новосибирск: Наука, 1975. – 165 с.
2. Баузр Э.С. Теоретическая биология. – М.: Изд. ВИЭМ, 1935. – 206 с.
3. Жученко А.А., Урсул А.Д. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства: роль науки в повышении эффективности растениеводства. Академия наук МССР. Отделение генетики растений, отделение философии и права. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 304 с.
4. Зархина Е.С., Каракин В.П. Адаптивное землепользование: понятие, истоки, принципы. – Владивосток: Изд-во ТИГ ДВНЦ АН СССР, 1986. – 24 с.
5. Захарова Т.В. Зеленая экономика и устойчивое развитие России: противоречия и перспективы // Вестник Томского университета. Экономика. – 2015. – № 2 (30). – С. 116–126.
6. Каплан Е.Я., Цыренжапова О.Д., Шантанова Л.Н. Оптимизация адаптивных процессов организма / отв. ред. С.М. Николаев; АН СССР, Сиб. отд-ние, Бурят. науч. центр, Ин-т биологии. – М.: Наука, 1990. – 91 с.
7. Котляков В.М., Глазер О.Б. Географические проблемы на широком поле Евразии // Наука и инновации. – 2018. – № 9 (187). – Режим доступа: // <http://innosfera.by>.
8. Родионова И.А., Липина С.А. Зеленая экономика в России: модель и прогнозы развития // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2.– С. 5462–5466.
9. Тайшин В.А. Лхасаранов Б.Б., Джеймс Р. и др. Атласnomadnykh zhivotnykh. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – 286 с.
10. Тулохонов А.К. Историко-географические аспекты связи сельского хозяйства Байкальского региона с природной средой // Известия АН СССР, серия Геогр., 1990. – № 1. – С. 38–45.
11. Федеральный закон РФ № 94-ФЗ «Об охране озера Байкал», 1999.
12. Швебс Г.И. Идея ноосферы и социальная экология // Вопросы философии. – 1991. – № 7. – С. 36–44.

А.А. Чибильёв, Ю.А. Гулянов, С.В. Левыкин

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РЕГИОНОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ НА ПРИНЦИПАХ ЗЕЛЁНОЙ ЭКОНОМИКИ

Начало третьего тысячелетия охарактеризовалось глобальным мировым кризисом, выразившимся в стремительном расхищении природных ресурсов, изменении климата, деградации экосистем, росте численности населения, быстрой урбанизации, продовольственной нестабильности и связанной с ними политической и социальной напряженностью. Сложившаяся ситуация убедительно свидетельствует о необходимости безотлагательной разработки новационных стратегий экономического развития, направленных на одновременное достижение социальных, экономических и экологических критериев устойчивого развития, обеспечивающего нужды современного поколения, не подвергая угрозе жизненные потребности будущих поколений [9, 14]. Мировое сообщество осознало необходимость изменения парадигмы развития существующей цивилизации, перехода на новую, экологически приемлемую, модель развития [6].

Одной из перспективных концепций, тесно связанных со стратегией устойчивого развития, стала концепция зелёной экономики, которая на протяжении последних десятилетий активно обсуждается политиками и учеными в области охраны окружающей среды и экологической экономики. В обобщённом виде, под зелёной экономикой понимается стратегия экономического развития, направленная на повышение благосостояния людей и обеспечение социальной справедливости при одновременном снижении рисков обеднения окружающей среды. Это новая революционная парадигма развития мирового сообщества, которая поддерживает экономический рост, одновременно обеспечивающий климатическую и экологическую устойчивость [8].

Курс на следование концепции устойчивого развития и поддержание принципов зелёной экономики на национальном, региональном и мировом уровнях принят странами «большой двадцатки» и комитетом по устойчивому развитию Организации Объединённых Наций (2012 г.) в качестве основной стратегии экономического развития в XXI веке [11]. Политические и экологические аспекты зелёной экономики обсуждались и на других международных площадках и форумах, выработавших твёрдое убеждение

о большей зависимости социального прогресса от качества природной среды, нежели от темпов экономического развития [3]. По итогам их работы главными путями преодоления указанных выше кризисных явлений определены заключение межгосударственного соглашения по климату, переход к зелёной экономике, эффективное управление природопользованием, сокращение масштабов деградации ресурсов и загрязнения окружающей среды, сохранение биологического разнообразия [1].

Вполне очевидно, что стратегия перехода к зелёной экономике не может содержать универсальных для всех стран приёмов. Она во многом зависит от сложившихся политических, технологических и социальных условий, уровня развития, обеспеченности природными ресурсами и других факторов. В то же время, главной задачей стратегии на мировом уровне признано решение экономических и экологических проблем совместно всем мировым сообществом. Предполагается, что мировая экономическая политика и политика в сфере защиты окружающей среды и рационального использования природных ресурсов будут взаимодополняемы и вырабатываться в тесной связи друг с другом [4].

Безусловно, проблема устойчивого экономического роста и сохранения окружающей среды актуальна как для планеты в целом, так и для отдельных стран, регионов или относительно небольших территорий. В России последних десятилетий указанная проблема как никогда актуальна и является предметом острых дискуссий в научных и политических кругах. Понимание катастрофических последствий разбалансированности экономических и экологических стратегий находит поддержку и в Правительстве, что отражается в директивных документах. Так, в Экологической доктрине РФ, одобренной Распоряжением Правительства РФ № 1225-р от 31 августа 2002 г., указывается, что дальнейшая деградация природных систем ведёт к дестабилизации биосферы, утрате её целостности и способности поддерживать качество природной среды, необходимое для гармоничной жизни. Признаётся, что преодоление экологического кризиса возможно только на основе формирования нового типа взаимоотношений человека и природы, исключающих возможность разрушения и деградации природной среды [10].

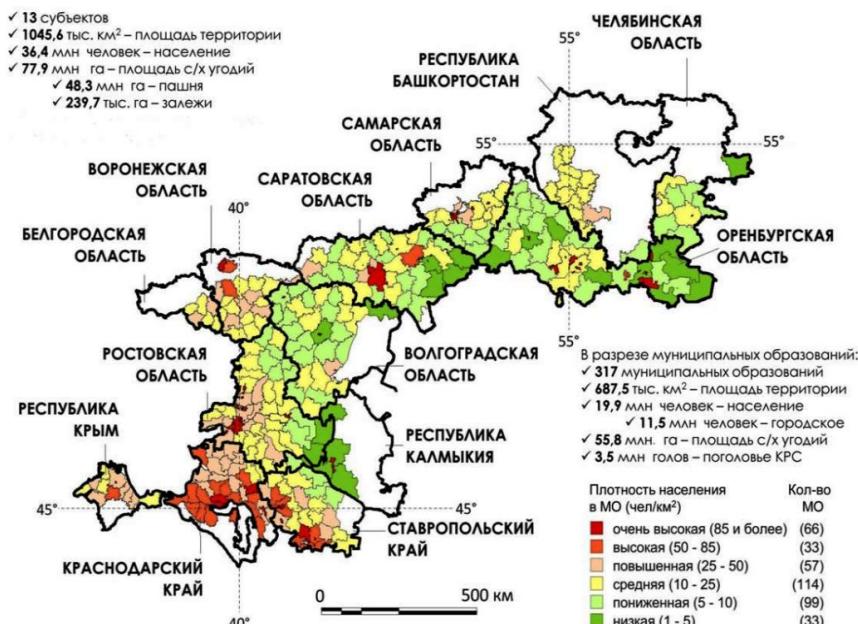
Как известно, наиболее ощутимыми для живой природы видами хозяйственной деятельности человека являются сельскохозяйственное освоение территорий [13], добывающая промышленность и урбанизация, которые сопровождаются коренными видоизменениями первичных экосистем на очень больших площадях [7, 16].

Основной земледельческий, преимущественно степной, субрегион Европейской территории России (включая Южный Урал), полностью или

частично охватывает 13 субъектов РФ с общей площадью более 1 млн км² и населением 36,4 млн человек (1/4 от населения страны). Здесь сосредоточено более 16 % сельскохозяйственных земель России (рисунок).

В степных регионах Европейской России и Урала при современном геоэкологическом состоянии ландшафтов, на наш взгляд, выделяются следующие основные проблемы природопользования:

- антропогенная фрагментация условно-естественных (пастбища и сенокосы) и эталонных (природные резерваты) степных ландшафтов, «островизация» экосистем, отсутствие экологической связанныности пространства;
- деградация степных травянистых биоценозов в результате воздействия чрезмерного выпаса, техногенной нагрузки, засорения продуктами свалок и отходов производств;
- антропогенное опустынивание в виде формирования обширных антропогенно-модифицированных пустошей на неиспользуемых землях;
- снижение естественного плодородия земель в результате применения почвозатратных технологий;



Степные и земледельческие регионы – субъекты Европейской России и Урала

- повсеместное уничтожение очагов повышенного ландшафтного и биологического разнообразия, рефугиев, образование и агрессивное распространение очагов чужеродных элементов биоты;
- проведение необоснованных мелиоративных мероприятий;
- активизация природных пожаров и связанные с ними риски возникновения кризисных экологических и техногенных ситуаций;
- загрязнение природной среды (воды, воздуха, почвы), формирование техногенных ореалов загрязнения, особенно при добыче нефти и газа;
- эколого-гидрологические проблемы, связанные с ростом потребности в воде, регулированием речного стока и климатическими изменениями;
- образование невостребованного земельного фонда и захват земель ориентированными на получение экономической выгоды недобросовестными землепользователями, сопровождающиеся деградацией почв и снижением устойчивости биоценозов.

Деградационные процессы и снижение естественного плодородия почв в результате применения почвозатратных технологий в растениеводстве, особенно характерные для степной и лесостепной зон Европейской части России, отчётливо прослеживаются на примере Оренбургской области. Применяемые многие десятилетия экстенсивные системы земледелия, носившие в основном почвозатратный и антиландшафтный характер, препятствовавшие адаптации земледелия к почвенно-климатическим и ландшафтным условиям, привели к деградации сельскохозяйственных угодий, повышению засушливости территории, снижению продуктивности полей, лугов и пастбищ [5].

Экстенсификация земледелия в Оренбургской области выразилась, прежде всего, в дополнительной распашке в «целинную компанию» 1954–1963 гг. 1,8 млн га земельных угодий, что превысило первоначальные планы на 1,0 млн га и составило 11 % всех вновь освоенных земель в РСФСР за указанный период. Распаханность территории области превысила 52 % и, как следствие, были существенно нарушены нормы «докучаевского» агроэкологического баланса в виде оптимального соотношения между пашней, лесами, лугами, пастбищами и водоёмами, характерные для устойчивых агроландшафтов [7].

Сплошная распашка сухих степей без учёта генетических особенностей почв привела к крайне неблагоприятным экологическим последствиям в виде возросшей до 8,3 млн га площади эродированных и потенциально опасных к эрозии почв, из которых 5,3 млн га – пашня. Потеря природного плодородия целинных почв составила от 30 до 50 % запасов гумуса при одновременно возросшей в несколько раз площади земель, подверженных дефляции [13]. Существенный ущерб также нанесён степной флоре и фауне. Заметно сократилась численность уникальных степ-

ных обитателей, десятки биологических видов занесены в Красную книгу России, включая «титульных» представителей степи – дрофу и стрепета.

В сложившейся кризисной ситуации выход из экологического тупика видится в переходе степных регионов России на принципы зелёной экономики путём внедрения природоподобных технологий в растениеводстве, оптимизации сельскохозяйственного землепользования, особенно в фито- и зооценозах, сохранения, восстановления и рационального использования почвенно-биологических ресурсов земель сельскохозяйственного назначения. В целинных районах в коренном пересмотре нуждается, прежде всего, структура землепользования, суть которого заключается в высокопродуктивном экологически и экономически целесообразном производстве исключительно высококачественного урожая и только на лучших землях с применением адаптивной природоподобной технологии и методов ландшафтно-адаптивного земледелия [2].

Высвободившиеся при таком подходе низкопродуктивные пахотные земли с убыточным производством растениеводческой продукции следует переводить в сенокосно-пастбищные угодья, что позволит создать в степных районах зоны гармоничного сочетания щадящего земледелия и высокоэффективного скотоводства [12], поддерживать биологическое разнообразие степных обитателей, формировать убежища для птиц, млекопитающих, насекомых, редких и исчезающих видов растений.

С целью оптимизации пространственного развития южных регионов Европейской России и Урала в условиях современных климатических и антропогенных изменений Институтом степи УрО РАН разрабатывается проект пространственного развития на основе конвергентных и природоподобных технологий, основными задачами которого являются:

- анализ существующих и прогнозируемых вызовов для пространственного развития степных постцелинных регионов Европейской России и Урала;
- апробация современных геоинформационных, цифровых, конвергентных методов изучения природной среды с целью оптимизации природопользования;
- разработка альтернативных природоподобных технологий земле- и недропользования на основе каркасного территориального планирования;
- обобщение лучшего опыта и разработка типовых схем оптимизации природопользования на примере ключевых регионов и муниципальных образований;
- разработка моделей устойчивого природопользования степных регионов с учётом принципов непрерывности экологических сетей и каркасности схем пространственного развития.

Реализация конвергентного подхода к оптимизации агроландшафтов степной зоны на основе трансцендентальных технологий предполагает

развитие непрерывной сети территориальной охраны ландшафтов, сохранение эталонов ненарушенной природы в качестве ландшафтно-экологического резерва, геоэкологического противовеса и лабораторий природы. Она предусматривает поддержание оптимального соотношения различных типов сельхозугодий, освоение малопродуктивных и неиспользуемых земель в качестве пастбищ, построение лесомелиоративного каркаса путём восстановления разнообразия естественной лесистости с целью создания наиболее устойчивых, экологически функциональных и экономически наименее затратных лесных урошищ. Целесообразным представляется оптимальное обводнение пастбищ, оборудование водопоев и стоянок скота за пределами гидографической сети, противопожарное степеустройство на основе природного разнообразия экосистем с целью сокращения масштабов степных пожаров, аэробное природоподобное компостирование растительных остатков и отходов животноводческих ферм.

При земледельческом использовании степных агроландшафтов реализация принципов зелёной экономики возможна посредством внедрения природоподобных агротехнологий, направленных на выполнение следующих задач:

- поддержание оптимального соотношения различных типов сельхозугодий и создание земельного резерва для формирования ландшафтно-экологического каркаса на основе интеграции «цифровых технологий» в ландшафтно-адаптивное земледелие степной зоны;
- внедрение агроландшафтного оборота земель, способствующего их самореабилитации и природным процессам восстановления плодородия путём формирования экологических каркасов территории, ландшафтно-экологического территориального планирования, гармонизации отраслей растениеводства и животноводства;
- использование для земледелия только элитных почв, не нуждающихся в дополнительных мелиорациях, с целью восстановления степных экосистем, ландшафтного и биологического разнообразия;
- реализация интеллектуальных цифровых технологий «умного землепользования», построенных на основе почвовосстановительных се-вооборотов с многолетними травами, нулевой обработки почвы (No-till), умеренного и адресного применения минеральных удобрений и пестицидов, мульчирования, посева разуплотняющих, сидеральных, кулисных культур и фитомелиорации, включения элементов контурно-ландшафтного, точного земледелия, широкого использования данных дистанционного зондирования земли (ДДЗ) для нужд полеводства.

Грамотная практическая реализация указанных задач предполагает повышение экономической целесообразности производства растениевод-

ческой продукции и заметный почвовосстанавливающий и средоулучшающий эффект.

Для успешного перехода степных регионов России на принципы зелёной экономики не менее важно и создание новых интегрированных систем обучения для повышения качества кадровых ресурсов, задействованных в аграрном производстве. В первую очередь необходимо объединение в образовательных процессах образовательной и экологической парадигм с целью формирования уже на микросоциальном уровне устойчивой мотивации экологической ответственности перед будущими поколениями [15].

В заключение следует отметить, что эффективная реализация стратегии перехода степных регионов Европейской России на принципы зелёной экономики открывает новые возможности для обеспечения нужд современного поколения и обеспечения социальной справедливости при одновременном снижении рисков обеднения окружающей среды и ограничения жизненных возможностей будущих поколений.

Статья подготовлена по теме НИР Института степи УрО РАН «Степи России: ландшафтно-экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды», № ГР АААА-А17-117012610022-5.

• Список литературы

1. ГЕО-5. Глобальная экологическая перспектива (ГЭП): Окружающая среда для будущего, которого мы хотим. – URL: http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8057/GEO-5_SPM_Russian.pdf?sequence=12&isAllowed=y (дата обращения: 04.04.2019).
2. Гулянов, Ю.А. Оптимизация сельскохозяйственного землепользования на основе природоподобных технологий / Ю.А. Гулянов, С.В. Левыкин, Г.В. Казачков // Вопросы степеведения. – 2018. – № 14. – С. 57–61. DOI: 10.2441/9999-006A-2018-00004.
3. Доклад Генерального секретаря ООН от 21 июля 2014 года – URL: <http://www.unic.ru/sites/default/files/A.69.1%20RUS.pdf> (дата обращения 04.04.2019).
4. Зомонова, Э.М. Стратегия перехода к «зелёной» экономике: опыт и методы измерения / Э.М. Зомонова // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. – 2015. – № 104. – 283 с.
5. Кирюшин, В.И. Научные основы адаптивно-ландшафтных систем земледелия / В.И. Кирюшин, Г.И. Бельков // Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области. – Оренбург: Оренбургское книжное изд-во, 1999. – С. 10–11.
6. Кудинова, Г.Э. Парадигма перехода России и регионов к «зелёной экономике» и устойчивому развитию / Г.Э. Кудинова // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2014. – № 3 (26). – С. 104–112.
7. Левыкин, С.В. Проблемы землепользования и пространственного развития степных регионов / С.В. Левыкин, Е.А. Семёнов, А.А. Чубилёв (мл.), В.П. Петрищев. – М.: РУСАЙНС, 2018. – 216 с.

8. Навстречу «зелёной» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности. Обобщающий доклад для представителей властных структур. ЮНЕП, 2011. – URL: https://www.studmed.ru/uunep-navstrechu-zelenoy-ekonomike-puti-k-ustoychivomu-razvitiyu-i-iskorenenuiyu-bednosti_0860f6a0939.html (дата обращения: 05.04.2019).
9. Наше общее будущее. Доклад международной комиссии по окружающей среде и развитию: пер. с анг. / под. ред. С.А. Евтеева, Р.А. Перелёта. – М.: Прогресс, 1989. – 376 с.
10. Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 № 1225-р «Об экологической доктрине Российской Федерации». – URL: <http://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-31082002-n-1225-r/> (дата обращения: 05.04.2019).
11. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН от 27 июля 2012 года, № 66/288. Будущее, которого мы хотим. – URL: <http://gbpp.org/wpcontent/uploads/014/03/-N1147612.pdf> (дата обращения: 04.04.2019).
12. Чибилёв, А.А. Освоение целины / А.А. Чибилёв, С.В. Левыкин, Е.А. Семёнов // Географический атлас Оренбургской области. – М.: Изд. ДИК, 1999. – С. 80.
13. Чибилёв, А.А. Экологическая оптимизация степных ландшафтов. Репринтное издание. – Оренбург, 2016. – С. 94–95.
14. Green Economy: A Transformation to Address Multiple Crises. An Interagency Statement of the United Nations System. – URL: https://www.wto.org/english/news_e/news-09_e/igo_30jun09_e.htm (дата обращения: 04.04.2019).
15. Menne, T. Digital farming set to revolutionize agriculture (2017) / T. Menne // The Best Agrochemical News Platform. – URL: <http://news.agropages.com/News/News-Detail-22885.htm> (дата обращения: 05.04.2019).
16. Teece, D.J. Profiting from Innovation in the Digital Economy: Standards, Complementary Assets, and Business Models in the Wireless World / D.J. Teece // Tusher Center on Intellectual Capital. Working Paper Series. – 2016. – No. 16. – Pp. 1–40.

М.И. Струк

ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ БЕЛАРУСИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ПЕРЕХОД К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Для многих стран мира, в том числе Беларуси, переход к «зеленой» экономике выступает в качестве актуальной практической задачи. Сама концепция такой экономики сложилась как результат развития принципов устойчивого развития. При наличии различных трактовок понятия «зеленой» экономики наиболее широкое его определение было дано в опубликованном в 2011 г. обобщающем докладе Программы ООН по окружающей среде для представителей органов управления. Согласно данному докладу, «зеленая» экономика – это такая экономика, которая повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость, при этом существенно снижая риски деградации и обеднения окружающей среды [7].

Переход к «зеленой» экономике требует соответствующего научного обоснования. В Беларуси толчком к проведению исследований в подобном направлении явилась Конференция ООН по устойчивому развитию РИО+20. В ее итоговом документе «Будущее, которого мы хотим» данный тип экономики определен как важнейший инструмент обеспечения такого развития [3].

Выполненные в стране к настоящему времени разработки по указанной тематике затрагивают вопросы осмысливания концепции «зеленой» экономики, возможности ее внедрения в управление экономическим развитием, методического обоснования оценки «зеленого» роста и природного капитала [2, 6, 19, 22] и др. Отдельно можно выделить работы, имеющие отношение к экологической составляющей экономического развития, в которых рассматривается связь «зеленой» экономики с природопользованием и охраной окружающей среды [4], производством экологически чистой продукции [14] и др. Вместе с тем для планирования перехода страны к «зеленой» экономике следует также учитывать сложившиеся тенденции в воздействиях на окружающую среду в ее пределах в увязке с экономическим развитием.

Целью исследования выступила оценка влияния экономического развития Беларуси на окружающую среду в контексте перехода к «зеленой» экономике.

Задачи исследования:

- оценить применяемую в Беларуси систему государственного прогнозирования социально-экономического развития и охраны окружающей среды;
- определить тенденции развития экономики Беларуси;
- оценить влияние экономического развития на окружающую среду и предпосылки перехода к «зеленой экономике».

Государственное прогнозирование социально-экономического развития и охраны окружающей среды. Переход к «зеленой» экономике на национальном уровне должен осуществляться с учетом социально-экономических, экологических, культурных и иных особенностей каждой из стран. В Беларуси после конференции РИО+20 были приняты соответствующие организационные меры по формированию управленческого механизма такого перехода. Они предусматривают, в частности, внедрение принципов «зеленой» экономики в управление социально-экономическим развитием, а также мониторинг и контроль данного процесса.

К числу основных элементов указанного управления в стране относится государственное прогнозирование социально-экономического развития. В соответствии с национальным законодательством оно находит широкое применение, охватывает различные временные интервалы и бывает долгосрочным, среднесрочным и краткосрочным [10].

Долгосрочное прогнозирование имеет стратегическую направленность. Основным его документом является Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития с периодом упреждения 15 лет. Среднесрочные прогнозы разрабатываются преимущественно в форме государственных программ, рассчитанных обычно на 5 лет. Краткосрочные прогнозы составляются на 1 год.

Понятие «зеленой» экономики впервые было включено в Национальную стратегию устойчивого социально-экономического развития страны на период до 2030 г., утвержденную в 2017 г. [8]. Оно нашло отражение в стратегических целях устойчивого развития страны на первый (2016–2020 гг.) и второй (2021–2030 гг.) этапы действия стратегии, а также в направлениях развития производственного комплекса. Так, целью первого этапа развития определен переход к качественно сбалансированному росту экономики на основе ее структурно-институциональной трансформации с учетом принципов «зеленой» экономики, приоритетного развития высокотехнологичных производств, которые станут основой для повышения конкурентоспособности страны и качества жизни населения; второго – поддержание стабильной устойчивости развития, в основе которой – рост духовно-нравственных ценностей и достижение вы-

сокого качества человеческого развития, ускоренное развитие наукоемких производств и услуг, дальнейшее становление «зеленой» экономики при сохранении природного капитала.

В развитии секторов производственного комплекса намечены следующие связанные с «зеленой» экономикой направления:

- в промышленности – экологизация производства путем внедрения «зеленых» технологий и оборудования, возобновляемых и альтернативных источников энергии, модернизация традиционных отраслей промышленности, максимально полная переработка отходов;
- в сельском хозяйстве – широкое применение органического земледелия, предполагающего отказ от использования синтетических удобрений, пестицидов, искусственных регуляторов роста растений, кормовых добавок и генетически модифицированных организмов;
- в строительном комплексе – формирование «зеленого» строительства, которое базируется на энергосбережении, внедрении экологических «зеленых» и ресурсосберегающих технологий, возобновляемых и альтернативных источниках энергии, современных местных экологически чистых строительных материалах, эффективных технологиях переработки отходов при минимизации отведения под строительство ландшафтно-рекреационных территорий в населенных пунктах;
- в топливно-энергетическом комплексе – повышение энергоэффективности действующих ТЭЦ и развитие неуглеродной энергетики, предусматривающей ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС мощностью 2400 МВт, использование возобновляемых источников энергии, включая ветроэнергетические, биогазовые, солнечные, геотермальные, гидроэнергетические, в том числе строительство гидроэлектростанций на крупных реках, использование древесного топлива и отходов растениеводства.

Пути достижения поставленных в национальной стратегии целей развития и механизмы практической реализации принятых направлений определяются в соответствующих государственных программах. В них приводятся также необходимые для этого ресурсы, мероприятия и исполнители.

В текущем пятилетии в Беларуси реализуются государственные программы, имеющие экономическое, социальное и экологическое назначение. Программы, относящиеся непосредственно к экономике, охватывают весь спектр данной сферы, включая промышленность, сельское хозяйство, транспорт, строительство, жилищно-коммунальное хозяйство, а также туризм. Их перечень свидетельствует о том, что приоритетное значение на современном этапе экономического развития Беларуси получило направление, связанное с технологиче-

ским обновлением экономики. Ему посвящены три специальные программы, стимулирующие внедрение инновационных научноемких производств и информационных технологий.

Программы экологической направленности затрагивают охрану окружающей среды, экологическую безопасность и природные ресурсы. Кроме того, вопросы рационального использования отдельных природных ресурсов, которые не задействованы в этих программах, представлены в виде подпрограмм, содержащихся в программах экономического назначения. Они касаются, в частности, мелиорированных земель, водных ресурсов питьевого назначения, возобновляемых источников энергии, коммунальных отходов, защиты от паводков.

Весь набор действующих в Беларуси государственных программ экономического и экологического назначения создает предпосылки развития экономики, во-первых, в инновационном направлении, во-вторых, во взаимосвязи с охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов. Наличие таких предпосылок, очевидно, согласуется с идеей «зеленой» экономики.

Для непосредственного управления процессом внедрения указанной идеи в экономическое развитие Беларуси в стране в 2016 г. был принят Национальный план действий в данной сфере на период до 2020 г. [9]. В нем приведены приоритетные на данный период направления развития «зеленой» экономики, которые включают:

- развитие электротранспорта (инфраструктуры) и городской мобильности, реализацию концепции «умных» городов;
- развитие строительства энергоэффективных жилых домов и повышение энергоэффективности жилищного фонда;
- снижение энергоемкости валового внутреннего продукта, повышение энергоэффективности, в том числе за счет внедрения энергоэффективных технологий и материалов;
- повышение потенциала использования возобновляемых источников энергии;
- создание условий для производства органической продукции;
- устойчивое потребление и производство;
- развитие экологического туризма.

Отмеченные направления дополняют принятые в стране государственные программы социально-экономического развития и имеют преимущественно экологическое значение. Совместно с соответствующими программами и подпрограммами подобной ориентации они формируют элементы управленческого механизма перехода к «зеленой» экономике в

Беларуси. Вместе с тем распределение решаемых экологических задач по разным государственным программам с различным ведомственным подчинением предполагает организацию их координации.

Тенденции экономического развития. В экономическом развитии Беларуси как самостоятельного государства на первую половину 1990-х годов приходится экономический кризис. Максимальный спад производства имел место в 1995 г. Объем ВВП в этом году составил только 65 % от уровня 1990 г., промышленного производства – 59 %, сельскохозяйственного – 74 % [18].

Во второй половине 1990-х годов началось преодоление кризиса и последовательный экономический рост. В 2000 г. объем ВВП поднялся до 89 %, промышленного производства до 100,7 % от уровня 1990 г. В то же время в сельском хозяйстве продолжился спад, объем производства снизился до 71 % от рассматриваемого уровня. Достигнут он был лишь в 2008 г., а в 2017 г. составил 131 %.

В экономике Беларуси сохранилась высокая степень открытости и экспортной ориентации. В 2000 г. доля экспортруемой продукции составила около 60 % от ВВП. В последующем она не уменьшалась ниже 50 %, а в 2017 г. достигла 67 % [17]. Подобная особенность национальной экономики обуславливает ее высокую зависимость от состояния внешних рынков.

В 2000-е годы в Беларуси в целом продолжился экономический рост. За прошедшие 17 лет ВВП страны увеличился почти в 2,2 раза (рис. 1). Вместе с тем прослеживаются различия в темпах его роста, которые со временем снижались. Если в первое десятилетие данного периода ежегодный прирост ВВП составлял 7,4 %, то за последующие 7 лет – лишь 0,8 %.

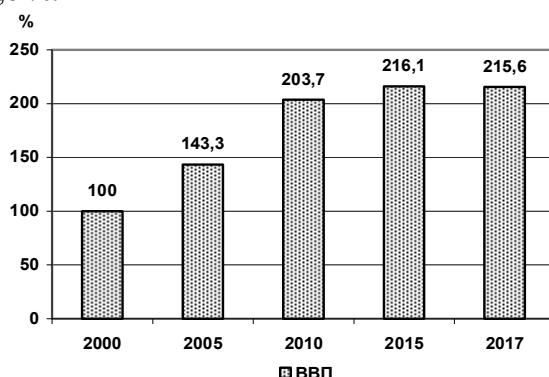


Рис. 1. Динамика ВВП Беларуси в 2000–2017 гг., % (по данным [17])

Причины снижения объема ВВП страны в упомянутые годы, по оценке Института экономики НАН Беларуси, были вызваны внешними факторами [21]. К их числу относится неблагоприятная конъюнктура на мировом рынке сырьевых товаров, усиление на нем позиций Китая по традиционной для Беларуси продукции машиностроения, рецессия в экономике России – основного внешнеторгового партнера Беларуси, усиление конкуренции на рынке ЕАЭС в связи с выполнением Россией и Казахстаном обязательств по присоединению к ВТО, реализацией в России мер по импортозамещению. Соответственно, приоритетное значение для Беларуси на нынешнем этапе развития приобретает повышение конкурентоспособности производимой продукции и поиск новых внешних рынков ее сбыта. Весь прирост ВВП за 2000-е годы был достигнут за счет повышения производительности труда. Оно составило 2,2 раза, что соответствует росту объема ВВП. В то же время сохранилось отставание Беларуси по производительности труда от европейских экономически развитых стран в 4–5 раз [8].

В структуре ВВП Беларуси довольно большая доля принадлежит сфере производства, которая составляла 45 % в 2000 г., 46 % – в 2010 г., затем снизилась до 40 % в 2017 г. (табл. 1). Соответственно, повысилась доля сферы услуг с 41 до 47 %, что отражает перестройку структуры ВВП в постиндустриальном направлении. В то же время стабильно высокие показатели сохраняются у промышленности как основной производственной отрасли экономики. На ее долю приходится несколько более четверти ВВП.

Промышленное производство в 2000-е годы развивалось более высокими темпами, нежели экономика в целом. При росте за этот период объема ВВП в 2,2 раза объем промышленного производства увеличился в 2,4 раза. Также со временем отмечалось существенное снижение его темпов – с 8 % годового прироста в 2000–2010 гг. до 1,4% в 2011–2017 гг.

Таблица 1
Динамика структуры ВВП Беларуси по видам экономической деятельности
за 2000–2017 гг., % (по данным [17])

| Вид экономической деятельности | Год | | |
|--------------------------------|------|------|------|
| | 2000 | 2010 | 2017 |
| Сфера производства: | | | |
| промышленность | 45,2 | 46,3 | 39,9 |
| сельское и лесное хозяйство | 25,8 | 26,8 | 26,8 |
| строительство | 12,7 | 7,5 | 7,8 |
| Сфера услуг | 5,7 | 11,0 | 5,3 |
| Чистые налоги на продукты | 40,5 | 40,9 | 46,9 |
| | 14,3 | 12,8 | 13,2 |

В структуре промышленного производства преобладает обрабатывающая промышленность. Ее доля в 2017 г. составила 88 %. Внутри обрабатывающей промышленности наиболее высокими показателями отличаются такие виды, как производство продуктов питания, напитков и табачных изделий – 24,8 % от всего объема промышленного производства, производство кокса и продуктов нефтепереработки, сырьем для которого служит нефть, преимущественно импортируемая из России – 14,3 %, производство химических продуктов (в основном калийных удобрений) – 8,7 %.

Кроме того, остается значимой суммарная доля видов, которые в применявшейся ранее отраслевой классификации относились к традиционно развитой в Беларуси отрасли – машиностроению и металлообработке; это производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры, электрооборудования, машин, транспортных средств. В 2017 г. данная доля составила 17,2 %.

Развитие промышленности и экономики в целом зависит от объемов инвестиций в основной капитал. На протяжении 2000-х годов в целом наблюдался их рост (рис. 2). Однако подобная динамика обеспечена только за счет первого десятилетия, когда среднегодовые индексы прироста инвестиций составили 15,3 %, что является самым высоким показателем для Беларуси с 1970 г. Для временного отрезка 2011–2017 гг. характерно снижение инвестиций со среднегодовыми темпами (−3,2 %).

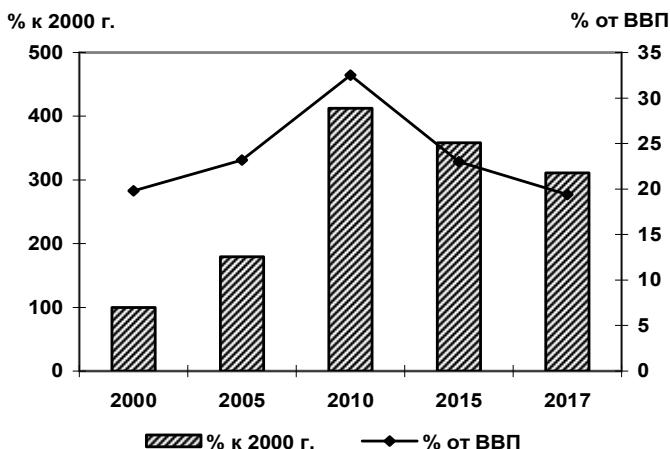


Рис. 2. Динамика инвестиций в основной капитал Беларуси в 2000–2017 гг., % к 2000 г. и % от ВВП (по данным [17])

По отношению к объему ВВП в среднем за весь рассматриваемый период доля инвестиций составила 24,7 %. Минимальные ее величины (меньше 20 %) приходятся на первые три года данного периода, когда экономика еще только восстанавливалась после кризиса 1990-х годов. На такой же уровень эта доля опустилась и после экономического спада 2015–2016 гг. Максимальные величины отмеченного показателя (свыше 30 %) фиксировались в 2009–2013 гг.

Приведенные объемы инвестиций в основной капитал обеспечили последовательное снижение степени его износа. Она уменьшилась с 49 % в 2000 г. до 42 % в 2010 г. и 37 % в 2017 г. Подобный тренд создает предпосылки к снижению рисков техногенных аварий и связанных с ними воздействий на окружающую среду.

В сельском хозяйстве ведущее положение сохранили сельскохозяйственные организации. Они занимают 87 % площади сельскохозяйственных земель [16]. На долю фермерских хозяйств приходится около 2 % данной площади, в пользовании граждан – примерно 10 %.

В соответствии с приведенным распределением сельскохозяйственных земель, в Беларуси преобладает крупное товарное сельскохозяйственное производство. В среднем одна сельскохозяйственная организация занимает около 5 тыс. га земель и располагает 2,8 тыс. голов крупного рогатого скота. Сельскохозяйственные животные концентрируются, как правило, на больших комплексах и фермах, где образуются значительные объемы стоков.

Воздействие на окружающую среду и предпосылки перехода к «зеленой» экономике. Для оценки изменений в воздействии на окружающую среду использовались две группы показателей. Первую из них составили показатели выбросов и сбросов загрязняющих веществ, образования и использования отходов производства, а также энергоемкости ВВП; вторую – степени антропогенного преобразования территории.

В динамике общего объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Беларуси в 2000-е годы проявилась тенденция к его снижению. Только в отличие от 1990-х, когда такое снижение происходило довольно высокими темпами (на 60 % за 10 лет), на протяжении временного интервала с 2000 по 2017 г. оно составило лишь около 8 % [13].

Преобладающее значение среди источников выбросов сохранили мобильные, доля которых в 2017 г. составила 64 %. Вместе с тем по сравнению с 2000 г. она уменьшилась на 7 %. Причем произошло это при росте количества легковых автомобилей в личной собственности граждан за данный период в 2,1 раза, что свидетельствует о происходящем со временем последовательном улучшении экологических характеристик их парка.

Аналогичная выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух тенденция прослеживается применительно к отведению сточных вод в поверхностные водные объекты. За 1990-е годы их объем уменьшился на 40 %, за 2000-е – на 10 %.

По отношению к образованию отходов производства наблюдается обратный тренд. Со временем их объем растет, причем довольно интенсивно. Так, за 2000-е годы этот рост составил 2,3 раза, достигнув в 2017 г. максимальной величины – 55,5 млн т. Из них было использовано 15,8 млн т.

Динамика образования отходов производства в Беларуси в решающей степени зависит от производственной деятельности одного промышленного предприятия – ПО «Беларуськалий». На его долю ежегодно приходится примерно 2/3 всего объема образования данных отходов. В условиях устойчивого спроса на мировом рынке на калийные удобрения их выпуск на указанном предприятии увеличивается, что влечет за собой общий рост образования отходов производства в стране.

Сложившаяся динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сброса сточных вод за 2000-е годы, показывающая уменьшение их объемов, отражает тенденцию к снижению воздействий на окружающую среду. Происходивший одновременно рост образования отходов производства является признаком усиления подобных воздействий, но имеет более локализованное распространение.

Для адекватного понимания связи между экономическим развитием и воздействиями на окружающую среду следует использовать соответствующие удельные показатели. В качестве таковых приняты показатели удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов сточных вод в поверхностные водные объекты, образования и использования отходов производства, энергоемкости в расчете на единицу объема ВВП в сопоставимых ценах (в данном случае приведенных к 2017 г.) (табл. 2).

Таблица 2
Динамика удельных показателей воздействий на окружающую среду Беларусь в 2000–2017 гг. в расчете на единицу объема ВВП (по данным [1, 12, 13, 20])

| Удельный показатель | Единица измерения | Год | | |
|---|---------------------------|-------|-------|-------|
| | | 2000 | 2010 | 2017 |
| Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух | т / млн руб. | 27,5 | 13,3 | 11,8 |
| Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты | м ³ / млн руб. | 24,1 | 10,0 | 10,0 |
| Образование отходов производства | т / млн руб. | 502,6 | 441,1 | 527,6 |
| Использование отходов производства | % к образованию | 15,9 | 31,1 | 28,5 |
| Энергоемкость ВВП | кг у.т. / тыс. руб. | 704,2 | 394,7 | 350,6 |

Приведенные в табл. 2 данные показывают общее снижение численных значений большинства показателей на протяжении 2000-х годов, за исключением удельного образования и использования отходов производства. Отмеченное снижение свидетельствует об улучшении экологических характеристик национальной экономики Беларуси и достижении такого характера ее развития, когда экономический рост сопровождается уменьшением воздействия на окружающую среду, что соответствует концепции «зеленой» экономики.

Внутри рассмотренного временного интервала прослеживаются существенные различия в динамике анализируемых показателей. В первое десятилетие темпы их уменьшения были примерно в 2 раза выше, нежели в последующие 7 лет. Соответствующие соотношения составили: по удельным выбросам 2,1 к 1,1; удельному сбросу сточных вод – 2,4 к 1,0; удельному использованию отходов производства – 2,0 к 0,9, энергоемкости ВВП – 1,8 к 1,1. Данные соотношения показывают заметное замедление процесса улучшения экологических характеристик экономики.

Для оценки воздействий на окружающую среду Беларуси по критерию антропогенного преобразования территории использовались показатели динамики доли природных угодий, а также особо охраняемых природных территорий (ООПТ) (табл. 3). К природным угодьям отнесены земли, занятые лесами, естественными лугами, кустарниками, болотами и водными объектами. В течение 2000-х годов их доля увеличивалась. В составе этих угодий 3/4 площади приходится на леса. Их доля также повышалась.

Имеющаяся в стране площадь природных угодий, в том числе лесов, обеспечивает сохранение природного равновесия на национальном уровне. Их распределение по регионам неравномерное однако даже в регионе с наименьшим распространением этих угодий и лесов – Гродненской области (44,6 и 34,7 %, соответственно) – данной площади также достаточно для такого сохранения.

За рассматриваемый период произошло также увеличение площади особо охраняемых природных территорий республиканского значения, доля которых достигла в 2017 г. 8,7 % площади страны. Такое увеличение

Таблица 3
Динамика доли природных угодий и особо охраняемых природных территорий в Беларуси за 2000–2017 гг., % (по данным [5, 12, 13, 15])

| Вид угодий | Год | | |
|------------------|------|------|------|
| | 2000 | 2010 | 2017 |
| Природные, всего | 49,3 | 52,8 | 53,1 |
| в т. ч. леса | 36,3 | 38,8 | 39,8 |
| ООПТ | 7,6 | 7,7 | 8,7 |

создает более благоприятные предпосылки не только сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, но и развития экологического туризма.

Наряду с отмеченным увеличением площади ООПТ за 2000-е годы в Беларуси были реализованы меры по качественному совершенствованию их пространственной организации путем формирования Национальной экологической сети. Ее схема была утверждена в 2018 г. [11]. Крупнейшие по площади природоохранные объекты – заповедники, национальные парки, заказники – выступили ядрами данной сети, а соединяющие их речные долины – экологическими коридорами. Выделены также охранные зоны, которые предназначены для предотвращения негативных воздействий на природные комплексы ядер и коридоров. Элементы национальной экологической сети занимают суммарно 16,2 % территории страны, что почти в 2 раза больше доли ООПТ.

Формирование Национальной экологической сети в сочетании с произошедшим увеличением площади естественных экосистем и ООПТ способствует достижению экологических целей устойчивого развития страны и согласуется с переходом к «зеленой» экономике.

Выводы. В Беларуси сложилась система государственного прогнозирования социально-экономического развития, что создает благоприятные организационные предпосылки перехода к «зеленой» экономике. Реализуемый в текущем пятилетии национальный план такого перехода, в сочетании с действующими государственными программами охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, обеспечивает возможность адекватного выбора мер по снижению экологических рисков в процессе экономического развития. Для повышения эффективности управления в данной области целесообразно создание механизма координации этих программ.

Экономическое развитие Беларуси в 2000-е годы обеспечило более чем двукратный рост ВВП при сохранении стабильно высокой доли промышленности в его составе (1/4 часть). В то же время проявилась тенденция к существенному снижению темпов экономического роста – с 7,4 % ежегодного прироста ВВП в первое десятилетие данного периода до 0,8 % в последующие 7 лет.

Происходивший в рассматриваемый период экономический рост сопровождался увеличением площади естественных экосистем и особо охраняемых природных территорий, а также снижением воздействия на окружающую среду, связанного с выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросом сточных вод в поверхностные водные объекты, потреблением энергоресурсов, что соответствует экологическим ориентирам «зеленой» экономики. В образовании отходов производства наблюдалась обратная тенденция, которая вызвана ростом выпуска калийных

удобрений на ПО «Беларуськалий» и соответствующим увеличением объемов галитовых отходов. С учетом доли этого предприятия в общем объеме образования отходов производства в стране, превышающей 60 %, ему принадлежит определяющая роль в динамике данного объема.

Наиболее значимое улучшение экологических характеристик экономики имело место в первое десятилетие 2000-х годов при высоких темпах экономического роста, когда удельные показатели выбросов и сбросов загрязняющих веществ, а также энергоемкости ВВП примерно в 2 раза превосходили таковые в последующие 7 лет при снижении этих темпов, что дает основание рассматривать стабильный экономический рост не только как условие повышения материального благополучия населения, но и как фактор уменьшения экологических рисков.

• **Список литературы**

1. Антюфриева, З.А. Энергоемкость белорусской экономики / З.А. Антюфриева, Н.Ю. Таганович // Белорусский экономический журнал. – № 3. – 2003. – С. 4–11.
2. Бондарь, А. В. Природный капитал в приоритетах «зеленой экономики» / А.В. Бондарь, А.П. Чуракова // Весн. Гродз. дзярж. ун-та імя Янкі Купалы. – Сер. 5. – Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2017. – № 2. – С. 115–122.
3. Будущее, которого мы хотим. Итоговый документ Конференции ООН по устойчивому развитию. Рио-де-Жанейро, 20–22 июня 2012 года // A/CONF.216/L.1. – 66 с.
4. Войтов, И.В. Научные основы анализа и прогнозных оценок состояния природопользования и охраны окружающей среды как основных функций экологобезопасной «зеленой» экономики / И.В. Войтов. – Минск : БГТУ, 2017. – 578 с.
5. Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2001 года). Государственный комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь. – Минск, 2001. – 98 с.
6. Деревягло, И.П. Концепция «зеленой экономики» и возможности ее реализации в условиях Республики Беларусь / И.П. Деревягло // Белорус. экон. журн. – 2017. – № 1. – С. 24–37.
7. Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности : обобщающий доклад для представителей властных структур. – Сен-Мартэн-Бельвю : ЮНЕП, 2011. – VI, 42 с. : цв. ил.; 30 см. – (DTI/1367/GE).
8. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. Одобрена Президиумом Совета Министров Республики Беларусь, прот. № 10 от 2 мая 2017 г. – Минск, 2017. – 148 с.
9. Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года. Утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 21 дек. 2016 г., № 1061.
10. О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития Республики Беларусь. Закон Республики Беларусь от 5 мая 1998 г., № 157-З.
11. Об экологической сети. Указ Президента Республики Беларусь № 108 от 13.03.2018 г.
12. Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь, 2001. Статистический сборник. Министерство статистики и анализа Республики Беларусь. – Минск, 2001. – 196 с.
13. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 228 с.

14. Полоник, С.С. Производство и потребление экологически чистой продукции на основе принципов «зеленой» экономики / С.С. Полоник, Э.В. Хоробрых, А.А. Литвинчук // Экон. бюл. Науч.-исслед. экон. ин-та М-ва экономики Респ. Беларусь. – 2014. – № 7. – С. 30–39.
15. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2018 г.). Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. Минск, 2018. – 57 с.
16. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2017. – 233 с.
17. Статистический ежегодник Республики Беларусь. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 490 с.
18. Струк, М.И. Региональные особенности оптимизации окружающей среды Беларуси / М.И. Струк. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 252 с.
19. Шимова, О.С. Оценка эффекта декаплинга для мониторинга «зеленой» экономики / О.С. Шимова // Белорус. экон. журн. – 2013. – № 2. – С. 71–83.
20. Энергетический баланс Республики Беларусь. Статистический сборник. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 154 с.
21. Аналитическая записка «Итоги социально-экономического развития Республики Беларусь в 2016 году». Режим доступа : http://economics.basnet.by/files/Itog_2016.pdf. – Дата доступа: 25.05.2018.
22. Батова, Н. На пути к зеленому росту: окно возможностей циркулярной экономики / Н. Батова, П. Сачек, И. Точицкая. – Режим доступа : http://www.beroc.by/publications/policy_papers/ge-01_rus/. – Дата доступа : 15.03.2019.

II. ЗЕЛЕНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ

**Н.А. Соболев, Е.А. Белоновская,
А.Н. Кренке, К.Н. Кобяков, С.В. Титова,
А.А. Тишков, Н.Г. Царевская**

ВЕЛИКИЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ ПРИРОДНЫЙ МАССИВ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕЛЁНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СТРАНАХ И РЕГИОНАХ СНГ

Наиболее общая цель территориальной охраны природы и, в частности, формирования экологического каркаса состоит в обеспечении благоприятной окружающей среды за счёт сохранения (или восстановления) способности естественных экологических систем к саморегуляции [9, 15]. Для достижения этой цели необходима природная территория, по размеру не меньшая, чем характерное пространство развития процессов саморегуляции экосистем, и сохраняющая такие размеры в течение, как минимум, характерного времени развития указанных процессов саморегуляции [13, 17]. В системе саморегуляции сообществ биоты наиболее уязвимы виды высших хорологических классов – крупные и подвижные млекопитающие и птицы, чувствительные к фрагментации природных ландшафтов и к фактору беспокойства. Поэтому для сохранения качественно полноценной (способной к саморегуляции) биоты первостепенно важен размер населённого ею природного массива [8]. Основу функционирования формируемой Паньевропейской экологической сети, охватывающей Северную Евразию от Атлантики на западе до Пацифики на востоке и от Арктики на севере до Тянь-Шаня и Памира на юге, должен составить Великий Евразийский природный массив (ВЕПМ) [11, 12] площадью в несколько миллионов квадратных километров.

В настоящем сообщении рассматриваются некоторые промежуточные результаты проекта по картографированию и изучению ВЕПМ как источника экосистемных услуг. Для картографирования современного состоя-

ния Экологического каркаса России, в том числе ВЕПМ, проведено совмещение пространственных данных о местоположении природных территорий, обладающих повышенной природоохранной ценностью (ключевых территорий экологического каркаса), и различных объектов, затрудняющих экологические связи между природными территориями [10]. Для картографирования транзитных территорий из пространства между ключевыми территориями исключены населённые пункты с зонами влияния, в которые попадает большинство распаханных участков и участков, преобразованных в результате развития промышленности и добычи полезных ископаемых. Картографический анализ находящихся в открытом доступе космических снимков высокого разрешения показал, что в староосвоенных регионах основная активность сосредоточена в 5-километровой зоне вокруг населённых пунктов. Остальные территории предварительно рассматриваются как пригодные для выполнения связующих функций, однако при этом отдельно отмечены автострады и магистральные железные дороги, предположительно затрудняющие перемещение животных и нередко негативно влияющие на пересекаемые водотоки.

Оценка состояния экосистем ВЕПМ проведена методом интерпретации тематической Карты растительности СССР для высших учебных заведений (масштаб 1:4 000 000): методом дискриминантного анализа данных дистанционного зондирования проведена их классификация [3, 4] с последующим представлением результатов в терминах упомянутой тематической карты. Анализ производился на композитах изображений системы MODIS TERRA с разрешением 500 м на пикセル, полученных за летние периоды 2000, 2004, 2008, 2012 и 2015 годов.

На Индикативной схеме Экологического каркаса России (рис. 1) ВЕПМ и другие природные массивы, меньшие по площади, но также сохранившие качественно полноценную биоту, выглядят как совокупность особо охраняемых природных территорий (ООПТ), других ключевых природных территорий и связующего природного ландшафта с малым числом населённых пунктов и редкими транспортными коммуникациями. Отметим, что в регионах нового освоения деятельность, связанная с преобразованием природных ландшафтов (добыча углеводородного сырья и др.), выходит за пределы 5-километровых зон вокруг населённых пунктов, в связи с чем подлежит отдельному рассмотрению в дальнейшем. Пока можно сказать, что за период с 2000 по 2015 г. деградация экосистемного покрова в регионах с наиболее активной добычей углеводородного сырья была не выше, чем в регионах с преимущественным развитием лесной промышленности. В тундровой и лесотундровой частях ВЕПМ наряду с деградацией земель на отдельных участках происходит повышение биопродуктивности («позеленение тундр»),



Рис. 1. Великий Евразийский природный массив и другие крупнейшие природные массивы на территории России.

Цифрами обозначены природные массивы: 1 – Алтай-Саянский, 2 – Кавказский, 3 – Северо-Прикаспийский, 4 – Южно-Уральский

связанное, по-видимому, с актуальными климатическими изменениями. В то же время, в районах интенсивных лесозаготовок площадь экосистем с зональной биологической продуктивностью снижается. В целом с 2000 по 2015 г., то есть за 15 лет, существенные изменения охватили около 17,5 % площади ВЕПМ, причём деградация природных экосистем отмечена на 9,5 %, а восстановление – на 8 % его площади. Характерное время восстановления, например, хотя бы товарной структуры леса до зонального состояния может составить в разных частях ВЕПМ от 140 до 200 лет. Получается, что за это время при выявленных темпах деградации экосистем через неё могут пройти все леса ВЕПМ, при том, что восстановление показателей биопродуктивности отнюдь не всегда означает повышение стабильности экосистемных процессов. Поэтому актуально активное управление динамикой экосистем ВЕПМ.

Для обеспечения конституционного права каждого в России на благоприятную окружающую среду важно организовать доступ населения к экосистемным услугам по месту постоянного проживания и основной деятельности, поскольку подавляющее большинство населения живёт и работает в староосвоенных регионах за пределами ВЕПМ. Это означает необходимость формирования не только экологического каркаса, но и

более широкой зелёной инфраструктуры. Если собственно экологический каркас обеспечивает защиту и функционирование системы экологически взаимосвязанных сообществ биоты, в своей совокупности способных к саморегуляции, то зелёная инфраструктура должна дополнитель но включать в себя также и экологические терминалы, подсоединяющие к экологическому каркасу экологически дотационные природные, восстановленные и озеленённые территории в сельскохозяйственном и урбанизированном ландшафте и таким образом адресно транслирующие экосистемные услуги для основной части их пользователей.

Суть формирования трансконтинентального экологического каркаса состоит в поддержании экологических связей между природными массивами, самостоятельно способными к саморегуляции, и природными территориями староосвоенных регионов. Благодаря этим связям сохраняются относительно устойчивые длительнопроизводные природные сообщества, пришедшие в равновесие с традиционным их использованием за долгое время его осуществления [6]. Эффективность такого подхода иллюстрируется на примере биосферного резервата – национального парка «Валдайский». На Валдайской возвышенности уже с I тысячелетия до нашей эры происходили крупные расчистки леса под посевы, выпасы и сенокосы, сельское хозяйство развивалось, испытывая подъёмы и спады, результатом чего стал агроландшафт, относительно устойчивый в процессе традиционного природопользования [14]. Национальный парк «Валдайский» топографически несколько отдалён от ВЕПМ, но стал при этом основой ключевого региона устойчивого развития [7]. Площадь национального парка составляет около 159 тыс. га, что недостаточно для обитания жизнеспособных популяций крупных хищных млекопитающих (медведь, рысь), тем более при наличии внутри территории национального парка города Валдай и других населённых пунктов, а также пересечения его территории железной и автомобильной дорогами между Москвой и Санкт-Петербургом. Вместе с тем эти виды и другие – около 60 видов млекопитающих – постоянно присутствуют в экосистемах национального парка [16, 19] благодаря связям с другими крупными природными территориями и в конечном итоге с ВЕПМ.

Флора национального парка «Валдайский» насчитывает 746 видов сосудистых растений из 107 семейств [5]. Среди них указано 133 адвентивных вида (18 %), большинство из которых приурочены к водоёмам, придорожным и селитебным территориям. Несмотря на наличие упомянутых транспортных магистралей, доля адвентивных видов ниже, чем в целом в средней полосе России, что свидетельствует о способности местных экосистем к вытеснению чужеродных видов. Например, в луговых сообществах нами встречены только три адвен-

тивных вида (*Centaureacyanus*, *Viciasativa*, *Loliumperenne*), причём они не относятся к постоянным видам этих сообществ и год от года могут то появляться, то исчезать.

Относительная стабильность экосистем во многом определяется сохранением традиционного аграрного ландшафта и его оптимальных пропорций, достигаемых сложившимся за длительный исторический период традиционным сельскохозяйственным использованием территории – мелкоконтурной распашкой земель, сенокошением, выпасом скота, лесопользованием и т. п. [14, 18, 20]. В связи со спадом сельскохозяйственного производства исходная мелкоконтурность агроландшафта и сокращение поголовья скота способствуют залесению залежей, дальних сенокосов и пастбищ. При этом благоприятные экологические условия для развития туризма и рекреации, возникшие благодаря формированию устойчивого агроландшафта, недоиспользуются. Ежегодно до 60 тыс. человек посещают национальный парк «Валдайский». По нашему мнению, этот показатель можно увеличить по крайней мере в три раза за счёт развития сельского туризма, что в свою очередь будет способствовать восстановлению параметров агроландшафта, соответствующих его оптимальному состоянию.

Экологические связи национального парка «Валдайский» с другими крупными природными территориями и ВЕПМ замыкаются в староосвоенных регионах, в связи с чем подлежат специальному изучению для разработки мер по их поддержанию. Рассмотрение соответствующего фрагмента Индикативной схемы Экологического каркаса России (рис. 2) позволяет предположить, что национальный парк «Валдайский» может быть связан с ВЕПМ через природный парк «Вепсский лес» в Ленинградской области и национальный парк «Русский Север» в Вологодской области, а также ряд других ООПТ меньшей площади. Если на стадии предварительного анализа мы условно исключили из связующего ландшафта 5-километровые зоны вокруг населённых пунктов, то для практического планирования экологического каркаса будет необходим более подробный картографический анализ, учитывающий все фактически сохранившиеся природные территории.

Продолжение потенциальных экологических коридоров на юг от национального парка «Валдайский» целесообразно планировать в увязке с имеющимися предложениями по формированию трансграничных связующих природных территорий, в первую очередь вдоль северной части границы между Российской Федерацией и Республикой Беларусь (рис. 3).

Наиболее известны следующие предложения [1, 2, 21]: трансграничная ООПТ «Заповедное Поозерье» (национальный парк «Себежский» в Псковской области Российской Федерации и республиканские

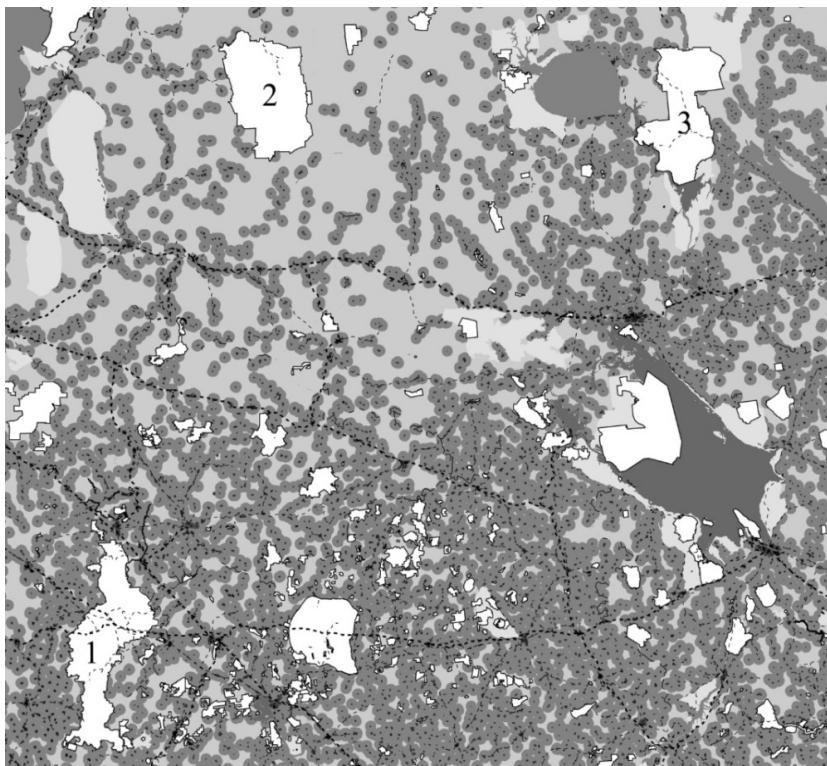


Рис. 2. Национальный парк «Валдайский» и территории к северо-востоку от него:
1 – национальный парк «Валдайский»; 2 – природный парк «Вепсский лес»;
3 – национальный парк «Русский Север»

ландшафтные заказники «Красный Бор» и «Осовейский» в Витебской области Республики Беларусь); экологический коридор в Невельской озёрно-болотной системе вдоль рек Уща в Псковской области и Дрисса в Витебской области (включая республиканский ландшафтный заказник «Синьша» в Витебской области); экологический коридор вдоль Западной Двины и её притока – реки Усвяча (включая заказник регионального значения «Велижский» в Смоленской области и республиканский ботанический заказник «Запольский» в Витебской области). Между национальным парком «Валдайский» и Западнодвинской трансграничной территорией наиболее логично выглядит обустройство экологического коридора через большую группу ООПТ в Тверской области и национальный парк «Смоленское Поозерье» в Смоленской области. Экологический коридор

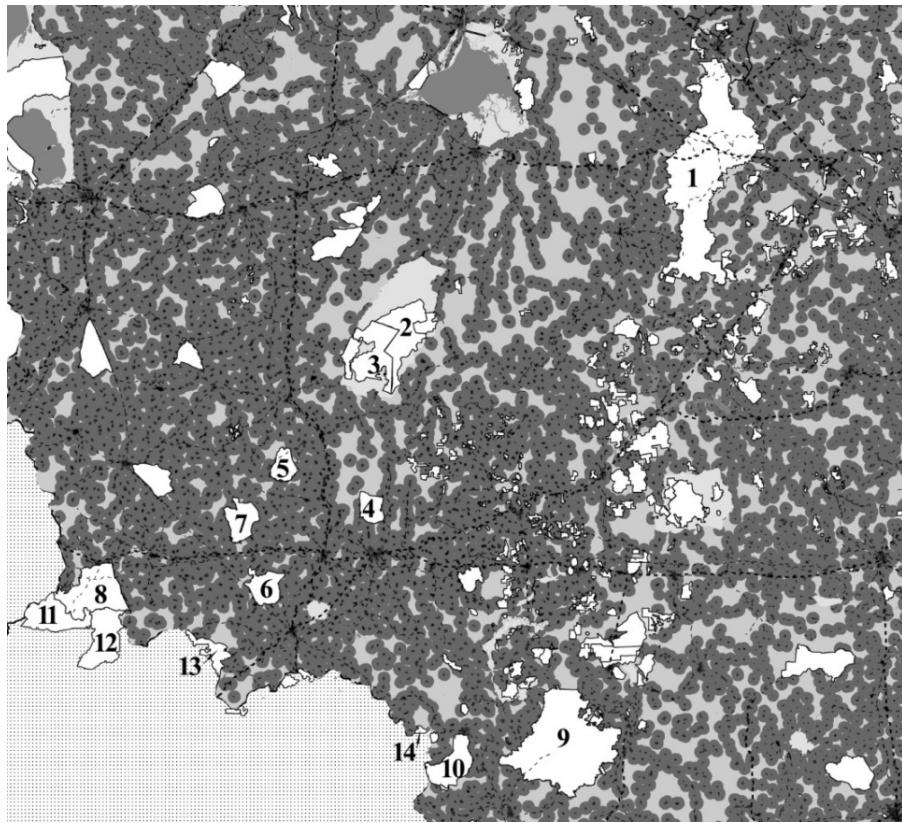


Рис. 3. Национальный парк «Валдайский» и территории к югу от него:

- 1 – национальный парк «Валдайский»; 2 – заповедник «Рдейский»; 3 – заповедник «Полистовский»; 4 – заказник «Великолукский»; 5 – заказник «Локнянский»; 6 – заказник «Невельский»; 7 – заказник «Пустошкинский»; 8 – национальный парк «Себежский»; 9 – национальный парк «Смоленское Поозерье»; 10 – заказник «Велижский»; 11 – заказник «Освейский»; 12 – заказник «Красный Бор»; 13 – заказник «Синьша»; 14 – заказник «Запольский». Условные обозначения см. рис. 1

между национальным парком «Валдайский» и трансграничными территориями в Псковской и Витебской областях может быть намечен через заповедник «Рдейский» в Новгородской области, заповедник «Полистовский» в Псковской области и далее на юго-запад через региональные заказники «Локнянский» и «Пустошкинский» в Псковской области к национальному парку «Себежский» и на юг через региональные заказники «Великолукский» и «Невельский» в Псковской области к реке Уща.

Принципиальная взаимная выгода от межрегиональной и межгосударственной интеграции при формировании экологического каркаса состоит в том, что повышение экологической стабильности на какой-либо территории снижает риск дестабилизации экологической обстановки на соседних территориях. При этом экосистемные услуги, основанные на биосферных функциях природных сообществ, распространяясь на соседние регионы, по крайней мере не сокращаются в регионе, который служит их источником. Значение всех предложений по формированию трансграничных ООПТ возрастёт, если будут закреплены их экологические связи с ВЕПМ. В связи с этим мы предлагаем дополнить трансграничное сотрудничество ООПТ проектом по картографированию и созданию экологических коридоров, связывающих трансграничные территории с ВЕПМ. На сегодня наибольшее развитие получили предложения по созданию трансграничной ООПТ «Заповедное Поозерье»: имеется проект соответствующего межправительственного соглашения, по нашим сведениям, одобренный в обеих странах, обсуждается создание биосферного резервата. Формирование экологического коридора между национальным парком «Валдайский» и трансграничной территорией «Заповедное Поозерье» может быть модельным проектом создания зелёной инфраструктуры, обеспечивающей доступ населения к экосистемным услугам.

Работа выполняется на средства гранта РФФИ-РГО № 17-05-41204 «Оценка и картографирование изменений состояния Великого Евразийского природного массива как фактора глобальной экологической стабильности и источника экосистемных услуг», в связи с этим авторы сердечно благодарят Русское географическое общество и Российский фонд фундаментальных исследований.

• Список литературы

1. Водно-болотные угодья особого природоохранного значения вдоль границы Беларусь, России и Украины. – Режим доступа: http://birder.ru/publications/2014_transboundary_wetlands_conservation.pdf. – Дата доступа: 01.03.2019.– М.: Медиа-ПРЕСС, 2014. – 164 с.
2. Галковская Г.А., Дудко Г.В., Максименков М.В., Рыбянец Н.М., Юргенсон Н.А. Развитие белорусско-российского трансграничного сотрудничества для создания экологических коридоров, включая Восточное Полесье. – Минск: Право и экономика, 2006.
3. Кренке А.Н., Пузаченко Ю.Г. Построение карты ландшафтного покрова на основе дистанционной информации // Экологическое планирование и управление. – 2008. – № 2. – С. 10–25.
4. Кренке А.Н., Пузаченко Ю.Г., Пузаченко М.Ю. Уточнение содержания тематических карт на основе данных дистанционного зондирования // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2011. – № 4. – С. 86–96.
5. Морозова О.В., Царевская Н.Г., Белоновская Е.А. Сосудистые растения национального парка «Валдайский» (аннотированный список видов) / под ред. В.С. Новикова //

- Флора и фауна национальных парков. – 2010. – Вып. 7. – М.: Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия и ИПЭЭ РАН, 2010. – 95 с.
6. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. – М.: Мысль, 1978. – 295 с.
 7. Сдасюк Г.В., Тишков А.А. Ключевые районы устойчивого развития // Оценка качества окружающей среды и экологическое картографирование / под ред. А.С. Шестакова. – Москва: Ин-т географии РАН, 1995. – С. 107–122.
 8. Соболев Н.А. Особо охраняемые природные территории как средство поддержания биологического разнообразия в староосвоенных регионах (на примере Московской области): автореф. дис. канд. геогр. наук. – М., 1997. – 18 с.
 9. Соболев Н.А. Региональная стратегия территориальной охраны природы // Критерии и методы формирования экологической сети природных территорий. Вып. 1. – М.: ЦОДПСоИС, 1998. – С. 3–8.
 10. Соболев Н.А. Экологический каркас России. Индикативная схема / ред. проф. А.А. Тишков. – М.: Изд-во Института географии Российской академии наук, 2015. – 16 с.
 11. Соболев Н.А. Великий Евразийский природный массив – основа Панъевропейской экологической сети // Запад и Восток: пространственное развитие природных и социальных систем : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (г. Улан-Удэ, 19–23 сентября 2016 года). – Улан-Удэ, 2016. – С. 299–303.
 12. 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). – Нижний Новгород, 1998. – С. 22–31.
 13. Соболев Н.А., Тишков А.А. Красная книга и природное наследие с позиций актуальной биогеографии // Редкие и исчезающие виды млекопитающих России: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, 1–3 июля 2014 года, г. Шушенское / отв. ред. В.В. Шуркина. – Абакан: Хакасское книжное издательство, 2014. – С. 118–122.
 14. Тишков А.А. Оптимизация агроландшафта Валдая. Структура сельскохозяйственных угодий // Изв. РАН. Сер. геогр. – 1994. – № 3. – С. 74–84.
 15. Тишков А.А. Охраняемые природные территории и формирование каркаса устойчивости // Оценка качества окружающей среды и экологическое картографирование / под ред. А.С. Шестакова. – Москва, 1995. – С. 94–107.
 16. Тишков А.А. Тысячелетняя история изменений фауны млекопитающих Валдайского Поозерья // Вопросы географии. – 2013. – Т. 136. – С. 385–412.
 17. Тишков А.А. Характерное пространство и характерное время как ключевые категории биогеографии // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2016. – № 4. – С. 20–33.
 18. Тишков А.А., Царевская Н.Г. Продуктивность экосистем агроландшафта Валдая и пути его оптимизации // Изв. РАН. Сер. геогр. – 1995. – № 1. – С. 66–73.
 19. Хляп Л.А., Шварц Е.А., Баскевич М.И., Николаев В.И., Тишков А.А., Леонтьева О.А., Черепанова Е.В., Глазов П.М. Fauna, экология и зоогеография млекопитающих Валдайского Поозерья: ретроспектива и современное состояние // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2017. – № 1. – С. 125–159.
 20. Царевская Н.Г. Продуктивность и структура фитомассы лугов лесной зоны // Изв. РАН. Сер. геогр. – 1989. – № 6. – С. 60–69.
 21. Шумская О.Б. Современное состояние и перспективы экологического взаимодействия приграничных регионов: Смоленская и Витебская области // Теоретическая и прикладная экология. – 2009. – № 2. – С. 79–89.

А.А. Тишков, Е.А. Белоновская, Н.Г. Царевская

УЧЕТ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВАЛДАЙСКИЙ» КАК УСЛОВИЕ ПЕРЕХОДА РЕГИОНА К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Идеям «зелёной экономики» уже больше 10 лет. Они были приняты в качестве программы ООН по окружающей среде (ЮНЭП) в 2008 г. Исходно рассматривался исключительно национальный уровень их внедрения, хотя уже с первых шагов развития этих идей было ясно, что они как механизм антикризисных программ больше подходят для регионального уровня. Имиджевый характер термина «зеленая экономика», который сформировался в процессе дискуссий на конференции по устойчивому развитию «Рио+20» в Бразилии и включение его в методологическую составляющую инструментов международных экологических конвенций (Об изменениях климата, О биологическом разнообразии и др.) привел к тому, что ранее пропагандируемая экологизация промышленности, сельского, лесного, коммунального хозяйства и др. обрела цвет – «зеленую» приставку (green industry, green jobs, green agriculture, green markets, и др.).

«Зеленая» экономика – экономика, которая наряду с ростом благосостояния и обеспечения социальной справедливости, гарантированной Конституцией РФ (например, в обеспечении населения качественной средой), снижает риски для природы, повышает эффективность использования природных ресурсов, предотвращает потерю экосистемных услуг и биоразнообразия, обеспечивает сохранение и приращение природного капитала, уменьшение загрязнения и потери углерода. Последнее связывает ее с проблемой глобального изменения климата и повышения энергоэффективности хозяйства, которое согласно новым подходам в экономике должно быть «низкоуглеродным» (lowcarbon economy).

В регионах России драйверами «зеленой экономики» по определению должны выступать крупные ООПТ, которые в процессе их интеграции в региональную экономику, с одной стороны, выполняют емкие объемы биосферных функций: климато- и водорегулирующие, биопродукционные, биоресурсные, предотвращения потерь экосистемных услуг, биоразнообразия и пр., а с другой – служат звеном регионального экологического каркаса, обеспечивают население качественной средой и рекреационными услугами. Оценить этот вклад можно посредством учета

объемов и стоимости экосистемных услуг, производимых ООПТ. Даже при отсутствии национального и межрегионального рынков на эти услуги, а также в условиях неопределенности в отношении «углеродных платежей» на международном рынке после прекращения действия Киотского протокола и активности стран в рамках Парижского соглашения по климату, именно ООПТ становится ключевым элементом региональной «зеленой экономики» – и как производитель материальных и нематериальных экосистемных услуг, и как возможный получатель экологических компенсаций.

В настоящем сообщении данные вопросы рассмотрены на примере национального парка «Валдайский» и на основе анализа 2-х составляющих его экосистемных услуг – водорегулирующих (водоресурсных, водоохранных) и рекреационных.

Водорегулирующие услуги. Валдайская возвышенность – один из нескольких великих водоразделов планеты, сохраняющих истоки рек трех морей – Черного (р. Днепр), Каспийского (р. Волга) и Балтийского (р. Валдайка, р. Березайка). Издавна, сток из крупнейших озер возвышенности, а с 1990 г. – национального парка «Валдайский», был зарегулирован, и озера функционировали как водохранилища. С одной стороны, установленный режим в сочетании с влиянием многолетнего аграрного производства и рекреации содействовал развитию здесь процессов эвтрофикации, что установила еще в 1960-х годах гидробиологическая экспедиция Института географии РАН под руководством профессора Л.Л. Россолимо. А с другой стороны, регулирование стока в значительной степени содействовало накоплению воды, усилинию водообмена и стока в целом. Создание национального парка непосредственно в центре «Великого водораздела» привело к тому, что существенно возросли затраты на охрану и мониторинг состояния экосистем, обеспечивающих водный сток для водопотребления двух столиц. Однако эта не характерная для особо охраняемой природной территории функция (сток качественной питьевой воды) никак не компенсируется. Кроме того, высоки издержки местного населения и малого аграрного и рекреационного бизнеса, имеющего существенные ограничения для ведения хозяйства. Затраты на обеспечение качества воды в озерах и их стока настолько велики, что, естественно, встает вопрос о компенсации национальному парку этих издержек. О чём идет речь? Прежде всего, о принятой во всем мире практике компенсации экосистемных услуг [3, 5, 6].

На территории парка действуют как минимум три системы озер-водохранилищ, охватывающих более 50 озер (из более 200), которые формируют сток воды высокого качества для Верхне-Волжской и

Невско-Ладожской водных систем. Они находятся в режиме водохранилищ, их сток и уровни соответствующим образом регулируются, а управление режимом, как сложилось исторически, находится вне национального парка – в соответствующих бассейновых управлениях.

Озеро Велье, расположенное севернее оз. Селигер и, как и его Полновский плёс, целиком находится на территории национального парка. Оно вытянуто с севера на юг более чем на 25 км, имеет более 200 больших и малых островов, средняя глубина – 9–10 м. Площадь озера более 35,0 км² (меняется в разные сезоны в зависимости от водозабора). Вода в озере пригодна для питья. В озеро впадает несколько небольших рек. Естественный сток – через р. Явонь частично перекрыт с помощью плотины, из-за чего уровень озера поднят на несколько метров. Часть стока озера Вельё поступает в Вышневолоцкую водную систему через искусственный канал в восточной части озера в р. Либья.

Озеро Валдайское – площадь озера без островов составляет 19,7 км²; средняя глубина – 12 м (максимальная – 60 м). В средней части расположен остров Рябиновый, делящий озеро на два плёса. Озеро соединено с оз. Ужин каналом «Копкой», который был построен в 1862 г. на месте речки Федосеевки (около 150 м). Плотина на р. Валдайке построена в 1958 г. взамен ранее существовавшей деревянной ряжевой плотины. Расход – 8–10 м³/сек. Начало регулирования стока р. Валдайки для подпитывания Вышневолоцкого водного пути и лесосплава в бассейне р. Мсты относится к XVIII в. В 1925 г. проведена батиметрическая съемка Валдайского водохранилища. Предполагалось его использование в качестве водоема-накопителя для проектируемой Шуйской ГЭС. В 1930 г. бейшлот был восстановлен для обеспечения лесосплава и работы Шуйской мельницы – мельничная плотина была расположена в 0,8 км ниже по течению Валдайки. Рубка леса на водосборе оз. Ужин и его переплав кошелевым методом и плотами по 3000–4500 м³ через копку в Валдайское озеро проходил в 1943–1954 гг. В 1950 г. закончилось строительство Шуйской ГЭС на р. Валдайке в 8 км ниже её истока и начались попуски воды из Валдайского водохранилища для Шуйской ГЭС.

Каскад из Байневского, Боровновского, Разлив и Горнешинского озеро-водохранилищ на р. Щегринке. Всего в каскадной системе озер Боровно (1,8 км²) и Разлив (до Гарнешинской плотины) насчитывается 42 озера. Они, как и система Валдайских озер, включены в Невско-Ладожскую систему, им рекомендован режим водохранилищ. Плотина местной гидроэлектростанции построена в 1928 г. В ходе строительства был прорыт канал от р. Щегринка, построена плотина и бывшая низина с мелкими озерцами превратилась в водохранилище площадью более 5 км² (сейчас

это оз. Розливы). В настоящее время действуют несколько плотин, обеспечивающих регулирование стока и уровень воды.

Озера-водохранилища имеют исключительное значение для развития рекреации в национальном парке. Непосредственно их берега и акватории посещают, по данным Отдела экологического просвещения и туризма парка, более 20 тыс. туристов в год. Но, оказывается, еще большая роль озер составляет в обеспечении находящихся ниже по течению населенных пунктов чистой питьевой водой и в разбавлении воды условно грязных и грязных водоемов до пригодного к использованию состояния. Объемы этой «работы» озер парка огромны, но никак не учтены в межрегиональных экономических взаимодействиях и взаиморасчетах. Концепция экосистемных услуг позволяет создать методологическую основу для создания в перспективе межрегионального и национального рынка водосберегающих, водорегулирующих и водо-ресурсных услуг.

Для выявления, оценок и расчётов экосистемных услуг нами использовались данные дистанционных и наземных наблюдений и измерений [1, 5]. При этом во внимание брались такие показатели функционирования национального парка, как посещаемость, затраты на сохранение и восстановление экосистем, наличие или отсутствие внутреннего рынка экосистемных услуг, в т. ч. рекреационных, а также водно-ресурсных услуг.

Судебный иск 1999 г. ФБГУ «Канал им. Москвы» на 200 млн руб. о незаконном использовании вод оз. Велье для решения водно-экологических проблем Москворецкого бассейна и другие прецеденты с использованием стока и зарязнением рек и озер парка, позволяют говорить об явных издержках ситуации с отсутствием межрегионального рынка экосистемных услуг. Например, из оз. Велье «Канал им. Москвы» отбирал ежегодно до 130 млн m^3 чистой воды, за которые не платил, а сам получал от Московского водоканала 27 коп. за 1 m^3 воды.

Рекреационные услуги. Территория для рекреационного использования занимает более половины площади парка (суммарно 64,0 % от 158–500 га), что определяет в целом рекреационную направленность его деятельности. Расположение парка между двумя крупнейшими мегаполисами нашей страны – Москвой и Санкт-Петербургом – способствует развитию рекреации. Ежегодно на Валдай приезжают многочисленные туристы полюбоваться неповторимыми пейзажами, осмотреть исторические и культурные достопримечательности, отдохнуть на берегах живописных озер с прозрачной водой, воспользоваться дарами высокопродуктивных ягодных, грибных и рыбных угодий.

Рекреационное освоение Валдайского поозерья началось в конце XIX–начале XX в. На Валдае часто останавливались представители русской интеллигенции: поэты, писатели, ученые, художники, композиторы. Многие из них имели усадьбы и проводили здесь летние месяцы. После начала индустриализации в 1930-х годах в регионе, с одной стороны, наблюдается забрасывание аграрного производства, а с другой – происходит расцвет рекреационного использования территории, начинается строительство учреждений отдыха. После Великой Отечественной войны продолжаются процессы запустения и вымирания деревень, начинается масштабное облесение бывших сенокосов и залежей, сокращение масштабов эрозии земель и объемов твердого стока в озера, разрушение мелиоративных систем (дренажа). В наше время на фоне дальнейшего развития перечисленных процессов и достаточно интенсивного рекреационного использования территории добавилось стихийное дачное освоение береговой полосы озер.

Основным элементом природной среды парка является уникальная озерно-речная система, предопределяющая экологическую и рекреационную ценность экосистем, которые представляют собой природный комплекс, не имеющий аналогов в природном, историческом и эстетическом отношениях. Особенно много туристов на берегах озер, поэтому особое внимание уделялось изучению прибрежной и мелководной растительности озер на постоянных площадках, организованных парком, а также в других зонах разной рекреационной нагрузки для установления закономерностей дигressии растительности в местах массового отдыха и оценки воздействия рекреации на состояние береговых и прибрежных экосистем озер парка и поиск возможностей ее безопасного развития для природы.

Ежегодно парк посещают более 60 тыс. туристов (центральную часть задокументированно – 17–20 тыс.), введена входная плата – 100 руб./сут., действуют 20 стационарных объектов размещения отдыхающих на берегах озер. По годам посещаемость в последнее десятилетие меняется незначительно, а вот по сезонам она меняется существенно (рис. 1 и 2).

Материалы наших наблюдений и оценок дополнены данными по посещаемости туристических стоянок, собранными Отделом экологического просвещения и туризма парка. На территории парка насчитывается 257 озер с общей площадью 164,6 км², что составляет 10,4 % территории. Общая длина береговых линий озер превышает 616 км [2].

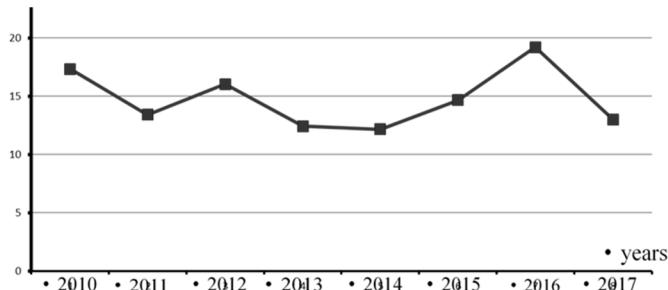


Рис. 1. Динамика посещаемости Национального парка «Валдайский» в 2010–2017 гг., тыс. чел. в год

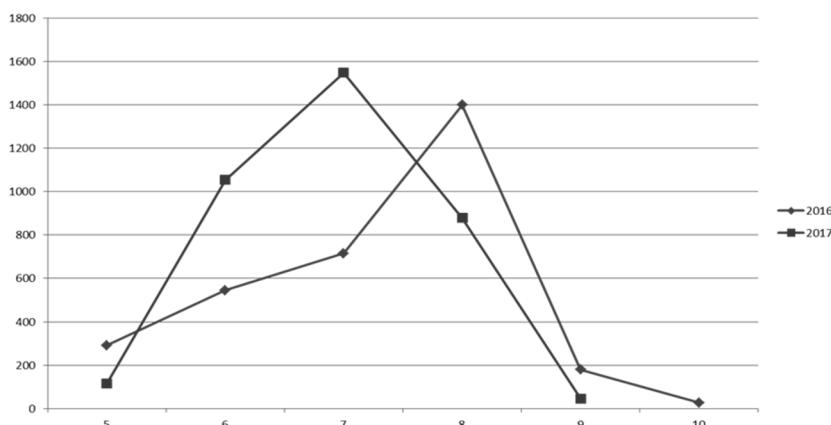


Рис. 2. Динамика посещаемости Национального парка «Валдайский» в теплый период года, с мая по октябрь в 2016 и 2017 г. (по вертикали – количество посещений, чел.; по горизонтали – номер месяца)

Валдай во все сезоны года благоприятен для активных форм отдыха и рекреации. Около трех месяцев в году он пригоден, но с ограничениями, для зимнего лыжного туризма. В 2000–2017 гг. наблюдалось небольшое увеличение числа дней, пригодных для этого вида туризма. Но в целом регион благоприятен для активных видов рекреации практически в течение всего года. В начале XXI в. число дней, пригодных для активной рекреации с ограничениями и без ограничений, значительно возрастает. Для мягкой рекреационной деятельности Валдайская возвышенность пригодна с ограничениями от 7 до 8 месяцев в году, а без ограничений –

около 1–2-х месяцев. Причем количество таких дней возрастает от начала к концу периода.

По данным метеорологических наблюдений в начале XXI в. климатические условия Валдая существенно изменились по сравнению с серединой XX в. Для периода 2000–2017 гг. можно отметить рост среднегодовых температур, а также абсолютных годовых максимумов и минимумов температуры, количество осадков зимнего периода увеличивается, летних – немного уменьшается. В начале XXI в. наблюдается увеличение количества дней со снежным покровом и максимальной высоты снежного покрова, т. е. в этом проявляется устойчивый положительный тренд.

В итоге, с учетом динамики климатических показателей, меняющихся в последние десятилетия в сторону потепления и повышения снежности зим, ценность рекреационных услуг Валдая растет. Его территория благоприятна для активных видов рекреации практически в течение всего года. Поэтому для развития прибрежного, пешеходного, велосипедного и лыжного (в зимнее время года) туризма следует обратить особое внимание на создание дополнительных объектов инфраструктуры.

При этом, современный уровень рекреации не оказывает существенного влияния на состояние прибрежных экосистем национального парка, охватывает не более 1–10 % пригодных для рекреации площадей в прибрежной полосе озер. Для уточнения требуется проведение дополнительно мониторинга состояния озер – гидрохимического, гидробиологического и фитоценотического, а также рекреационных нагрузок и состояния растительности береговой линии.

Суммарные оценки экосистемных услуг. Национальный парк «Валдайский» (Новгородская область) призван сохранить один из ключевых планетарных водоразделов, что само по себе повышает его ценность как поставщика экосистемных услуг, в данном случае климато- и водорегулирующих и водноресурсных. Он занимает площадь 158,5 тыс. га. Растительный покров представлен лесами (около 80 %, треть – ельники), лугами, озёрами и болотами. Экосистемные услуги его ландшафтов складываются из объемов биопродукционных, климаторегулирующих, водорегулирующих, водноресурсных, ассимиляционных, биоресурсных, почвозащитных и информационных (рекреационных и др.) функций. Основная доля услуг приходится на биоресурсные услуги – до 50 % (таблица). Явно недооцененными из-за отсутствия платежей за водоохраные и водосберегающие функции остаются водорегулирующая и ассимилирующая функции, обеспечивающие сток чистой, лишенной чужеродных видов, воды в р. Волгу.

Экосистемные услуги национального парка «Валдайский» и их оценка [4]

| Некоторые группы экосистемных услуг | Показатели и параметры оценки экосистемных услуг | Стоимость экосистемных услуг, \$/га в год |
|---|---|---|
| Климаторегулирующие (сток углерода) | Сток углерода в приросте древесины и накоплении торфа составляет 1,0–1,5 т/га в год. Оценка может быть осуществлена по ценам мирового углеродного рынка | 5–50 |
| Водорегулирующие и водосберегающие (обеспечение стока, снижение потерь воды) | Компенсация (замещение) рассчитывается через возможные затраты на «работу» леса, болот и озер по регуляции стока воды | 40–50 |
| Водоресурсные (при наличии национального рынка стока чистой воды) | Стоимость 1 м ³ воды в Москве – 38,06 руб., в Твери – 22,11 руб., транспортировки для Мосводоканала – 1,37 руб./куб. м (бассейн Верхней Волги в границах парка составляет около 1/3 площади; остальное – Невско-Ладожская система) | 50–60 |
| Ассимиляционные (нейтрализация загрязнений и пр.) | Высокими ассимиляционными качествами обладают заросли макрофитов озёр, лесная подстилка и болота | 5–10 |
| Почвозащитные (снижение риска эрозии, через затраты на восстановление эродированных земель) | 0,5–2,5 % от затрат на восстановление при оценке скорости сукцессий лугов 30–40 лет, лесов – 200 лет | 5–25 |
| Биоресурсные (стоимость урожая древесины, сена, ягод, лекарственных трав, грибов и пр.) | На Валдае высокобонитетные леса с приростом древесины до 2–3 м ³ в год, урожайность ягод 10–50 кг/га, грибов – до 200 кг/га, вылов рыбы на 1 рыбака 1,5–2,0 кг | 50–150 |
| Информационные (через затраты на инвентаризацию биоты, картографирование, научные исследования и экомониторинг) | Осуществляется инвентаризация флоры и фауны: список флоры сосудистых растений включает более 750 видов, птиц – около 200, млекопитающих – 60; действует визит-центр, работает музей, осуществляется мониторинг (Летопись природы). | 15–20 |
| Рекреационные (ценность использования в рамках эколого-туристической деятельности) | Ежегодно парк посещают более 60 тыс. туристов (центральную часть задокументировано – 17–20 тыс.), введена входная плата – 100 руб./сут., действуют 20 стационарных объектов размещения | 20–25 |
| Итого, \$/ га в год | | 195–390 |

С экономических позиций расчёт экосистемных услуг в случае физических (натуральных) и монетарных (денежных) оценок осуществляется через компенсационные механизмы – затраты на восстановление растительного покрова, воспроизведение объектов фауны и флоры, или через стоимость замещения (имитации) – той или иной функции экосистемы (например, поддержание кислородного баланса в водоёме – через стоимость работы компрессора, деятельность по ассимиляции загрязняющих веществ макрофитами – через стоимость работы с аналогичными объёмами очистных сооружений).

Продукционные, биоресурсные, климаторегулирующие, почвозащитные, ассимиляционные и водорегулирующие услуги могут быть в полной мере оценены дистанционными методами. Современный аппарат интерпретации космических снимков позволяет оценить породный состав лесов, запасы фитомассы, динамику ее накопления, структуру и сезонность состояния, накопление углерода, недревесную продукцию и продукцию промысловой фауны (через известные количественные показатели обилия в разных угодьях), способности почв, растительности и природных вод адсорбировать загрязняющие вещества, избыточно поступающие в окружающую среду, и др. Наконец, водорегулирующие функции и услуги при знании базовых параметров водного баланса территории и вклада в него отдельных элементов ландшафта оценивается также по данным ДЗЗ с учётом мозаики ландшафта и выполнения каждым из её элементов экосистемных услуг по водосбережению, обеспечению стока и самоочищения водоема. В некоторых случаях дистанционные оценки дополняются данными по стоимости замещения роли ландшафта в обеспечении среднемноголетнего уровня стока (например, стоимость переброски аналогичных объёмов воды из ближайшего водоёма на замыкающий створ данного водохранилища). Например, часть территории парка относится к Волжскому бассейну и вклад стока рек и озер его южной части (Полновский плес оз. Селигер, оз. Велье и др.) существенен, по нашим оценкам – до 10–12 л/сек./км² лесной или болотной площади парка. Аналогичным образом с близкими показателями «работают» и ландшафты парка, относимые к Балтийскому бассейну.

Суммарная стоимость экосистемных услуг национального парка «Валдайский» достигает суммы эквивалентной 195–390 долларам США/га в год. Доля водоресурсных и водорегулирующих услуг в ней может составлять от 25 до 50 %, а рекреационных – только 10–16 %. По общим показателям и по доле рассматриваемых услуг парк уступает паркам США, расположенным в аналогичных зональных условиях. В первую очередь, это связано с тем, что в России в целом не развит рынок рекреационных услуг и внутренний туризм на ООПТ, тогда как в США количество посетителей национальных парков исчисляется миллионами

в год. Полученные данные уступают и усредненным расчетам стоимости экосистемных услуг лесных ландшафтов умеренного пояса – около 900 долларов США в год с 1 га [7]. Приближение к этим показателям станет возможным при формировании национального рынка рекреационных услуг и спроса на услуги по сохранению и обеспечению стока чистой пресной воды.

Благодарности

Сообщение подготовлено по материалам темы Госзадания Института географии РАН № 0148-2019-0007 «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования», расчеты объемов и стоимости экосистемных услуг – в рамках гранта РФФИ-РГО №17-05-4120 «Оценка и картографирование изменений состояния Великого Евразийского природного массива как фактора глобальной экологической стабильности и источника экосистемных услуг»

• Список литературы

1. Белоновская Е.А., Кренке-мл. А.Н., Тишков А.А., Царевская Н.Г. Природная и антропогенная фрагментация растительного покрова Валдайского Поозерья // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2014. – № 5. – С. 67–82.
2. Недогарко И.В., Кузнецова Ю.Н., Решетников Ф.Ю. Формирование системы мониторинга озер национального парка «Валдайский» // Тр. национального парка «Валдайский» : юбил. сб. к 20-летию Валдайского национального парка. ФГУ «Национальный парк «Валдайский» / сост. и общ. ред. Е.М. Литвинова. – СПб, 2010. – Вып. 1. – С. 114–131.
3. Принципы и методы экономической оценки земель и живой природы: Аналитический справочник / Нестерова О.А., Тишков А.А. (ред.). – М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации», Институт экономики природопользования, 2002. – 101 с.
4. Тишков А.А., Белоновская Е.А., Кренке А.Н., Царевская Н.Г. Экосистемные услуги национальных парков и заповедников: оценка, сопоставление, выявление конфликтов при пользовании // Охрана природы и региональное развитие: гармония и конфликты (к Году экологии в России). Т. I. – Оренбург: Институт степи УрО РАН, 2017. – С. 60–71.
5. Экономика сохранения биоразнообразия : справ. / ред. А.А. Тишков ; науч. ред.-сост.: С.Н. Бобылев, О.Е. Медведева, С.В. Соловьева. – М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», Институт экономики природопользования, 2002. – 604 с.
6. Bobylev S.N., Bukvareva E.N., Danilkin A.A., Dgebuadze Y.Y., Drozdov A.V., Filenko O.F., Grabovsky V.I., Khoroshev A.V., Kraev G.N., Perelet R.A., Smelyansky I.E., Striganova B.R., Tishkov A.A., Zamolodchikov D.G. Ecosystem services of Russia: prototype national report/ Adapted English version of the report, originally published in Russian in 2016. – Moscow, 2018. V. 1. Terrestrial ecosystems services. – 115 p.
7. Constanza R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. – 1997. – V. 387. – P. 253–260.

В.А. Снытко, Н.А. Озерова

БЕРЕЗИНСКАЯ ВОДНАЯ СИСТЕМА КАК ПРИМЕР СОТВОРЧЕСТВА ЧЕЛОВЕКА С ПРИРОДОЙ

Концепция сотворчества человека с природой явилась одним из итогов творческой деятельности академика Виктора Борисовича Сочавы (1905–1978). Она была высказана в 1970-е годы и явилась определенным вкладом в разработанное им учение о геосистемах, которое должно способствовать внедрению географических идей в практическую деятельность [14]. В.Б. Сочава привел примеры реализации этой концепции: преобразованные по инициативе А.Н. Краснова (1862–1914) ландшафты Колхиды, прибрежные районы на северо-западе Среднеевропейской равнины в Нидерландах, лесопосадки в ряде районов Прибалтики и др. В.Б. Сочава писал: «Все связанное с гидротехническими системами в основном входит частью в проблему сотворчества» [14, с. 256]. Исторические водные пути – пример сотворчества человека с природой. Это можно рассмотреть на примере Березинской водной системы, создание которой было вызвано практически обусловленными экономическими нуждами, и главное – особыми природными условиями территории, где она была создана. Она соединяла р. Березину с р. Западной Двиной на территории Лепельского района Витебской области и в XIX–начале XX в. использовалась для вывоза леса из Минской губернии в Ригу.

Идея создания Березинской водной системы возникла во второй половине XVI в., когда Рейнгольд Гейденштейн, секретарь польского короля Стефана Батория и участник похода на Полоцк, описывая водораздельное пространство между Березиной и Западной Двиной, отмечал: «через эту часть Литвы протекают две отдельные реки, обе судоходные; они находятся между собою в таком отношении, что отстоят друг от друга не более 5000 шагов и обе вливаются в два большие и очень далеко отстоящие моря... Другая река Березина, протекая в противоположную сторону, через посредство Днепра вливается в Черное море, так что если бы умиротворены были те народы, во власти которых находится течение этих рек, то при такой близости их и при возможности перевозить товары из одной в другую и наконец при удобстве соединения их, Север и весь Запад весьма легко могли бы сообщаться для торговли с Востоком...» [9, с. 51].

Во времена польского короля Сигизмунда III родилась идея о строительстве водной системы, которая должна была соединить бассейн Немана «посредством канала, который соединял бы р. Березину, спадающую в Днепр, с Вилиею, притоком Немана». В 1631 г. проект был утвержден на Варшавском сейме [6].

В России идея соединить реки Днепр и Западную Двину рассматривалась во времена Петра I, хотя эта территория еще не принадлежала России [2]. В 1794 г., после присоединения бассейна Березины к России между официальными бумагами Борисовского земского суда был найден проект, который «подал мысль российскому правительству к прорытию каналов, составляющих ныне Березинскую систему» [6, с. 229–230]. И.Х. Шту肯берг считал автором этой записки польского дворянина Чацкого, который «указывал на важность проведения соединительного канала. По его словам, лесные материалы из прекрасных строевых лесов Минской губернии и бассейнов верхней Березины и Ессы, благодаря отдаленности лесов от сплавных рек и медленности гужевой подвозки, доставлялись с места рубки к Двине или к Днепру только через 2 года. При таких условиях доставка была очень дорога... Весною и осенью лес сплавляли по Березине до озера Палик, где его вытаскивали из воды и оставляли до зимнего пути, по которому лес везли гужем до верхней Ессы, а затем опять сплавляли по Улле и по Двине до Риги; при таком способе доставки лес достигал Риги иногда лишь на 3-й год» [2, с. 3–4]. Однако, согласно исследованиям А.В. Стельмаха, это был проект некого Мартина Бадени, «польского инженера». Забытый проект Бадени попал в Петербург, и историк Тадеуш Чацкий первым обратил на него внимание русского правительства [15].

Записка Чацкого была рассмотрена в Департаменте государственной экономии и на Березину был командирован генерал-майор Герман для беглой рекогносировки местности. Около 1796 г. «Герман сообщил, что соединение Днепра с Двиною, при посредстве Березины и Уллы, не встречает затруднений и представил проект, который впоследствии не был разыскан» [2, с. 3–4].

9 февраля 1797 г. «генерал Сиверс сделал доклад о проекте Германа в особой комиссии, которой было поручено рассмотрение различных вопросов о внутренних судоходных путях. Комиссия пришла к заключению, что из всех проектировавшихся в то время каналов (Огинского, Королевского) первенствующее значение имеет Березинский, а потому решила ходатайствовать о возможно скорейшем начатии предварительных работ по проведению этого канала» [2, с. 4].

23 февраля 1797 г. постановление комиссии было утверждено Павлом I, но до начала работ «настоящей нивелировки, исследования местности и составления проекта, к сожалению, не было сделано, и все расчеты, по большей части, основывались на прежних планах Чацкого. Это было причиной того, что заведовавшие работами были поставлены в необходимость неоднократно требовать дополнительной суммы, и работы обошлись вчетверо дороже, чем это предполагалось вначале. Когда впоследствии, по поручению графа Сиверса, Герард и Деволант произвели точную нивелировку линии, оказалось, что вместо предположенных 4-х шлюзов потребовалось 14, а длину канала пришлось увеличить на 10 верст против первоначально предположенной» [2, с. 4–5].

Работы, порученные графу Сиверсу, были начаты в 1797 г. и велись генерал-майором Фрейнгангом под управлением генерала де-Витте [2]. Часть системы со стоком в р. Березину включала Сергучский (Сергучевский) канал, соединявший р. Березину с р. Сергуч, на котором были устроены 3 шлюза; р. Сергуч (Бузянку), вытекающую из озера Манец, и озеро Плавно, на котором у канала была устроена щитовая плотина для удержания озерных вод в канале. Озера составляли «раздельный пункт» системы.

Часть Березинской системы со стоком в р. Западную Двину состояла из Соединительного канала, на котором было построено 4 шлюза и один полушилюз для удержания напора весенних вод, открытый в летнее время; оз. Берешты (Бересчи), р. Берешты, на которой у Веребского канала была устроена водоудержательная плотина, Веребского канала с 3 шлюзами, соединявшимо р. Берешту с р. Эссой. На р. Эссе выше устья Веребского канала находился шандорный шлюз для пропуска плотов из верховьев реки и щитовая плотина для регулирования уровня воды в реке. Затем Березинский путь проходил по оз. Прошо. Первый Лепельский канал имел один шлюз, и на р. Эссе, ниже выхода канала, была устроена водоудержательная плотина. Второй Лепельский канал был оборудован полушилюзом. На нем при устье р. Уллы была построена плотина для удержания и попусков вод, поступавших из Лепельского озера в р. Уллу, которая до своего устья также была частью Березинской системы.

Сергучский канал, прорытый в 1804 г., пересек водораздел между Березиной и Западной Двиной. Его «ширина составила 11 ½ саж., ширина по дну – 5 саж., глубина – 10 фут, падение – 16 фут 8 дюймов. Вообще канал устроен так, чтобы вода в нем могла иметь глубину... не менее 5 футов. В канале в 1804 г. построены три однокамерных деревянных шлюза, называющиеся номерами I, II и III. Каждый шлюз имел длины от 44 до 42 саж., причем каждая камера имеет 20 саж. длины и 30 фут ши-

рины» [6, с. 230]. В дамбах канала было устроено 14 водопусков. Каждый достигал в длину 30, а в ширину 10 футов. В них были устроены отверстия без щитов, находившиеся на высоте 5 футов от уровня дна в канале. Одни водопуски должны были впускать воду в весеннееводное из болот в канал, другие – сбрасывать излишки воды. Со временем система пришла в ветхость, и через водопуски происходила лишь утечка воды [6].

В 1802 г. был сооружен соединительный канал между оз. Плавно и оз. Берешто длиной около 8 км. Его ширина по поверхности составила около 30 м, по дну – 17 м, глубина – 3 м, падение – 7,3 м. В канале было сделано 4 деревянных однокамерных шлюза (№№ IV, V, VI, VII) и один полушлюз, тоже деревянный. С левой стороны от канала для отвода весенней воды был выкопан осушительный канал длиной около 6 км (начинался между шлюзами № IV и V и впадал в оз. Берешто) [6].

В 1802 г. был выкопан Веребский канал длиной около 2,5 км, падение его составляло 4 м. В 1802 и 1803 г. на нем было сооружено 3 шлюза (№ VIII, IX и X) длиной каждый 85 м, шириной 9 м, с камерой 43 м. Для направления воды в канал через р. Берешту в 1802 г. была построена плотина со щитами. Между шлюзами № VIII и IX находился деревянный водопуск [6].

В 1803 г. французский эмигрант граф Клермон-Тоннер, проплывший по каналу на барке, писал герцогу Ольденбургскому, что «по берегу озера Манец и р. Сергуч необходимо устроить бечевник; Сергуч местами так заплыл, что вместо воды наполнен тиною; чтобы провести свои барки, он был принужден тянуть их через грязь посредством воротов, для упора которых местами не могли выбрать твердой земли ближе 600 сажен. Р. Сергуч по всей своей длине находится в весьма жалком для судоходства виде; если не удастся укрепить берега и удержать заплытие илом, то путь никогда не будет судоходным. Улла и Березина по мелководию, засорению древесными кореньями и всеобщему запустению для прохода очень затруднительны» [2, с. 6]. Тем не менее опыт графа Клермон-Тоннера был признан успешным. В 1803 г. де-Витте «донес, что байдаки могут проходить по каналу так же свободно, как по Березине» [2, с. 5].

Движение по системе было открыто в 1805 г. (рис. 1). Березинская система соединила бассейны Днепра и Западной Двины и «была устроена, главным образом, для сплава леса в Ригу, причем имелось в виду усовершенствовать ее, т.е. приспособить к плаванию судов только тогда, когда развитие торговли указало бы в будущем действительную в том пользу и надобность» [4, с. 295]. По мнению Н.М. Чеботарева, «сооружение Березинской системы является характерным примером технически



Рис. 1. План Березинского канала на карте 1801 г. [8]

неграмотной организации строительства. Вместо первоначально намеченных к постройке 4 шлюзов понадобилось сделать 14. Затраты на постройку, определенные вначале в 329 тыс. руб., увеличились до 500 тыс. руб., а в 1801 г. выяснилось, что строительство обойдется более чем в 1,2 млн руб.» [11, с. 136].

Из-за несовершенства Березинского водного пути уже в 1806 г. понадобился первый ремонт. В 1807 г. на р. Улле близ Чашника, в обход извилистой и каменистой части реки был выкопан Чашникский канал длиной 1,2 км, падением 3,3 м и двумя шлюзами (№№ XIII и XIV) [4].

Во время Отечественной войны 1812 г. Березинская система сыграла роль труднопреодолимого рубежа для французской армии, повлияв на маршрут ее перемещения.

С 1805 по 1817 г., кроме сплава лесов в плотах, по Березинской системе производилось и судоходство: здесь ходили байдаки, барки, полубарки и лодки, нагруженные солью, крупою и другими товарами. Но с 1818 г. ход судов из р. Березины в каналы прекратился, т. к. в г. Борисове вместо сожженного во время Отечественной войны моста был построен мост, сквозь который могли проходить только плоты с лесом. Эта ситуация сохранялась до 1834 г., когда судоходство выше г. Борисова полностью прекратилось [6].

В 1823–1826 гг. на Березинской системе было перестроено 4 камерных шлюза, один простой шлюз и большой подъемный мост [7]. Проводились также работы по расчистке песчаных мелей и наносов.

Вплоть до 1855 г. через сооружения Березинской системы моглиходить только плоты строевого леса (лавы) [6]. Судоходство по Улле производилось караваном [4].

В середине XIX в. Березинская система занимала промежуточное положение между Огинским и Днепровско-Бугским водными путями. Путь по ней был короче, чем по Днепровско-Бугской системе, но она была длиннее, чем Огинская система. Плоты по Березинской системе всегда двигались в одну сторону: из р. Березины в р. Западную Двину; обратного движения не существовало. Лес пригонялся из нижней части бассейна Березины, т.к. леса в окрестностях Березинской системы уже были вырублены. Оз. Палик служило пристанью, на которой проводилась вязка и зимовка плотов [6].

Березинский водный путь делился на две части: взводный из р. Березины в Сергучевский канал, р. Сергуч, до оз. Манец и сплавной – из оз. Манец и Плавно в Соединительный канал, оз. Берешто, через р. Берешту и Веребский канал до р. Уллы. Расстояние от г. Борисова до р. Уллы составляло 120 верст, и при благоприятных обстоятельствах плоты проходили этот путь в течение 20 суток. Путь от г. Борисова до Сергучевского канала занимал 12–14 дней, через Сергучевский канал с учетом пропусков через 3 шлюза проходили за 1 день, по р. Сергуч, озерам Манец и Плавно проходили за 2 дня, по Соединительному каналу с пропусками через четыре шлюза и один полуслуз – около двух дней, через оз. Берешто, р. Берешту и Веребский канал – около двух дней. При попутном ветре этот путь преодолевался в два раза быстрее. Сплав плотов начинался обычно в конце марта или в начале апреля и продолжался все лето и осень до наступления ледостава. Каждый плот обслуживало 2–3 рабочих [6].

В течение 1872–1873 гг. были перестроены большинство гидротехнических сооружений Березинской системы, в том числе проводились работы по углублению Сергучевского и других каналов. В 1874 г. был расчищен Чашникский канал, в котором были устроены 3 полуслуз [2].

К началу 1890-х годов были перестроены плотины и шлюзы: «ряженые стены камеры заменены полуторными откосами, выложенными грубо обтесанным в постелях камнем» [2, с. 13] (рис. 2).

Удаленность от больших дорог, сложность пути по Березинской системе, обмеление рек и озер в связи с ее действием, чрезмерная вырубка лесов и развитие сети железных дорог обусловили в последнее десятилетие XIX в.–начале XX в. постепенную утрату хозяйственного значения водной системы.

До Первой мировой войны пароходы ходили по маршруту Борисов–Лепель. Эта часть Березинской водной системы оказалась более пригодной для судоходства благодаря наличию большего количества гидротехнических сооружений, чем участок Лепель–Улла. В период Первой мировой войны,



**Рис. 2. Шлюз в д. Воловая гора на Соединительном канале.
Фотография конца XIX – первой половины XX в. [12]**

оккупации территории поляками и революции шлюзы и плотины Березинской системы отчасти были разрушены, стени или повреждены в ходе военных действий, но сплав леса по системе продолжался, хотя в очень незначительных объемах и для местных нужд [5].

В 1926 г. был произведен капитальный ремонт гидротехнических сооружений и зданий Березинской водной системы [16]. Шлюзы и каналы системы поддерживались в судоходном состоянии по крайней мере до 1930 г. [9].

После Великой Отечественной войны Березинская водная система не эксплуатировалась и была законсервирована, т. к. многие гидротехнические сооружения в годы войны были разрушены. Сплав леса продолжался до начала 1950-х годов, когда было принято решение о закрытии Березинской системы в связи с развитием других видов транспорта [16].

В настоящее время некогда оживленная водная трасса полностью утратила свое лесосплавное и транспортное значение. Шлюзы находятся в руинированном виде. Каналы непроходимы из-за завалов. Местами хорошо сохранился только выложенный камнем пол шлюзов [13].

Уже в послевоенное время были восстановлены и в настоящее время действуют три плотины: две к югу от озер Манец и Плавно (на р. Бузянке и Сергучском канале) и одна на Березинском канале (возле д. Волова Гора). Эти плотины поддерживают уровень воды в озерах Манец и Плавно, площадь которых без искусственного подпора значительно бы сократилась. В период повышения уровня поверхностных вод во время весеннего паводка проводится небольшой сброс воды при помощи этой системы шлюзов на Сергучском канале. Это обеспечивает регулирование уровня воды в озерах, проход рыбы на нерест, предотвращает затопление прилегающих территорий, в особенности д. Кветча, которая расположена в пойме р. Сергуч. Поддержание глубины воды в Сергучском канале дает возможность использовать канал как объект рекреации, для сплава на байдарках [1].

Все плотины Сергучского канала находятся на территории Березинского биосферного заповедника. Восстановленным сооружениям присвоен статус гидротехнического памятника (рис. 3). Сегодня эта часть восстановленной Березинской водной системы [3].



Рис. 3. Один из восстановленных шлюзов на территории Березинского заповедника [3]

Таким образом, Березинская водная система в течение многих десятилетий осуществляла хозяйствственные функции, а в настоящее время имеет значение для рекреационных и природоохранных целей как пример сотворчества человека и природы.

Статья подготовлена по проекту 19-05-00233 Российского фонда фундаментальных исследований.

- **Список литературы**

1. Березинская водная система. – Режим доступа: <http://www.berezinsky.by/ru/nature/conditions/water-system>. – Дата обращения: 28.02.2019.
2. Березинская система и предполагаемый Днепровско-Двинский путь. Отчет комиссии по исследованию западной группы искусственных водных систем. – СПб., 1893.
3. Березинский биосферный заповедник. – Режим доступа: http://www.beltur.by/?Berezinskij_biosfernyj_zapovednik. – Дата обращения: 28.02.2019.
4. Завадский К.О. Водяные сообщения России. Сборник предположений и проектов по улучшению водяных путей империи. Ч. 2. – СПб., 1885.
5. Зайцев А.И. (сост.). Краткий очерк Приднепровья с поверхностным указанием верхнего и среднего плесов реки Днепра и рек Березины, Сожа, Припяти, Тетерева и Десны. Издание 2-е. – Киев, 1917.
6. Зеленский И. (сост.) Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами Генерального Штаба. Минская губерния. Ч. 1. – СПб., 1864.
7. Известие о работах, произведенных или предпринятых инженерами путей сообщения, с 1823 по 1827 год // Журнал путей сообщения. – СПб., 1827. – Кн. 8. – С. 1–47.
8. РГБ. Ко III/VI-51. Гидрографическая карта части Российской империи между водами Белого, Балтийского и Каспийского морей. – СПб., 1801.
9. Рейнгольда Гейденштейна записки о Московской войне (1578–1582). Перевод с латинского. Издание археографической комиссии. – СПб., 1889.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1963.
11. Речное судоходство в России / М.Н. Чеботарев (ред.). – М.: Транспорт, 1985.
12. Сайт Лепельского районного краеведческого музея [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://museum.lepel.by/foto_64.htm. – Дата обращения: 28.02.2019.
13. Скитальческие опусы лепельского бродяги. Три канала-близнеца. – Режим доступа: <http://lepel.by/otklik/otklik.php?id=441&page=11>. – Дата обращения: 20.07.2015.
14. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 316 с.
15. Татаринов Ю. Города Беларуси в некоторых интересных исторических сведениях. Витебщина. – Режим доступа: http://www.e-reading.club/bookreader.php/1034048-/Tatarinov_Goroda_Belarusi_v_nekotoryh_interesnyh_istoricheskikh_svedeniyah._Vitebschin_a.html. – Дата обращения: 20.10.2015).
16. Форум сайта «Глобус Беларуси». – Режим доступа : <http://forum.globus.tut.by/viewtopic.php?t=5701&start=0&sid=4d9f047f0556443b4a064edaeba70aec>. – Дата обращения : 19.10.2015.

**С.В. Левыкин, А.А. Чибилиев,
Ю.А. Гулянов, И.Г. Яковлев**

СОЗДАНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ОСНОВ РАЦИОНАЛЬНОГО СТЕПНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ

Период экономических реформ на постсоветском пространстве совпал со вступлением мирового сообщества в эпоху постиндустриального технологического развития с построением цифровой и экологически ориентированной зеленой экономики. Для стран СНГ, прежде всего для России, стояли задачи реформирования, необходимо было в оперативном порядке определить правильные стратегии и пути перехода от индустриального советского экономического уклада к постсоветскому постиндустриальному. Однако на первых порах проведения реформ, вместо создания основ постиндустриального общества и закладки основ зеленой экономики, была избрана классическая модель капитализма с конкуренцией и первоначальным накоплением капитала. Хотя не было создано институциональных основ развития постиндустриального общества и развития зеленой экономики имело место значительное снижение нагрузки, в т. ч. аграрной, на экосистемы Евразии. Насколько это снижение позитивно для природы или для общества, остается предметом дискуссий. Пока все же больше признаков того, что чем меньше экономическая активность, тем больше сохраняется и восстанавливается природа, хотя именно технологический прогресс должен открывать новые возможности сохранения природы. И роль академической науки, в частности географии – содействовать разработке и построению институциональных основ этого процесса. На наш взгляд, роль государственного регулирования в построении зеленой экономики заключается в содействии распределению равномерной хозяйственной нагрузки на природные зоны, способствующем их полноценному гармоничному развитию.

В настоящее время наиболее острой остается проблема выживания степных экосистем Северной Евразии. Их бедственное положение обусловлено тем, что по сравнению с другими экосистемами не создано институциональной основы их рационального использования. Сложная история взаимоотношения со степью не могла не сохранить многих предрассудков и предубеждений по отношению к ним. Высока инерция общественного сознания, и если другие природные зоны благоприятно воспринимаются с природоохранных позиций, то степям как бы предписана

роль зернового поля. Хронические проблемы степей, обострившиеся в современных условиях, нами были расценены как агроландшафтные вызовы устойчивому развитию степной зоны России [12].

К сказанному добавим, что степное пространство пережило ряд «шленичных горячек» и послужило ареной двух целенаправленных трансформистских мегапроектов, связанных с «Планом преобразования природы» (1948–1953 гг.) и освоением Целины (1954–1963 гг.). В 1990-е годы была проведена реформа земельных отношений, распределившая сельхозугодья на паи в их позднесоветской структуре без права корректировки [6]. К концу XX века все три проекта, оставшиеся в той или иной степени незавершёнными, взаимно дополняя друг друга, образовали современную палитру проблем степного природопользования, на которую оказывают непосредственное влияние обязательства России перед ВТО, ряд нормативных и законодательных актов, обуславливающих тенденции в развитии степного природопользования. Многие из этих документов по отношению к степным экосистемам носят явно противоречивый характер. С одной стороны, декларируются экологические приоритеты и «зелёные» технологии, с другой – усиливаются требования пахотного переосвоения залежных земель, пока без признаков дифференцированного подхода.

Пока основной проблемой степного природопользования была и остаётся его экстенсивная парадигма, вследствие которой хронически не преодолевается низкая урожайность зерновых и кризисное состояние ландшафтно-биологического разнообразия степей. Земледелие было и остаётся почвозатратным и избыточно территориально ёмким, принципиально довлея над пастбищным животноводством и постоянно провоцируя угрозу степным экосистемам, прежде всего, их разнообразию [12].

По мере выхода страны из кризиса 1990-х усилилась государственная поддержка сельского хозяйства без решения структурных агроэкологических проблем. Появление экспортных зерновых ниш, резкий рост мировых цен на зерно, приоритеты биотоплива многократно усилили внимание государства к восстановлению масштабов степного земледелия. На этом фоне присоединение России к ВТО в 2012 г. привело к развитию специфической поддержки сельского хозяйства, прежде всего земледелия. В 2012 г. утверждены основы государственной политики использования земельного фонда в Российской Федерации, в 2015 г. принята стратегия устойчивого развития сельских территорий до 2030 г и ряд других документов [2, 6, 9, 11]. В 2017 г. разработан Проект концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 г. [10], похожий проект разработан и в Казахстане, вхо-

дящем в Таможенный Союз [5]. На фоне перечисленных программных документов постоянно ужесточаются требования к целевому использованию сельхозугодий. В целом перечисленные документы формируют аграрную политику, направленную на максимально возможное повторное введение в оборот угодий, выбывших в 1990-е годы, при этом главный акцент, как и прежде, делается на пахотные земли. В рамках ВТО несвя-занная погектарная поддержка земледелия является уравнительной социальной мерой поддержки сельхозтоваропроизводителей и не способствует агроэкологической оптимизации структуры ландшафтов [1]. Основные программы, декларируя экологические приоритеты сбережения земельных ресурсов, продолжают настаивать на повторном земледельческом освоении залежных земель. Наиболее благоприятными для степных и полуприродных пастбищ являются программы развития мясного скотоводства, особенно в части востребования сенокосно-пастбищных угодий сегментом «корова–телёнок» с привлечением личных подсобных и крестьянских фермерских хозяйств. Мощнейшим импульсом очередной неоцелинной кампании может стать масштабное развитие органического земледелия экспортной ориентации. Ставку планируется сделать на максимальное использование естественного почвенного плодородия, прежде всего накопленного залежными землями [7]. Нельзя не отметить и лоббирование интересов лесного хозяйства, видящего залежи как определенный территориальный резерв для реализации масштабных проектов по облесению. Этому способствует идеология компенсационных лесов в степи: вырубил гектар – посади в несколько раз больше. В рамках продвижения к построению постиндустриального общества и институциональных основ зеленой экономики необходимо обратить особое внимание на существующую проблему степей и включить в ее решения основные государственные приоритеты, хотя бы обеспечив ей равноправные условия с другими природными зонами. Сегодня еще возможно, задействовав импульс построения постиндустриального общества, наконец-то создать институциональные основы степного природопользования, в том числе с реализацией ряда национальных проектов. Институциональная основа рассматривается как создание и развитие институтов – ограничительных рамок и основных правил игры: неформальных – обычаяев, традиций, принципов и формальных – правил, законов для успешного осуществления реформы степного природопользования.

В итоге системный институциональный подход должен включать в себя:

- в идеологии – преодоление предрассудков и предвзятого отношения к степи;

- в политическом отношении – децелинизацию аграрной политики, преодоление культа пашни;
- в экономическом отношении – корректировку погектарной поддержки и налогообложения земледелия, увеличение налога на обрабатываемую площадь, максимальную поддержку технологического перевооружения земледелия, переориентировку дотаций с единицы площади на единицу продукции;
- в природоохранном отношении – принципиальное расширение спектра природоохраных функций степей, в т. ч. путем внедрения новационных форм территориальной охраны, таких как степной агроэкологический каркас, вклад в биосферу, стратегический резерв России, ресурс цивилизации и т. д.

Детальная проработка этих подходов возможна путем реализации исследовательского мегапроекта «Географическая изменчивость и адаптация степей под влиянием природных и антропогенных факторов». Идейной основой такого проекта является уникальное естественное свойство степей – их высокая динамичность и пластичность: степь – продуктивная пастьбищная экосистема, действие которой основано на быстром обороте вещества и энергии. Нами подтверждена их способность к относительно быстрому самовосстановлению при соблюдении ряда условий, необходимо лишь сохранять оптимальный экологический резерв в виде разветвленного каркаса степных ядер и коридоров.

Результаты исследовательского мегапроекта могут быть представлены в виде национального доклада «Степи России», отражающего основные ландшафтные, структурные и территориальные параметры степей, комплекс их агроэкологических и социально-экономических проблем и вызовов и предложения адекватной системы конвергентных природоподобных технологий адаптации степей к современным условиям и вызовам. В современных условиях ряда глобальных вызовов цель такого проекта, лежащего в русле приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации [8], многогранна. Помимо разработки инструментов решения накопленных проблем отечественного степного землепользования, необходимо добиться признания мировым сообществом особой глобальной ценности степных экосистем Евразии и особой миссии России в их сохранении и рациональном использовании.

Считаем, что актуальность степного научного мегапроекта должна быть учтена при дальнейшем развитии российской науки, возможно путём организации специализированного конвергентного научно-производственного центра «Степи России». Отечественное степеведение,

как специализированная область знаний о степях, несущая основную фундаментальную ответственность за судьбы степей России, может стать удобной площадкой для отработки механизмов взаимодействия областей знаний, объединяющихся вокруг степной проблематики.

На наш взгляд, наиболее эффективной является реализация крупномасштабных проектов в форме национальных. При этом, уже сегодня можно признать существование у степной зоны потенциала мегарегиона опережающего развития по аналогии с Дальневосточным. В этой связи, пользуясь мощным научным сопровождением исследовательского мегапроекта, на наш взгляд, целесообразна разработка и реализация степного национального проекта «Степи России: значимость, продуктивность, диверсификация, реабилитация» со следующими составляющими:

1. Социальная реабилитация степей. Преодоление предрассудков и предубеждений по отношению к степям и их природным символам. Внедрение живых символов степей в культуру и быт россиян. Продвижение степной составляющей в ландшафтно-дизайнерский стиль «натургарден» при озеленении приусадебных участков, городов и других населённых пунктов. Развитие сети центров разведения степных животных для массового посещения. Увеличение выпуска научно-популярной литературы о степях, широкое внедрение курсов степеведения в учебных заведениях.

2. Равноправие природных зон в аграрной политике. Дифференциация государственных требований к повторному переосвоению залежных земель с приоритетом пахотного использования в лесной зоне и сенокосно-пастьбищного в степной. При этом в лесной зоне имеется определённый потенциал дополнительного расширения сельхозугодий за счёт малопродуктивной древесно-кустарниковой растительности, а в степной – потенциал трансформации малопродуктивной пашни в кормовую базу адаптивного мясного животноводства.

3. Корректировка обязательств перед ВТО по поддержке земледелия. Основной упор господдержки должен быть перенесён с несвязанной погектарной на компенсацию производственных затрат, то есть фактически на единицу продукции.

4. Степное землеустройство. Завершение земельной реформы структурными преобразованиями сельхозугодий с целью приведения вида использования в соответствие с природными возможностями.

5. Цифровые технологии землепользования. Внедрение цифровых технологий в мониторинг состояния земельных ресурсов, ландшафтно-биологического разнообразия степей, а также в основные виды степного землепользования, прежде всего, полеводство.

6. Интенсивные технологии полеводства. Баланс между органическим и высокотехнологичным интенсивным земледелием. Реализация потенциала роста ценности и урожайности зерновых.

7. Белок степей. Эффективная реализация существующих программ по развитию мясного животноводства с учётом особой роли сенокосно-пастбищных угодий степей. Разведение адаптивных пород скота для производства мраморного мяса, ранчеводство, бизоноводство. Мониторинг и управление популяциями саранчовых с предупреждением вспышек их численности, а в случае таковых – отлов в местах выхода из кубышек и переработка в белковую продукцию.

8. Биогумус степей. Разведение российских пород калифорнийского червя и их применение для улучшения свойств почвы.

9. Посткиотские углеродоёмкие степи и неостепи. Признание углероддепонирующей функции степей и достижение международного признания особой роли России и стран Таможенного союза в депонировании углерода.

10. Вторая нефть степей. Развитие технологий переработки степной растительности в востребованное рынками развитых стран экологически чистое техническое фитоволокно, а также его маркетинг.

11. Степной ревайлдинг. Разведение и экологическая реабилитация пастбищных степных экосистем и степной фауны.

12. Степной экотуризм. Развитие степного агротуризма и экотуризма в порядке импортозамещения туристических услуг.

По нашему мнению, комплексная реализация системы этих составляющих в целом повысит «КПД» степного землепользования, как минимум вдвое увеличив выход продукции с гектара при принципиальном повышении уровня сохранения ландшафтно-биологического разнообразия степей с созданием их экологического резерва. Полученный в степной зоне опыт ускоренного технологического развития может быть распространён на всю Российскую Федерацию, а возможно на все страны Таможенного Союза.

В процессе развития каркасных идей сохранения и восстановления степных экосистем, для постцелинного пространства Заволжско-Уральского степного региона нами выделены основные центры или ядра существования целинных и самовосстановления вторичных степей. Связующими элементами выступают коридоры в виде существующих либо созданных полос степной растительности и сетчатой системы степеполос. Такая конструкция представляется нам как степной агрэкологический каркас, как способ сохранения современных степей и управления ими в виде системы крупных степных ядер, коридоров и степеполос, стремя-

щейся к воспроизведению исходной ландшафтно-типологической структуры и сохраняющей оптимум ресурсов титульных степных биологических видов.

Фундаментальной основой выделения такого каркаса является не столько биологическое разнообразие вторичных степей, сколько ресурсы титульных степных видов. Выделяемые нами ядра, как правило, представляют собой крупные по площади заросли вторичной степной растительности, формирующиеся вокруг сохранившихся семенников. По нашим наблюдениям, в течение 10–12 лет достаточно крупные самовосстановившиеся участки-ядра, начинают выполнять функцию семенников, чего вполне достаточно для быстрого переосвоения степной растительностью всего постцелинного пространства. Именно это обстоятельство рассматривается нами как основной генеративный потенциал каркаса, который, безусловно, должен быть управляемым: активизироваться, или пресекаться в зависимости от объективной эколого-экономической целесообразности. Главный смысл каркаса и управления им заключается в недопущении необратимой потери генеративного потенциала степей с сохранением такового хотя бы на современном уровне. Вышеприведённое утверждение в целом созвучно с концепцией экологического резерва популяций, выдвинутой С.А. Бутурлиным [3].

Нами выделены основные типы степных ядер:

- с семенниками внутри ядер, среди которых различаются ядра с расширяющимися внешними границами, со стабильными внешними границами и со сжимающимися внешними границами;
- с участками залежей внутри ядер, представляющих собой семенники, среди которых различаются ядра с расширяющимися внешними границами, со стабильными внешними границами и со сжимающимися внешними границами;
- сплошные семенники, среди которых различаются ядра с изменившимися внешними границами, со сжимающимися внешними границами и с постоянными внешними границами, чаще всего свойственные для ООПТ.

Кроме того, нами выделен особый тип ядер, характерных для постцелинного пространства и развившихся на российско-казахстанской границе в виде вытянутых полуанклавов. Такой тип ядер предлагаем называть периферийно-карманным, т. к. эти участки вытянуты в длину на 60–80 км и открыты в направлении России короткой, как правило, северной стороной. Именно эти специфические участки являются определяющими по отношению к выбору миграционных путей сайгаком, так как именно там произошло практически полное самовосстановление степных экоси-

стем. Эти ядра имеют большое значение для российско-казахстанского сотрудничества по сохранению и восстановлению ландшафтно-биологического разнообразия степей.

Для поддержания основных элементов степного каркаса в наиболее продуктивном и генеративно активном состоянии предлагаем в качестве средств управления систему степеподобных технологий, которая может быть успешно использована и для реализации степного национального проекта. Система включает:

1. Встречное вертикальное самовосстановление степей горизонтальными полосами от источников семян в волнистом рельефе.
2. Агроландшафтную селекцию залежных процессов, направленную на развитие и поддержание фазы апогея вторичной степи.
3. Формирование крупных массивов целинных и вторичных степей и ленточные степеполосы как основные элементы экологических каркасов.
4. Компенсационный агроландшафтный оборот с периодом пахотного режима, равным времени полного самовосстановления степей и вырождения её в калдан: «поле – залежь – молодая степь – зрелая степь – климаксная степь – поле».
5. Степной ревайлдинг – восстановление титульной степной фауны в условиях, максимально приближенных к естественным.
6. Живые символы степей в стиле «натургарден».

По существу, все рассмотренные технологии объединяются идеей создания высокопродуктивных пастищных экосистем на основе полу-природных степных травостоев и выпаса крупных копытных. Передовые интенсивные технологии, способствующие удвоению урожайности зерновых, рассматриваются нами в качестве «зелёной корзины» степеведения, как принципиальным образом разрывающие порочный круг избыточного почвозатратного землепользования.

В заключение отметим, что наши предложения в целом перекликаются со стремительно набирающей глобальную популярность идеей ревайлдинга. Суть новейшей природоохранной идеологии, основанной на восстановлении характерных для данного региона высокопродуктивных экосистем, заключается в поэтапном возвращении сохранившихся крупных животных-инженеров (или их экологических аналогов) в места, где их гибели способствовала деятельность человека [4]. Наши предложения также соответствуют консолидированным мировым усилиям по достижению углеродного баланса Земли для предотвращения катастрофических изменений климата в рамках построения зеленой экономики.

Работа выполнена по теме РНФ 17-17-01091 «Стратегия пространственного развития степных и постцилиндрических регионов Европейской России на основе каркасного территориального планирования и развития непрерывных экологических сетей».

- **Список литературы**

1. Злочевский А., Корбут А. Вся правда о несвязанной поддержке // АгроХХI. Агропромышленный портал. 3.01.2014. – URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/novosti/vsja-pravda-o-nesvyažannoj-podderzhke.html> (дата обращения: 10.10.2018).
2. Изменения, которые вносятся в распоряжение Правительства Российской Федерации от 3 марта 2012 г. № 297-р. Утв. распоряжением Правительства РФ от 28.08.2014 № 1652-р. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70629440/> (дата обращения: 11.04.2019).
3. Козлова М.М. Сергей Александрович Бутурлин (1872–1938). – М.: Наука, 2001. – 134 с.
4. Козорез А. Плейстоценовый парк в Беларуси // Лесное и охотничье хозяйство. – 2014. – № 10. – С. 42–47.
5. Национальная программа развития мясного животноводства на 2018–2027 гг. Мясной союз Казахстана. – URL: http://selinograd.akmo.gov.kz/public/files/2018/9/17/170918_154929_dolgosrochnaya-specialynaya-otraslevaya-programma-razvitiya-myasnogo-g.pdf (дата обращения: 11.04.2019).
6. О регулировании земельных отношений и развитии аграрной реформы в России. Указ Президента РФ № 1767 от 27.10.1993 г. – URL: <http://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-27101993-n-1767/> (дата обращения: 11.04.2019).
7. Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 280-ФЗ. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71905268/> (дата обращения: 11.04.2019).
8. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации. Указ Президента РФ № 899 от 07.07.2011 г. – URL: <https://base.garant.ru/55171684/> (дата обращения: 11.04.2019).
9. Основы государственной политики использования земельного фонда Российской Федерации на 2012–2017 годы» Утверждены распоряжением Правительства РФ от 3.03.2012 № 297-р. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70047380/> (дата обращения: 11.04.2019).
10. Проект Концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года / Х.А. Амерханов, С.А. Мирошников, Р.В. Коствюк, И.М. Дунин, Г.П. Легошин // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 1. – С. 7–12.
11. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 2.02.2015 № 151-р. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70761426/> (дата обращения: 11.04.2019).
12. Чибилёв А.А., Левыкин С.В., Казачков Г.В. Степное землепользование и перспективы его модернизации в современных условиях // Вызовы XXI века: природа, общество, пространство. Ответ географов стран СНГ. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – С. 156–182.

**Л.А. Кравчук, В.С. Хомич, М.И. Струк,
Е.В. Санец, Е.П. Овчарова,
С.Г. Живнач, Ю.А. Романкевич**

ПРИРОДНЫЙ КАРКАС КАК ОСНОВА ЗЕЛЕНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Введение

Экологическая устойчивость урбанизированных территорий, помимо технических, технологических и экономических механизмов сохранения и защиты окружающей среды, во многом определяется их планировочной организацией, состоянием «зеленой» инфраструктуры, к которой относят как природные (в т. ч. семиприродные) ландшафты, так и природно-антропогенные. Их сохранение, повышение устойчивости и оптимизация структуры – важная задача в связи с интенсификацией градостроительных процессов, ростом техногенных нагрузок и численности городского населения. Актуальность этой задачи для Беларуси обусловлена высоким уровнем урбанизации в стране (доля городского населения составляет 76 %), интенсификацией градостроительных процессов, особенно в крупных и больших городах, изменением состояния городской среды [4].

Планирование ландшафтно-рекреационного комплекса в урбанизированных условиях – достаточно сложная задача, которая требует организации экологически обоснованной и социально ориентированной системы природных и озелененных территорий для эффективного выполнения экологических и рекреационных функций [13].

Одним из элементов такой организации является природный (природно-экологический, экологический, градо-экологический) каркас.

Опыт формирования природного каркаса городской территории

В практике градостроительного проектирования, особенно в период активной урбанизации, разрабатывались разнообразные приемы озеленения и обводнения городов, пригородных зон, в том числе на территории бывшего СССР [1, 2, 5, 15 и др.]. При этом создавались различные модели организации системы озелененных территорий (клиновидная, кольцевая, периферийно-клиновидная, ядерно-радиальная, диаметрально-линейная, периферийно-линейная, радиально-кольцевая, комбинированная и другие). Они реализовывались в самых различных вариантах, которые определя-

лись конкретными ландшафтно-экологическими условиями размещения городов.

Одно из направлений исследований коллектива лаборатории оптимизации геосистем Института природопользования НАН Беларуси – разработка комплексного геоэкологического подхода к выделению природного каркаса урбанизированной территории и его реализация на примере отдельных городов Беларуси.

Методическую основу исследований составляет совокупность общенаучных и собственно географических методов экологического и рекреационного изучения территории. Объектами исследования являются как природные, семиприродные, так и природно-антропогенные комплексы городов Беларуси и прилегающих к ним территорий, а также составляющие их компоненты. Исследования выполняются на нескольких пространственных иерархических уровнях с различной степенью обобщения для каждого из них. На верхнем уровне, охватывающем город совместно с пригородной территорией, разрабатывается единая схема организации природных комплексов, согласованная с формируемой на территории Беларуси экологической сетью. На нижнем уровне, включающем отдельно городскую и пригородную территорию, разрабатываются аналогичные схемы для каждой из них с большей степенью детализации.

Концепции природного, природно-экологического, экологического каркасов, как формы сохранения наиболее экологически значимых природных комплексов в условиях нарастающего антропогенного воздействия, получили широкое развитие. Особенности этих концепций (понятий), их различия и сходство достаточно детально проанализированы [21].

В справочных источниках природный каркас определяется как ранжированная по степени экологического значения система переходящих друг в друга участков природы, неразрывная взаимосвязь которых создает предпосылки для сохранения экологического равновесия, способного противостоять антропогенным воздействиям [22].

Под экологическим равновесием в районной планировке понимается такое динамическое состояние природной среды района, при котором обеспечивается саморегуляция и воспроизведение основных ее компонентов – атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвенного покрова, растительности и животного мира [11].

Сохранение экологического равновесия – комплексная задача и ее необходимо решать во взаимосвязи на международном, национальном, региональном, местном и локальном уровнях.

В территориальном, ландшафтном планировании активно развивается направление выделения на международном, национальном и региональном уровнях экологических сетей (Ecological network). К примеру, Национальная экологическая сеть Беларуси, структура которой законодательно закреплена в последней редакции Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» (1992) и утверждена Указом Президента Республики Беларусь (2018 г., № 108), призвана обеспечить сохранение экологического равновесия и, в первую очередь, биологического и ландшафтного разнообразия на уровне страны в целом во взаимосвязи с экологическими сетями соседних стран.

Направление создания городских экологических сетей (Urban Ecological Network) также получило развитие. Согласно [25], экологическая сеть города для целей сохранения биоразнообразия должна строиться на концепции сетевых, пространственных и ландшафтных связей, при этом она должна сохранять мультифункциональность.

Очевидно, что благоприятное состояние городской среды не может быть обеспечено только за счет влияния на нее удаленных от городов природных ландшафтов. Данную функцию должны выполнять во взаимодействии и пространственной связанности природные комплексы пригородной и собственно городской территории. Для целей сохранения и оптимизации их следует выделить и институционально закрепить в системе градостроительных регламентов, то есть сформировать природный каркас урбанизированной территории.

Помимо сохранения экологического равновесия в урбанизированных условиях в функции природного каркаса входит также обеспечение благоприятных условий проживания и отдыха его жителей, минимизация загрязняющего влияния города на прилегающие территории, создание предпосылок для оптимального размещения городской застройки, предотвращение снижения биологического и ландшафтного разнообразия в процессе городского развития.

Исследования по научному обоснованию природных (природно-экологических, экологических, градо-экологических) каркасов городов развиваются в нескольких направлениях, отражающих как общие подходы к их организации [3, 10, 14, 18, 21, 23 и др.], так и особенности их выделения в отдельных городах [8, 14, 18, 19, 20 и др.]

В Беларуси в современных нормативных градостроительных документах (ТКП 45-3.01-116-2008) предусмотрено формирование в городах природных каркасов. Однако соответствующее научно-методическое обоснование их организации не предложено.

Структура природного каркаса урбанизированной территории

Поскольку природный каркас урбанизированной территории рассматривается как часть природного каркаса регионального уровня, призванная выполнять более широкие функции, то и организация его, очевидно, должна, с одной стороны, соответствовать общей модели природного каркаса, с другой – отражать присущую городу функциональную специфику.

Согласно [6, 10, 14 и др.], в качестве основных структурных элементов природного (природно-экологического) каркаса урбанизированной территории выделяются узловые структуры (ядра), транспортные (экологические) коридоры, буферные зоны и территории экологической реабилитации.

К ядрам природного каркаса города следует относить не только мало нарушенные, но и любые иные крупные зеленые массивы, водные объекты, которые оказывают существенное стабилизирующее влияние на городскую среду.

Понятие «экологические (зеленые) коридоры» впервые появилось в ландшафтной архитектуре крупных городов Европы и США в конце XIX–начале XX в., что было обусловлено ухудшением экологической ситуации в городах в связи с ростом урбанизации, ухудшением состояния городской среды, повышением плотности и этажности застройки. Основной задачей экологических (зеленых) коридоров изначально являлась аэрация жилых районов, фрагментация сплошной застройки города, а также обеспечение связи города с природным окружением [24]. В дальнейшем существенное внимание уделялось их экологической ценности, роли в поддержании биоразнообразия, рекреационной значимости для обеспечения устойчивого развития города. Согласно [24] экологические коридоры должны обладать признаками линейности, непрерывности, объединять части города, выполнять различные функции (природоохранные, рекреационные и др.) на всем протяжении, дополнять, а не замещать остальные типы рекреационных объектов.

Идея создания экологических коридоров реализовывалась также в градостроительных проектах генерального планирования советских городов [16], в том числе и в Беларуси.

Практически во всех разработках, касающихся формирования природного (экологического) каркаса территории, основные функции коридоров вполне обоснованно отводятся долинным комплексам рек. Так, например, коридоры Национальной экологической сети Республики Беларусь [17] приурочены в основном к наиболее значимым элементам гидрографической сети страны.

В городах речная сеть и поймы рек выполняют важные экологические и планировочные функции благодаря связи с относительно мало нарушенными природными комплексами пригорода, расчленению сплошной застройки, что обеспечивает санацию городской территории, поддерживает ее биоразнообразие [7]. Поэтому основу природных экологических коридоров в городах должны составлять, прежде всего, гидроэкологические коридоры.

Немаловажное значение в качестве экологических коридоров в городах имеют также и другие природные и природно-антропогенные элементы городских ландшафтов – клинья, полосы лесов, парков, балки, овраги, защитные посадки вдоль дорог, коммуникаций и др.

Экологические ядра, связанные между собой коридорами с возможным выделением примыкающих к ним буферных зон, образуют основу природного каркаса города.

Вместе с тем организация городских и пригородных природных комплексов не может ограничиваться только этими основными элементами. На состояние городской среды позитивное экологическое влияние оказывают любые природные и природно-антропогенные объекты, расположенные в его пределах и на прилегающей к нему территории, даже если они не объединены в единую пространственно связанную сеть и являются территориально изолированными от ядер и коридоров природного каркаса. Хотя между ними отсутствует территориальная взаимосвязь, функции, обеспечивающие, например, оздоровление атмосферного воздуха, предотвращение эрозии почв, загрязнения водоемов сохраняются. Высока также и рекреационная роль таких участков. Соответственно их следует рассматривать как дополнение к основным частям природного каркаса города.

С учетом приведенной функциональной и организационной специфики природного каркаса урбанизированной территории можно сформулировать следующее его определение. *Природный каркас урбанизированной территории* – это ранжированная по степени экологического-рекреационной значимости система как природных, так и природно-антропогенных ландшафтов различного типа и размерности, как взаимосвязанных, так и отдельно расположенных, приуроченных к собственно городской и пригородной территории, которая предназначена для сохранения экологического равновесия в ее пределах и обеспечения экологически благоприятных условий проживания, отдыха и оздоровления городского населения.

Поскольку в состав указанного каркаса входят природные комплексы собственно городской и пригородной территории, то в его структуре возможно выделить собственно городскую (внутреннюю) и пригородную (внешнюю) части. Обе эти части должны иметь территориальную взаимо-

связь. Эта связь может быть реализована в форме лесопарковых зеленых клиньев, гидроэкокоридоров, соединяющих природные, природно-антропогенные комплексы города с таковыми пригородной зоны.

Оценка значения территорий для включения в состав природного каркаса города

Выделение территорий, наиболее значимых для включения в состав природного каркаса, достаточно сложная задача. Она стоит перед исследователями на этапе выбора направления градостроительного освоения территории, как имеющихся незастроенных, так и новых, включенных в состав города при его территориальном росте. В идеале она может быть выполнена при осуществлении детального анализа и количественных оценок выполняемых функций, например, путем расчета ассимиляционного потенциала ландшафтов, рекреационного потенциала, индексов, характеризующих биологическое разнообразие и др. Однако зачастую на различных стадиях градостроительного планирования в условиях ограниченных временных и финансовых ресурсов проведение подобных количественных оценок проблематично. Поэтому предложен подход, основанный на сравнительных оценках качественных характеристик той или иной части урбанизированной территории в выполнении основных экосистемных функций: санитарно-гигиенических (ассимиляция/аккумуляция загрязняющих веществ, оздоровление атмосферного воздуха, улучшение микроклимата и др.), водорегулирующих и водоохраных, рекреационных, сохранения биологического и ландшафтного разнообразия.

Для оценки экологического и рекреационного значения природных и природно-антропогенных ландшафтов предложены ранжированные ряды, выделяемые по качественным признакам. Помимо проявления интенсивности того или иного качества природного или природно-антропогенного объекта, определяющего его экологический и рекреационный потенциал, при оценке учитывались условия реализации данного потенциала, что выражалось в корректировке оценочных баллов. К таким условиям относились положение участка на городской территории (на входе/выходе из города, в долинном комплексе, наличие водных объектов, местоположение по отношению к жилой застройке, промзонам, санитарно-защитным зонам (СЗЗ), состояние компонентов природной среды, наличие редких и охраняемых видов животных и растений, редких ландшафтов и биотопов, ООПТ, связь с региональной, национальной экологической сетью и ряд других).

Например, для оценки санитарно-гигиенического значения территорий предложена следующая шкала: 1 – очень низкое: пустыри, нарушенные земли (территории с нарушенным растительным покровом, низким проективным покрытием растениями), пашня; 2 – низкое: газоны с участи-

ем древесно-кустарниковой растительности до 30 %; 3 – среднее: луга естественные и улучшенные с участием древесно-кустарниковой растительности от 30 до 60 %, скверы, бульвары; 4 – высокое: насаждения с превалирующим участием древесно-кустарниковой растительности (свыше 60 %), в т. ч. парки, сады, рощи, питомники; 5 – очень высокое: леса и лесопарки, за исключением лесов, относящихся к 6 группе; 6 – исключительно высокое: высокополнотные и высокобонитетные леса. Корректирующие баллы добавлялись в случае расположения территории на входе в город, вблизи жилой застройки, промзон. К снижению балла оценки приводит дигressия растительного покрова.

При оценке водоохранного значения территории использовались шкалы, учитывающие положение участка в долинном комплексе, наличие водотоков, водоемов, заболоченных земель, уклонов поверхности, берегозащитных посадок, приуроченность к водоохранной зоне, прибрежной полосе водных объектов, поясам охраны водозаборов и др. Значение корректировалось повышением баллов на крутосклонных участках, при значительном участии хвойных пород в составе берегозащитных посадок, при расположении в ландшафтах, сопряженных с водоохранными зонами. Снижение баллов имело место при наличии инженерных сооружений, прерывающих связь территории с водными объектами (набережные, дороги, коммуникации).

При оценке значения территории для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия учитывались ее размеры, степень антропогенной преобразованности, наличие редких биотопов, ландшафтов, видов растений, животных, охранного статуса (ООПТ), природного окружения недвижимых историко-культурных ценностей (ИКЦ) и др. Значение корректировалось повышением баллов при наличии непрерывной связи (коридора) с ООПТ, элементами Национальной экологической сети, с естественными водными объектами и их снижением в случаях высокой антропогенной нарушенности территории.

Оценка рекреационного значения проводилась с учетом рекреационной емкости природных комплексов и природно-антропогенных объектов, их рекреационного благоустройства, оздоровительных свойств. Значение корректировалось повышением баллов при наличии в составе участка или в непосредственной близости от него рек, рекреационных водоемов, при высокой оздоровительной ценности (хвойные леса), при расположении в местах высокой концентрации рекреационного спроса (как имеющихся, так и планируемых) и др. Баллы понижались в случаях размещения в СЗЗ предприятий, защитных зонах коммуникаций, при дигressии растительных сообществ.

Полученные для каждой группы критериев оценочные баллы использовались для интегральной оценки экологического и рекреационного значения территории путем расчета их среднего значения. Единицей анализа и картографирования являлись ландшафтно-планировочные выделы, учитывающие границы лесных, лесо-, лугопарковых массивов, озелененных территорий различного типа использования и функционального назначения.

Для оценки значения территорий для включения в состав природного каркаса потребовался комплексный анализ топографических, геологических, геоморфологических и ландшафтных карт, данных о структуре и состоянии растительных сообществ, а также ряда эколого-градостроительных сведений (о функциональной организации городской территории, границах СЗЗ, поясов охраны водозаборов, водоохраных зон, прибрежных полос, ИКЦ, ООПТ, структуре озелененных территорий).

Ландшафтно-экологические исследования и оценка экологической и рекреационной значимости ландшафтно-рекреационных территорий, водных объектов выполнены для отдельных городов Беларуси различной величины: крупнейшего (Минска) и малого (Несвиж), что позволило обосновать и составить концептуальные схемы организации природных каркасов указанных городов, а также пригородной зоны (для Минска).

Природный каркас г. Минска выделен на собственно городской территории и в пригородной зоне. Природный каркас городской территории формируется как на основе природных (в т. ч. семиприродных), так и природно-антропогенных объектов. В его состав включены водные объекты, леса, лесо- и лугопарки, а также озелененные территории, обладающие исключительно высоким, очень высоким и высоким значением в выполнении санитарно-гигиенических, водоохраных, рекреационных функций и значимой ролью в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия.

На схеме (рис. 1) отражены элементы природного каркаса города – ядра и экологические коридоры двух порядков, выделенные на территории Минска с использованием выше приведенных подходов к оценке, а также буферные зоны и участки экологической реабилитации.

Ядра I порядка (городского уровня) благодаря местоположению, крупным размерам, структуре растительного покрова обеспечивают эффективную санацию атмосферного воздуха, благоприятные микроклиматические условия, места отдыха горожан, сохранение биологического и ландшафтного разнообразия. Они по оценкам имеют исключительно высокое и очень высокое значение в выполнении сансирующих, водоохраных и рекреационных функций и значимой ролью в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия. К ним отнесены крупные водные объекты –

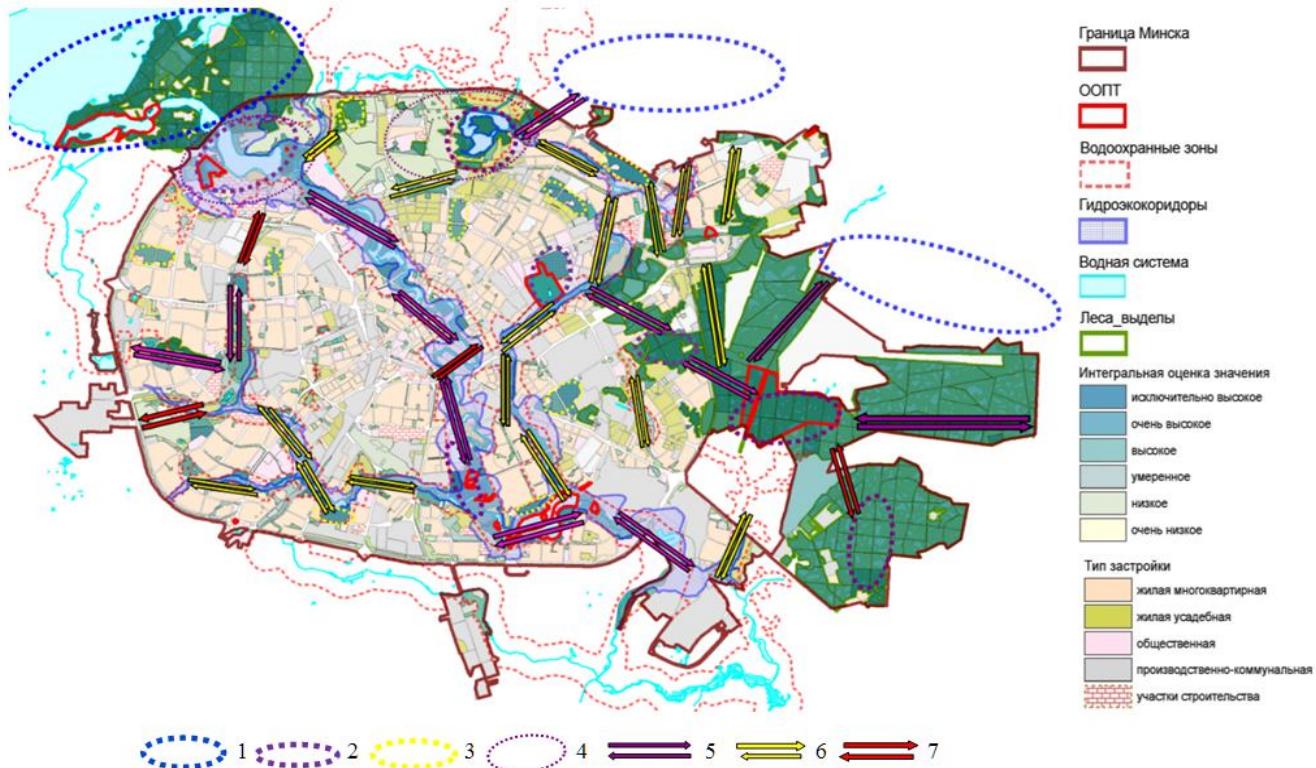


Рис. 1. Концептуальная схема организации природного каркаса в пределах городской черты г. Минска.
Ядра: 1 – в пригороде; городские: 2 – I порядка, 3 – II порядка; 4 – буферные зоны;
экологические коридоры: 5 – I порядка, 6 – II порядка; 7 – участки реабилитации

вдхр. Заславское (в перспективной городской черте), Криница, Дрозды, Цнянское и окружающие их лесные и парковые массивы, лесные массивы в восточной и юго-восточной частях города, в том числе имеющие статус ООПТ, а также крупные городские парки (Челюскинцев, Центральный ботанический сад, Лошицкий садово-парковый комплекс и др.).

Экологические коридоры I порядка (городского уровня, линейно-полосного и клиновидного типов):

– гидроэкологические коридоры I порядка, обеспечивающие непрерывную связь между природными и природно-антропогенными территориями в системе «город–пригород» через долинный комплекс р. Свислочи, санацию атмосферного воздуха, благоприятные микроклиматические условия и гидрологический режим (река Свислочь и система парков водно-зеленого диаметра – Победы, Якуба Коласа, Горького, Купаловский, Гревской, 900-летия Минска и другие, а также относительно малоизмененные природные комплексы, сохранившиеся в пойме Свислочи в юго-восточной части города);

– лесопарковые коридоры I порядка, обеспечивающие связь между крупными зелеными массивами за пределами и внутри города, в том числе с ООПТ, обладающие исключительно высоким и очень высоким значением в выполнении санитарно-гигиенических, водоохраных, рекреационных функций и значимой ролью в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия.

Ядра II порядка (районного уровня), обеспечивающие санацию атмосферного воздуха, благоприятные микроклиматические условия, места отдыха горожан, сохранение биологического и ландшафтного разнообразия в пределах планировочных районов: парки 50-летия Октября, Дружбы народов, Севастопольский, Глебки, Уго Чавеса и другие.

Экологические коридоры II порядка: (районного уровня, линейно-полосного типа):

– гидроэкологические коридоры II порядка, обеспечивающие непрерывную связь между природными и природно-антропогенными территориями в пределах города через долинный комплекс рек Лошицы и Мышки, а также Слепянской водной системы, санацию атмосферного воздуха, благоприятные микроклиматические условия и гидрологический режим, а также являющиеся существующими или потенциальными местами для отдыха населения;

– зеленые коридоры II порядка, которые широкими полосами расчленяют застроенную часть города, способствуют санации атмосферного воздуха, созданию благоприятных микроклиматических условий, обеспечивают разрыв сплошной застройки и связь между крупными зе-

ленными массивами на территории города (ядрами каркаса), обладают высоким и средним значением в выполнении сансирующих, водоохраных функций и ролью в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия.

На территории города возможно выделить также *ядра и коридоры III порядка (местного уровня, линейно-полосного и диффузного типов)*, состоящие из небольших скверов, бульваров, посадок вдоль улиц, дорог, коммуникаций, насаждений в жилой, общественной и промышленной застройке, малые водоемы (пруды), которые способствуют санации атмосферного воздуха, созданию благоприятных микроклиматических условий, обеспечивают места для рекреации, разрыв сплошной застройки и связь между зелеными массивами (ядрами, коридорами) на местном уровне (не картировались в масштабе 1:10 000).

В природном каркасе Минска выделены также буферные зоны (застроенные части гидроэкологических коридоров) и участки экологической реабилитации с антропогенно нарушенными природными комплексами, на которых требуется восстановление экосистемных функций территорий (участок в границах улиц Пономаренко и Горецкого, урочище Серебряный Лог в пойме р. Свислочи, вблизи Чижовского водохранилища, на участке р. Свислочи в границах ул. Первомайской и Денисовской, сельхозугодья в северной и юго-западной частях города и другие).

Природный каркас пригородной зоны должен интегрировать выполнение двух групп функций. Одна из них имеет региональное или общенациональное экологическое значение и связана с сохранением природного равновесия, а также биологического и ландшафтного разнообразия, вторая касается удовлетворения эколого-рекреационных потребностей жителей города. Наиболее значимые в первой группе – ООПТ или элементы региональной или национальной экологической сети. В пригородной зоне Минска они представлены заказниками республиканского значения Прилепский, Юхновский, Глебковка, Кайковский и др. (рис. 2).

Вторая составляющая каркаса – пригородные леса и водоемы, играющие ключевую роль в оздоровлении городской среды и организации отдыха населения. Значимость лесов по эффективности выполнения указанных функций будет определяться их удаленностью от города. Поэтому для оценки эколого-рекреационной значимости лесов территория пригородной зоны была разделена на три пояса в радиусе 0–20, 20–40 и 40–60 км от городских границ. Леса, попавшие, в первый пояс получают наиболее высокую, во второй – высокую и в третий – умеренную значимость.

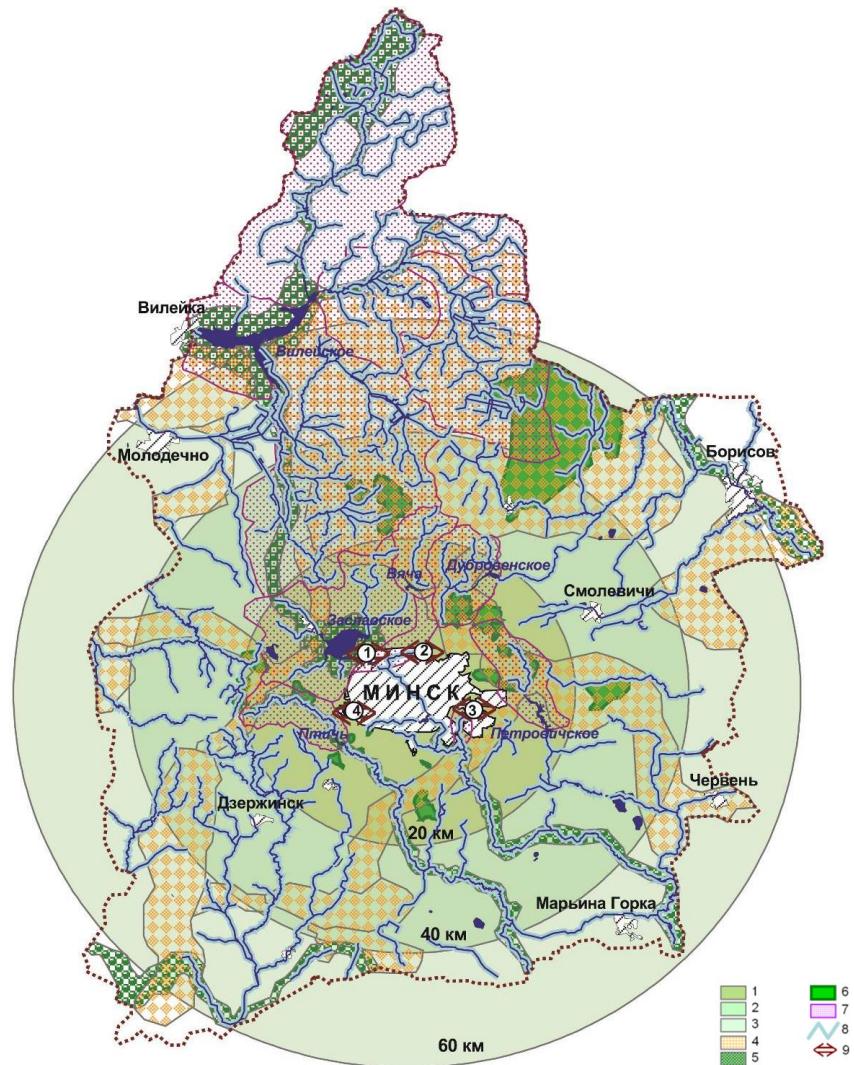


Рис. 2. Концептуальная схема организации природного каркаса пригородной территории г. Минска. Условные обозначения: экологическая значимость для города природных комплексов пригородной зоны: 1 – наиболее высокая, 2 – высокая, 3 – менее высокая; 4 – миграционные коридоры копытных животных; 5 – ядра и коридоры региональной экологической сети; 6 – особо охраняемые природные территории; 7 – водосборные бассейны пригородных рекреационных водохранилищ; 8 – водоохраные зоны рек; 9 – экологические коридоры, обеспечивающие взаимосвязь природного каркаса города и пригородной территории

Значимость лесов по выполнению водоохранной функции с учетом потребностей города определяется их нахождением в пределах водохранилищных бассейнов водоемов, используемых для его водоснабжения и отдыха населения. К наиболее значимым в пригородной зоне Минска были отнесены леса, расположенные в бассейне Вилейского водохранилища – водоема-донора, из которого поступают водные ресурсы в основные городские и пригородные водоемы, используемые для водоснабжения и рекреации.

Экологические коридоры включают как долинные комплексы рек, так и миграционные коридоры движения копытных животных.

Очевидно, что концептуальная схема природного каркаса пригородной зоны нуждается в детализации, которую необходимо проводить на уровне водохранилищных бассейнов основных рек, водоемов.

Природный каркас г. Несвижа. На основании серии оценок показано, что наиболее значимым ядром природного каркаса г. Несвижа является водно-парковый комплекс. Буферную зону ядра образуют луговые территории, приуроченные к сети каналов (рис. 3).

Второе ядро природного каркаса города – водно-лесопарковый комплекс Альба. Данная территория, хотя и не входит в городскую черту Несвижа, тем не менее находится в неразрывной многолетней связи с природными комплексами города – каскадом прудов и прибрежными территориями. Коридорами, обеспечивающими связь между ядрами (коридоры II порядка), является акватория прудов Замкового и Девичьего, а также участки поймы и террасы, прилегающие к ним.

Важное значение для устойчивого функционирования природного каркаса имеют связи (коридоры I порядка), существующие между ядрами и пригородной территорией. В данном случае это природные комплексы поймы и надпойменной террасы в долине реки Уши.

Основные элементы природного каркаса городских и пригородных территорий для целей сохранения и эффективного функционирования требуют закрепления границ и разработки режимов природопользования с учетом ландшафтно-экологических особенностей каждого конкретного города.

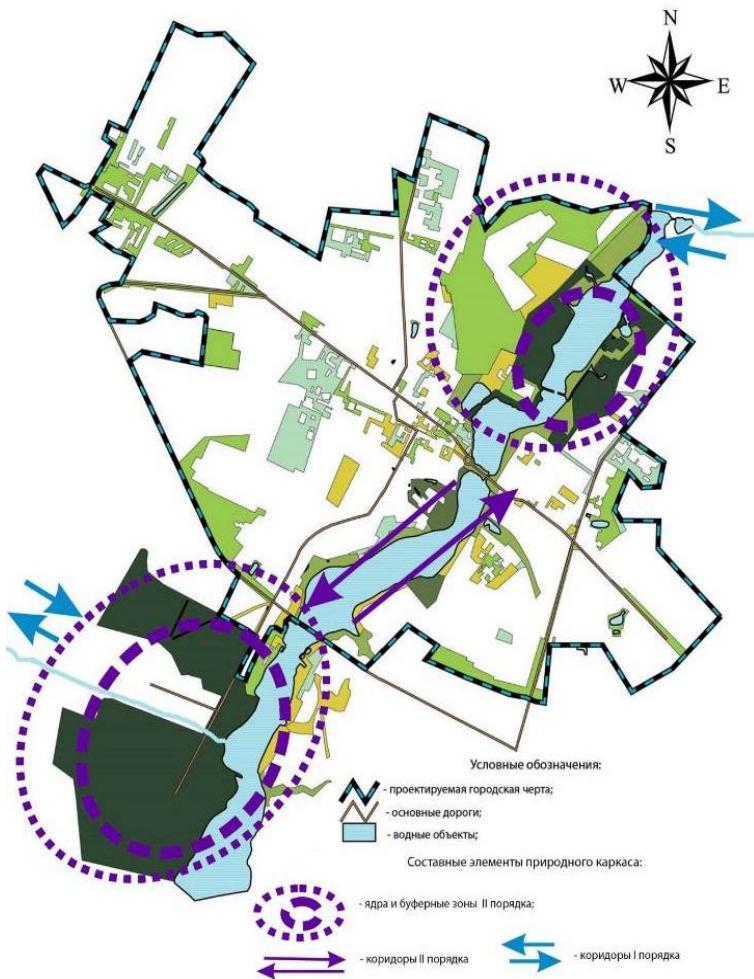


Рис. 3. Концептуальная схема организации природного каркаса г. Несвижа

• Список литературы

1. Вергунов, А.П. Архитектурно-планировочные принципы формирования природных комплексов Москвы и Московской агломерации / А.П. Вергунов // Природные комплексы в архитектурно-планировочной структуре Москвы и Московской агломерации. – Москва, 1978. – С. 6–40.
2. Вергунов, А.П. Ландшафтное проектирование: учеб. пособие для вузов / А.П. Вергунов, М.Ф. Денисов, С.С. Ожегов. – Москва, 1991. – 240 с.

3. Владимиров, В.В. Расселение и окружающая среда / В.В. Владимиров. – Москва: Стройиздат, 1982. – 228 с.
4. Городская среда: геоэкологические аспекты / В.С. Хомич [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 426 с.
5. Градостроительные средства оздоровления окружающей среды в Белорусской ССР / А.В. Ершов, Л.В. Ребенок, Б.М. Дыскин, Б.И. Айсина. – Минск: Наука и техника, 1987. – 218 с.
6. Дьяконов, К.Н. Экологическое проектирование и экспертиза: учебник для вузов / К.Н. Дьяконов, А.В. Дончева – Москва, 2002 (5). – 384 с
7. Кадацкая, О.В. Гидрографическая сеть урбанизированных территорий как элемент формирования природного каркаса города / О.В. Кадацкая, Е.В. Санец, Е.П. Овчарова // Современные проблемы ландшафтования и геоэкологии: материалы VI Междунар. науч. конф. (к 110-летию со дня рождения профессора В.А. Дементьева), 13–16 ноября 2018 г., Минск. – С. 194–196.
8. Карапеев, А.Ю. Оценка геоэкологического состояния урбанизированных территорий с использованием ГИС-технологий : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Калининград, 2015. – 23 с.
9. Колбовский, Е.Ю. Городской ландшафт и конструирование экологического каркаса города / Е.Ю. Колбовский // Инженерная география. Экология урбанизированных территорий: докл. Междунар. конф. – Ярославль, 1999. – С. 78–83.
10. Колбовский, Е.Ю. Ландшафтное планирование и формирование сетей охраняемых природных территорий / Е.Ю. Колбовский, В.В. Морозова. – Ярославль, 2001. – 264 с.
11. Комплексная районная планировка. Государственный комитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР. – Москва: Стройиздат, 1980. – 246 с.
12. Кравчук, Л.А. Ландшафтно-экологические аспекты формирования природного каркаса города / Л.А. Кравчук, Е.В. Санец, М.И. Струк, В.С. Хомич // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: материалы XIII Международной ландшафтной конференции, посвященной столетию со дня рождения Ф.Н. Милькова, Воронеж, 14–17 мая 2018 г.: в 2 т. / ред. В.Б. Михно [и др.]. – Воронеж: ИСТОКИ, 2018. – Т. 1. – С. 368–370.
13. Кравчук, Л.А. Структурно-функциональная организация ландшафтно-рекреационного комплекса в городах Беларуси / Л.А. Кравчук. – Mn.: Беларуская навука, 2011. – 171 с.
14. Краснощекова, Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов / Н.С. Краснощекова. – M.: Архитектура, 2010. – 184 с.
15. Лунц, Л.Б. Городское зеленое строительство: учеб. пособие для вузов / Л.Б. Лунц. – Москва, 1974. – 275 с.
16. Мягков, М.С. Город, архитектура, человек и климат / М.С. Мягков, Ю.Д. Губернский, Л.И. Конова, В.К. Лицкевич. – M.: Архитектура-С, 2007.
17. Национальная экологическая сеть [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by/ru/national-ecological-network-ru/>. – Дата доступа: 11.12.2018 г.
18. Низовцев, В.А. Ландшафтный подход в создании природно-экологического каркаса Москвы / В.А. Низовцев, Н.М. Эрман // Экология речных бассейнов: Труды 8-й Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. проф. Т.А. Трифоновой; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир, 2016. – С. 144–148.
19. Никулина, Е.М. Ландшафтно-географический подход как основа формирования экологического каркаса городов (на примере г. Астрахани) / Е.М. Никулина // Естественные и технические науки. 2009. № 6 (44). – Москва: Спутник, 2009. – С. 441–446.

20. Пивкин, В.М. Экологическая инфраструктура Сибирского города (на примере Новосибирской агломерации) / В.М. Пивкин, Л.Н. Чиндыева. – Новосибирск: Сибпринт, 2009. – 198 с.
21. Пономарев А.А Экологический каркас: анализ понятий / А.А. Пономарев Э.И. Байбаков, В.А. Рубцов // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки Том 154, кн. 3, 2012. – С. 228–238.
22. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – Москва: Мысль, 1990. – 637 с.
23. Струк М.И. Принципиальная схема организации природного каркаса крупного города // Актуальные проблемы геоэкологии и ландшафтования : сб. науч. статей. Вып. 3. – Минск, 2016. – С. 88–91.
24. Ahern John F. / Greenways as Strategic Landscape Planning: Theory and Application / John F. Ahern // Wageningen University, The Netherlands. – Wageningen, 2002. – 156 p.
25. Hamid, A.R., Tan P.Y. Urban Ecological Networks for Biodiversity Conservation in Cities. In: Tan P., Jim C. (eds) Greening Cities. Advances in 21st Century Human Settlements. Springer, Singapore. 2017.

В. А. Ракович, Н. Н. Бамбалов

РЕАБИЛИТАЦИЯ НАРУШЕННЫХ БОЛОТ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ

Повторное заболачивание выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений

Одним из основных направлений использования нарушенных болот и выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений должно стать их повторное заболачивание, которое обеспечит восстановление всех их биосферных функций и возобновление болото- и торфообразовательного процессов. В результате восстановления болот снизятся пожароопасность (рис. 1) и экономические затраты на ликвидацию пожаров, уменьшится выброс в атмосферу СО₂ и других продуктов горения.

Основные направления использования площадей выработанных торфяных месторождений: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, водохозяйственное, создание охотничьих угодий и садоводческих кооперативов.



Рис. 1 Пожар на выбывшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении

Многие десятки лет главным являлось сельскохозяйственное использование выработанных торфяных месторождений, для которого было рекультивировано 122,2 тыс. га. Лесному хозяйству отдавались лишь те участки, которые были не удобны для сельского хозяйства, и еще небольшое количество использовалось под водоемы.

При всем многообразии способов использования выработанных торфяных месторождений, более 95 % их площадей сохраняется в осушенном состоянии.

Многие десятилетия выбор объектов для использования выработанных месторождений в этих направлениях осуществлялся не всегда на научной основе. Поэтому во многих случаях попытки практического использования выработанных торфяных месторождений давали отрицательные экономические и экологические результаты.

Из всей площади выработанных торфяных месторождений на территории Беларуси более 70 % рекультивировано для сельского и лесного хозяйства, а также под водоёмы. Однако, часто капиталовложения на рекультивацию не дают экономического эффекта вследствие того, что очень многие торфяные месторождения по своим генетическим параметрам вообще не пригодны для создания на них сельскохозяйственных угодий. Например, на торфяных месторождениях, расположенных в замкнутых котловинах или на склонах водоразделов, практически не создается благоприятный водный режим для сельскохозяйственных культур: в первом случае почвы переувлажнены, во втором – переосушены. Весьма неблагоприятны для сельскохозяйственного использования выработанные торфяные месторождения, у которых остаточный слой торфа подстилается сапропелем, так как на них формируется контрастный амфибияльный водно-воздушный режим корнеобитаемого слоя со сменой окислительно-восстановительных условий в течение вегетационного периода от типично окислительных до типично восстановительных, иногда по несколько раз.

Существовавшие до начала разработки на торфяных месторождениях естественные местообитания болотных и околоводных растений и животных с началом разработки уничтожаются. Вместе с уничтожением местообитаний уничтожается и биологическое разнообразие болот, и если выработанные площади продолжают оставаться в осушенном состоянии, то биоразнообразие здесь либо не восстанавливается либо появляется в другом составе, не типичном для болот. Таким образом, нарушается очень важная общепланетарная функция болот по сохранению водно-болотных птиц. С такими нарушениями можно было бы мириться при наличии единичных осушенных болот, однако, когда местообитания объектов дикой природы уничтожаются в массовом количестве, возникает

необходимость радикального пересмотра традиционных направлений использования выработанных торфяных площадей.

Естественные болота выполняют очень важную аккумулятивную функцию по регулированию газового состава атмосферы. Продолжающие оставаться в осушеннем состоянии площади выработанных торфяных месторождений не могут выполнять эту специфическую функцию, так как вследствие интенсивной аэрации остаточного торфяного слоя и уничтожения болотных растений процессы аккумуляции торфа не идут, а процессы минерализации ведут к поставке дополнительных количеств углекислого газа в атмосферу за счет его высвобождения из органического вещества торфа, отложенного в древние эпохи.

Ведущим критерием выбора направлений использования осушенных болот и торфяных месторождений являются геоморфологические условия их залегания. Для природоохранного направления использования пригодны все торфяные месторождения вне зависимости от геоморфологических условий залегания и типа торфяной залежи. Создание природоохранных объектов на выработанных площадях способствуют улучшению экологической ситуации в районе их расположения. Восстанавливается прежний уровень грунтовых вод, возобновляется болотообразовательный процесс, что позволяет возродить разнообразие растительности и животного мира. На повторно заболачиваемых территориях формируются ландшафты с высокой кормовой, защитной и средообразующей емкостью.

Повторное заболачивание возможно проводить на всех без исключения выработанных торфяных месторождениях, если в зоне их расположения нет крупных по площади мелиоративных систем, способных понизить уровень грунтовых вод.

Повторное заболачивание выработанных торфяных месторождений должно быть обязательным, если в районах их расположения нарушено экологическое равновесие, например, произошло обмеление или исчезновение озер и малых рек, уничтожение ценной болотной флоры и фауны, деградация ландшафтов.

Повторное заболачивание целесообразно проводить на всех месторождениях независимо от геоморфологических особенностей и качественных показателей торфяной залежи, где ранее проводилась добыча кускового торфа, а также на месторождениях, загрязненных радионуклидами.

С учетом генетических особенностей, способов добычи торфа, экологической ситуации в зонах влияния и районах расположения выработанных торфяных месторождений все многообразие их подразделяется на три группы по приоритетной очередности повторного заболачивания.

В первую группу входят торфяные месторождения, в районах которых сложилась неудовлетворительная экологическая ситуация (загрязнение, обмеление или исчезновение озер и малых рек, уничтожение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов болотной флоры и фауны, деградация ландшафтов), разработка которых проводилась багерно-экскаваторным способом или на которых добывался гидроторф, имеющие под торфянной залежью отложения сапропеля, мергеля или торфотуфа, расположенные у истоков рек и ручьев, в зонах водосборов озер, загрязненные радионуклидами свыше 15 Кц/км².

Ко второй группе относятся выработанные месторождения, которые по своим природно-генетическим особенностям можно заболотить с помощью небольших плотин и перемычек. К ним относятся торфяные месторождения пойменного залегания, пойменно-притеррасные, бессточных котловин, пониженные участки месторождений сточных котловин, месторождения староречий и проточных котловин.

В третью группу входят выработанные торфяные месторождения, на которых регулирование водного режима для повторного заболачивания связано с определенными трудностями, т.е. экономически менее целесообразно, чем для месторождений первой группы. К ним относятся месторождения первых надпойменных террас, склонов надпойменных террас, водораздельных пологоволнистых аблациональных равнин.

На выработанных торфяных месторождениях, где остаточный слой торфа мощностью около 0,5 м подстилается хорошо водопроницаемыми грунтами, и где не производилось поднятие уровня грунтовых вод (УГВ), после завершения выработки торфа в условиях хорошего дренажа поселяется суходольная растительность с преобладанием бересклета, ивы, ольхи, крушины. При искусственном подъеме УГВ до глубины 0–0,3 м такая растительность погибает и заменяется болотными фитоценозами. При условии регулирования водного режима такие выработанные торфяные площади пригодны для создания сельскохозяйственных и лесных угодий, однако, целесообразность их трансформации в такие угодья должна быть экологически и экономически обоснована.

На выработанных торфяных площадях, где остаточный слой торфа мощностью около 0,5 м подстилается сапропелем, без искусственного подъема УГВ формируется контрастный амфибиальный водно-воздушный режим с резкими колебаниями окислительных и восстановительных процессов в зависимости от погодных условий. Это не позволяет нормально развиваться ни болотной, ни суходольной растительности, поэтому такие площади в течение 10 и более лет после завершения выработки торфа остаются без растительного покрова, несмотря на благопри-

ятные агрохимические свойства торфяного слоя и благоприятный для растений химический состав почвенно-грунтовых вод. Такие площади нередко затапливаются паводковыми водами, так как это бывшие древние заболоченные озера, у которых после выработки торфяного слоя частично восстанавливаются депрессии, в которые устремляется поверхностный и подземный сток с окружающих водохранилищ. Выработанные торфяные месторождения, подстилаемые сапропелем, непригодны для использования в качестве сельскохозяйственных и лесных угодий. Наиболее целесообразно использовать такие площади для повторного заболачивания. При необходимости на них могут быть созданы водоемы после дополнительной выработки торфа и сапропеля.

Осушение и разработку торфяных месторождений следует проводить только в тех случаях, если это не приведет к катастрофическим последствиям для экосистем лугов, лесов, озер, рек и сельскохозяйственных угодий, находящихся на прилегающих территориях. Это необходимо определить до начала осушения, на стадии технико-экономического и экологического обоснования.

Выработанные торфяные месторождения не восстанавливают свои биосферные функции, если они используются в качестве сельскохозяйственных, лесных или водохозяйственных угодий, или находятся в бровом осушенном состоянии.

Обязательным условием должно быть возобновление болотообразовательного процесса после разработки торфяного месторождения с целью восстановления всех биосферных функций антропогенно нарушенных болот, существовавших до начала разработки. На стадии проектирования в обязательном порядке должен быть определен перечень мероприятий и технологий для проведения повторного заболачивания выработанных торфяных площадей.

В последние годы приоритеты в использовании выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений меняются, и постепенно на первое место выходит природоохранное направление – повторное заболачивание (рис. 2).

Парниковые газы

Неосущенные и осушенные болота участвуют в общем газообмене атмосферы, регулируя содержание диоксида углерода, метана и окиси азота.

Поглощение диоксида углерода и выделение кислорода, метана и окиси азота болотными экосистемами осуществляется за счет протекания биохимических реакций внутри клеток живых растений и микроорганизмов. Регулирование газового состава атмосферы болотными экосистемами



Рис. 2 Повторно заболоченные площади выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения Докудовское

есть результат биохимических и биогеохимических процессов. Главную роль в этом выполняют зеленые растения и микроорганизмы.

Профили всех минеральных почв полностью расположены в зоне биогенного круговорота веществ, а профили торфяных почв делятся на две части по линии, ниже которой УГВ не опускаются: верхнюю, расположенную в зоне биогенного круговорота, и нижнюю, расположенную в зоне геологического круговорота. Верхняя зона содержит корни живых растений, населена аэробными микроорганизмами, кислород проникает в поры торфяной залежи, сюда ежегодно поступают отмершие надземные и подземные части болотных растений, здесь идет начальный процесс торфообразования. Нижняя зона не содержит живых корней и аэробных микроорганизмов, поры торфяной залежи постоянно заполнены водой, поэтому кислород сюда не проникает, здесь происходит консервация торфа на многие тысячелетия.

Такая двойственность профилей торфяных почв и незамкнутость годового биоцикла углерода предопределяют возможность систематического перехода части нерастворимого в воде гумифицированного органического вещества (ОВ) из биогенного круговорота вещества в геологи-

ческий. В зоне биогенного круговорота происходит поступление отмершего ОВ в торфянную почву, его гумификация и неполная минерализация. В зоне геологического круговорота происходит консервация ОВ на многие тысячелетия.

Кроме CO₂ в атмосфере в небольших количествах присутствует и метан (CH₄). Он образуется в болотах при неполном или анаэробном (без доступа воздуха) разложении органического вещества. В атмосфере метан окисляется до диоксида углерода. Производство метана – одна из важных функций водно-болотных угодий и мелководных морей мира.

При мелиорации болот осушенная часть профиля торфяных почв возвращается из геологического круговорота в биогенный, так как здесь начинают развиваться аэробные биологические процессы в результате жизнедеятельности аэробных микроорганизмов. При этом процессы минерализации ОВ начинают преобладать над процессами поступления ОВ в почву, и мощность почвенного профиля уменьшается.

Существование в настоящее время значительных площадей с нарушенным гидрологическим режимом значительно увеличило пожароопасную ситуацию на территории Беларуси. Почти ежегодно пожары наносят огромный экологический и экономический ущерб. Они негативно влияют на существование флоры и фауны болот, что ведет к уменьшению биологического разнообразия. Выгорание верхних слоев торфа при понижении уровня грунтовых вод приводит к существенным изменениям состава растительности, резкому ухудшению условий обитания для многих видов птиц и сопровождается значительным выбросом в атмосферу парниковых газов.

Опасность торфяных пожаров многократно увеличивается в условиях радиационного загрязнения продуктов сгорания. После оседания радиоактивных частиц на земную поверхность под воздействием атмосферных осадков, ветра, гравитационных сил, а также с опадом и в результате процессов почво- и торфообразования начинается миграция радионуклидов в вертикальном и горизонтальном направлениях. Часть радионуклидов адсорбируется в ткани растений. Высокое удельное загрязнение радионуклидами (цезий-137, стронций-90) и большой потенциальный выход золы и недожога из растительных остатков торфообразующего слоя создают предпосылки для особо высокой радиационной опасности в районе устойчивых лесных и торфяных пожаров. Так, после сгорания торфа оставшаяся зола с верхнего 10-санитметрового слоя может обладать радиоактивностью в десятки раз большей, чем радиоактивность исходного материала [5]. Это вызвано тем, что после сгорания органического вещества не улетевшая с пеплом часть радионуклидов концентри-

руется в золе, масса которой значительно меньше массы сгоревшего вещества.

Эмиссия диоксида углерода с осушенных торфяных болот на порядок больше чем сток СО₂ в естественные болотные экосистемы. Это противоречит биосферным процессам, так как дополнительная эмиссия углекислого газа дестабилизирует природную среду.

До начала осушения болотные экосистемы практически не загрязняли атмосферу углекислым газом, а лишь очищали ее и поставляли в атмосферу эквивалентное количество кислорода. Поскольку более 50 % торфяных болот Беларуси в той или иной степени антропогенно нарушены, они не могут выполнять аккумулятивную функцию, так как вследствие интенсивной аэрации остаточного слоя и уничтожения болотных растений процессы аккумуляции торфа сменились процессами минерализации, что обусловливает поставку дополнительного количества углекислого газа в атмосферу за счет его высвобождения из органического вещества торфа, отложенного в древние эпохи. С учетом этого вполне очевидно, что необходим переход к биосферно–совместимым технологиям хозяйственного использования болот.

Для уменьшения выбросов парниковых газов при повторном заболачивании рекомендуется не оставлять под затопление фитомассу и особенно древесно-кустарниковую растительность. Это связано с тем, что фитомасса при подтоплении долго разлагается и является дополнительным источником получения диоксида углерода и метана.

Уровень подъема болотной воды не должен превышать 0,3 м над поверхностью торфяной залежи. При этом выделение метана будет идти не столь интенсивно. Для уменьшения выбросов метана с выработанных торфяных месторождений после их реабилитации, желательно выровнять поверхность торфяной залежи, срезать подштабельные полосы и по возможности засыпать каналы осушительной сети перед поднятием уровня болотных вод. Понижения в рельфе, заполненные водой, как и каналы создают дополнительные очаги выделения метана.

Для уменьшения выбросов парниковых газов с выработанных торфяных месторождений их реабилитацию путем повторного заболачивания необходимо проводить сразу же после окончания добычи торфа на полностью или частично выработанных торфяных месторождениях. В это время на выработанном участке еще не успевает поселиться суходольная растительность, которая в дальнейшем после затопления может служить дополнительным источником парниковых газов.

В целях наиболее полного использования торфяной залежи при разработке торфяных месторождений, предназначенных для повторного забола-

чивания, целесообразно не оставлять 0,5 м защитного слоя торфа, а осуществлять максимально полную экскавацию залежи. Неиспользованные при фрезерном способе добычи окрайки торфяной залежи целесообразно разрабатывать другими способами. Это уменьшит использование дополнительных новых торфяных месторождений и их участков для выполнения программ по добыче торфа, а также сократит выбросы парниковых газов. Неглубокие остатки торфяной залежи после повторного заболачивания также будут выделять меньшее количество парниковых газов.

Для уменьшения выбросов парниковых газов с выработанных торфяных месторождений при их реабилитации желательно искусственно производить посадки сфагновых мхов на верховых торфяниках, а также осоки, тростника и других болотных растений на низинных. Эти меры ускорят заселение повторно заболоченных территорий болотной растительностью, что приведет к ускорению увеличения поглощения диоксида углерода.

Использование растительной биомассы в энергетических целях

Основным направлением в использовании природных ресурсов болот в будущем, по-видимому, станет не добыча, а ежегодное воспроизведение энергетического и органического сырья. Уничтожение болотных экосистем при получении энергетического и органического сырья должно смениться культурой высокопродуктивных болотных фитоценозов без приостановки болотного процесса. Научное и практическое решение этой проблемы фактически будет означать переход от болотоведения к болотоводству, от экстенсивного использования природных ресурсов болот к интенсивному.

В работах [2, 3] обоснована целесообразность восстановления болот на выработанных торфяных месторождениях с одновременным использованием их для получения растительной биомассы, которая может быть применена в энергетических целях, для производства картона, бумаги, упаковочных материалов или высококачественных компостов.

В настоящее время для получения энергетической и технологической биомассы целесообразно использовать площади выработанных торфяных месторождений, возобновив на них болотный процесс с управляемым водно-воздушным и пищевым режимами и создав фитоценозы из быстрорастущих болотных растений [2, 3].

Ежегодно воспроизводимая биомасса болотных растений может перерабатываться в твердое, жидкое или газообразное топливо, компосты, картон, бумагу, упаковочные и другие материалы. В условиях умеренно-го климата разные болотные фитоценозы дают ежегодный прирост сухой биомассы от 2–5 до 10–20 т/га [4, 6].

Особенно перспективно целенаправленное выращивание болотных растений на выработанных торфяных месторождениях для производства возобновляемой биомассы, так как эти территории малопригодны для других направлений хозяйственного использования. Произведённая биомасса может использоваться для получения тепловой и других видов энергии. Общеизвестно, что в процессе фотосинтеза солнечная энергия превращается в энергию органического вещества, причём источником углерода является углекислый газ атмосферы.

Ежегодно отмирающая часть болотных растений перерабатывается живыми организмами, использующими энергию органического вещества для обеспечения своих жизненных процессов. По данным [7], в процессе торфообразования от 84 до 95 % органического вещества отмерших болотных растений разрушается до конечных продуктов минерализации: воды, диоксида углерода, амиака, сероводорода, оксидов азота и серы, остальная часть (5–16 %) органического вещества отмерших болотных растений сохраняется в местах их произрастания в виде торфа. В результате этих природных процессов основная часть уловленной болотными фитоценозами солнечной энергии расходуется живыми организмами, утилизирующими биомассу отмерших растений, а люди могут использовать только ту, меньшую, часть солнечной энергии, которая накопилась в торфяных отложениях, что для практической деятельности людей энергетически невыгодно.

Указанные потери энергии можно исключить, если собрать в конце вегетационного периода урожай биомассы болотных фитоценозов и использовать её для получения тепловой энергии разными методами, например, прямым сжиганием, получением топливных пеллет, добавками к торфяным брикетам и др. В этом случае основная часть уловленной болотными растениями солнечной энергии может быть использована в хозяйственных целях.

К настоящему времени это направление энергетики начало развиваться. В Беларуси первый опыт производства биомассы болотных растений в энергетических целях организован на непригодных для земледелия и лесного хозяйства участках выработанного торфяного месторождения Докудовское, являющегося сырьевой базой Лидского торфобрикетного завода.

Это позволяет заменить часть медленно возобновляемого энергетического сырья – торфа ежегодно возобновляемой биомассой и тем самым продлить период работы брикетного завода. Фактически, использование биомассы болотных растений расширяет сырьевую базу для Лидского торфобрикетного завода.

Выработанные участки торфяного месторождения Докудовское в результате повторного заболачивания превратились из пожароопасных тер-

риторий в пожаробезопасные. Вместо загрязнения атмосферы и грунтовых вод продуктами минерализации торфа (диоксид углерода, аммиак, нитраты и др.), оставшегося на выработанных участках после завершения добычи, при произрастании болотных растений происходят процессы очистки атмосферы и грунтовых вод, в атмосферу поставляется дополнительное количество кислорода. Таким образом, по своей сути данный проект весьма экологичен, и его экологическая эффективность чётко выражена.

Каждый гектар восстановленного болота в среднем в год даёт по 8–12 т сухой биомассы болотных растений, а всего на повторно заболоченных участках торфяного месторождения Докудовское, ежегодно продуцируется от 9,0 до 14,5 т болотной биомассы, часть которой вполне можно использовать для производства топливных пеллет или в качестве добавок к торфяным брикетам.

Для апробации идеи при участии финансирования из международных фондов на Лидском торфобрикетном заводе в рамках проекта международной технической помощи «Реализация новой концепции управления повторно заболоченными торфяниками для устойчивого производства энергии из биомассы (энергии болот)» были закуплены: технологическая линия по производству топливных пеллет из биомассы болотных растений (рис. 3), прессподборщик ПТП-165М с прямоугольными тюками производства Бобруйскагромаш.



Рис. 3 Технологическая линия по производству топливных пеллет из биомассы болотных растений на Лидском торфобрикетном заводе

Энергетическая эффективность рассматриваемого проекта чётко выражена, поскольку производимая на бросовых землях возобновляемая энерготехнологическая биомасса перерабатывается в конкретные виды топлив – торфяные брикеты с добавками биомассы, либо полностью состоящие из растительной биомассы пеллеты. Экологически чистые топливные пеллеты могут использоваться в Беларуси или стать предметом экспорта.

Производительность технологической линии по производству пеллет пока небольшая, но в будущем производство возобновляемой биомассы болотных растений найдёт свою нишу в энергетике, потому что более 30 брикетных заводов и крупных торфопредприятий в Беларуси уже исчерпали свои сырьевые базы и поэтому прекратили свою деятельность, а после добычи торфа остались площади, на которых можно производить энерго-технологическую биомассу.

На Лидском торфобрикетном заводе впервые отработаны два варианта переработки биомассы болотных растений в реальные формы топлива – торфяные брикеты с добавкой биомассы от 10 до 50 %, чисто растительные пеллеты и пеллеты из смеси торфа с фитомассой.

При выращивании биомассы с одного гектара выработанных торфяных месторождений реально можно получить по 10–15 т биомассы болотных растений 10 %-ной влажности. Это намного меньше, чем при добывче торфа на такой же площади, однако получать биомассу можно ежегодно в течение неопределенного долгого времени. При правильной организации работ с площади 3000 га выработанных участков торфяного месторождения Докудовское ежегодно можно собирать по 30–45 тыс. т биомассы, из которой можно произвести 27–40 тыс. т топливных пеллет или заменить такое же количество торфа при введении биомассы в сырьё для производства торфяных брикетов. Это будет вполне ощутимым вкладом в энергетику Лидского района на фоне снижающегося потенциала производства торфяных брикетов.

Здесь необходимо проводить серьёзные научные исследования, конечной целью которых должна быть технология управляемого производства и хранения в течение нескольких месяцев энерготехнологической биомассы, выращенной на выработанных торфяных месторождениях. К первоочередным задачам научных исследований в данном направлении можно отнести следующие:

- изучение потоков и баланса вещества и энергии в болотных биогеоценозах и закономерностей их функционирования в регулируемых условиях;

– решение генетико-селекционных задач в целях подбора естественных и выведения новых культурных форм болотных растений, превосходящих по продуктивности дикорастущие, обладающих иммунитетом к болезням и вредителям в новых условиях жизнеобеспечения;

– создание технологий формирования высокопродуктивных многолетних болотных фитоценозов с ежегодным или периодическим отчуждением надземной фитомассы, оптимизация водного, воздушного, пищевого режимов и реакции среды для целенаправленно возделываемых болотных растений;

– создание условий, машин и технологий, обеспечивающих механизацию всех процессов от посева до уборки и хранения биомассы, полученной на выработанных торфяных месторождениях.

Необходима частичная переориентация научных исследований для торфодобывающей отрасли, организация научных полигонов и подготовка специалистов для решения фундаментальных и прикладных задач энергетического болотоводства.

- **Список литературы**

1. Бамбалов Н.Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения. – Минск: Наука и техника, 1984. – 176 с.
2. Бамбалов Н.Н. Космические и земные факторы торфообразования // Торфяная промышленность. – 1991. – № 1. – С. 2–7.
3. Бамбалов Н.Н., Ракович В.А. Роль болот в биосфере. – Минск, 2005. – 285 с.
4. Валетов В.В. Фитомасса и первичная продукция безлесных и лесных болот. Ч. 1, 2. – Минск, 1992.
5. Гаврильчик А.П., Смеловский В.Е., Давидовский П.Н., Лис А.В. Временные потери торфяного фонда на территории Гомельской и Могилевской областей в результате радиоактивного загрязнения // Природные ресурсы. – 1997. – № 4. – С. 82–85.
6. Смоляк Л.П., Рубан Н.Н. Сравнительная продуктивность болот Полесья. – Минск: Ураджай, 1985. – С. 60–70.
7. Пьявченко Н.И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение. – М.: Наука, 1985. – 152 с.

**Куксикса Г., Думитрикэ К.,
Думитрашку М., Григореску И., Вринкяну А.**

ОЦЕНКА НАДЗЕМНОЙ ЛЕСНОЙ БИОМАССЫ В РУМЫНИИ

Введение

Биомасса считается наиболее важным возобновляемым ресурсом для производства электроэнергии и тепла в государствах-членах ЕС, где к 2020 году 20 % от общего количества энергии будет произведено из возобновляемых ресурсов. Из всех видов биомассы лесная биомасса является не только прекрасным источником энергии, но и играет важную роль в углеродном балансе планеты. Самым большим запасом углерода в дереве обладает надземная биомасса (НЗБ), которая наиболее подвержена антропогенной нагрузке, что приводит к деградации или сокращению лесных площадей. Следовательно, оценка запаса биомассы/углерода имеет важное значение для мониторинга количественных характеристик потоков углерода [1] и обязательно подразумевает применение точных и простых в использовании методов для их оценки. В последние годы ряд исследований, направленных на оценку НЗБ с использованием данных дистанционного зондирования и ГИС, были опубликованы на местном [2], национальном [3–5], континентальном [6] и межконтинентальном [7–9] масштабах. В общем, данные дистанционного зондирования от оптических датчиков, радаров с синтезированной апертурой (SAR) и лидаров (LIDAR) или их комбинации используются для оценки НЗБ [10]. При дистанционном зондировании оптические датчики чувствительны к плотности растительности [3], в то время как датчики SAR могут использоваться для оценки параметров древесной растительности [11]. Использование LIDAR позволяет получать точную трехмерную информацию о деревьях на земной поверхности, поскольку лазерные сигналы способны проникать через полог леса и предоставлять информацию о вертикальной структуре (например, высота дерева, объем полога) [10].

В данном исследовании с помощью аллометрических уравнений, применяемых для двух основных древесных пород румынских лесов: *Picea abies* и *Fagus spp.*, в национальном масштабе была оценена лесная НЗБ Румынии. Расчет пространственных показателей выполнен по двум наборам данных, полученных с платформ NASA и Copernicus.

Методы

Область исследования

Румыния является средним европейским государством, расположенным в юго-восточной части Центральной Европы (рис. 1), площадью

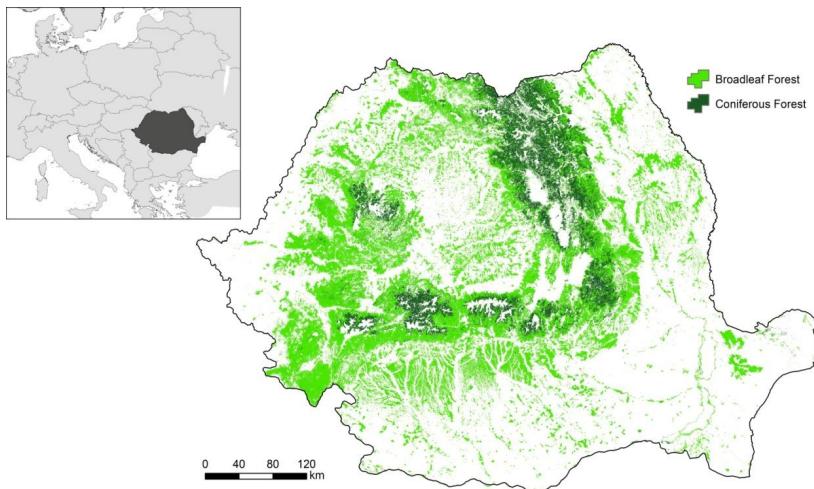


Рис. 1. Расположение района исследования и тип лесного покрова в 2015 году (на основе набора данных высокого разрешения Copernicus Forest Type)

около 238 400 км². Почти треть площади страны (72 000 км²) покрыта лесами различных типов (хвойными, лиственными и смешанными), распространение которых обусловлено типом почвы и орографическими условиями, климатическим и топоклиматическим разнообразием, а также социально-экономическими процессами на региональном уровне.

Оценка НЗБ

Данные дистанционного зондирования и полученные пространственные предикторы. Вышеупомянутые наборы данных, полученные с платформ NASA и Copernicus, использовались для получения, анализа и обработки четырех пространственных параметров: 1) площади лесного покрова; 2) типа лесного покрова; 3) плотности леса и 4) высоты полога леса. Первые три показателя (по состоянию на 2015 г.) предоставляются Службой мониторинга земли Коперника и имеют пространственное разрешение 20 м. Последний показатель является продуктом, полученным в рамках Системы мониторинга углерода (СМУ). Данная система играет важную роль в характеристике, количественном определении, понимании и прогнозировании эволюции глобальных источников углерода, имеет глобальный охват и пространственное разрешение 1 км, содержит данные обработки спутниковой информации, полученной с помощью системы высотомеров Geoscience Laser (GLAS) [12]. Данная система обеспечивает оценку высоты крон деревьев в лесах Земли путем обработки сигнала GLAS с использованием алгоритма, приведенного в [13].

Аллометрические уравнения. Для оценки НЗБ в Румынии использовались аллометрические уравнения и коэффициенты количественной оценки запасов углерода и изменений его запасов в европейских лесах (*CarboInvent*), приведенные в [14], являющиеся результатом анализа данных из множества источников. На основе более чем 500 аллометрических уравнений, представленных в литературе, разработаны серии обобщенных аллометрических уравнений для оценки биомассы и объема наиболее распространенных видов деревьев Европы (*Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Betula spp.*, *Quercus spp.*, *Fagus spp.*). Уравнения зависимости объема ствола дерева или биомассы компонентов дерева (ствола, ветвей, листьев и общего количества) от dbh и h , были определены на основе исследования [15]. Эти уравнения использовали для получения обобщенных и упрощенных уравнений регрессии, таких как:

$$h = \frac{dbh^2}{(\beta_0 + \beta_1 x dbh)^2}, \quad (1)$$

где dbh является диаметром дерева на уровне груди и представляет собой независимую переменную, измеряемую в сантиметрах; h – это высота дерева, измеряемая в метрах; а β_0 и β_1 – коэффициенты масштабирования, которые зависят от типа анализируемого дерева.

Используя базу данных высот деревьев по уравнению (1), dbh был выведен в качестве основной информации при оценке надземной лесной биомассы (2):

$$dbh = \frac{\beta_0 \sqrt{h-1.3}}{1 - \beta_1 \sqrt{h-1.3}}. \quad (2)$$

Значения dbh были соотнесены с данными сетки высот деревьев, которые затем были передискретизированы до 20-м пикселя для объединения с картой доминирующей лесной растительности.

Следующая математическая модель, представленная уравнением (3), использовалась для определения биомассы (в кг) [16]:

$$yi = \beta_0 x dbh^{\beta_1} \quad (3)$$

где β_0 и β_1 – коэффициенты масштабирования; y – биомасса компонента дерева i .

В источниках [17, 18] указано альтернативное уравнение (4), в котором используется вышеупомянутый показатель лесной биомассы, оцененный в данном исследовании:

$$yi = \exp(\beta_0 + \beta_1 x \frac{dbh}{dbh + \beta_2}). \quad (4)$$

Dbh использована в качестве единственной прогнозирующей переменной, поскольку она является наиболее распространенной и наиболее легко измеримой переменной в полевых условиях [19]. Поскольку база

данных о доминирующей лесной растительности содержит только два основных класса (лиственные и хвойные леса), для обработки были выбраны аллометрические уравнения и коэффициенты для двух преобладающих пород Румынии *Picea abies* и *Fagus spp.* (на основе анализа Мууконена в Скандинавии). Хотя результаты связаны с рядом неопределенностей, метод считается применимым в национальном масштабе в европейских странах умеренных и бореальных областей [14].

Полученные таким образом результаты, которые отражают значение биомассы для отдельного дерева, затем были скорректированы с учетом числа деревьев на га, которое получено на основе приблизительно 100 случайных участков, распределенных по всем типам леса с помощью визуальной интерпретации снимков высокого разрешения. Поскольку наблюдалось уменьшение плотности деревьев при увеличении их диаметра, для оценки числа деревьев на участке использовались экспоненциальные зависимости с показателями обратными плотности деревьев. В конце концов, пространственные данные были получены с разрешением 100×100 м для количественного определения распределения наземной лесной биомассы на 1 га.

Результаты и дискуссии

Оцененная НЗБ в Румынии. В целом по состоянию на 2015 г. общая наземная биомасса составила около 1 345 000 000 т, в среднем 147 т/га (рис. 2). Пространственный статистический анализ выявил существенные различия в НЗБ в зависимости от рельефа: горный регион (66 %), холмистый (6 %) и Трансильванская равнина (5 %). Очевидно, что наименьшее расчетное количество лесной биомассы получено в регионах, где преобладают сельскохозяйственные угодья, водно-болотные угодья и крупные водоемы: равнины (0,9 %), плато Добруджа (< 0,1 %), плато Молдавия (2 %) и Дунай Дельта (< 0,1 %).

Полученная карта показывает распределение значений НЗБ, аналогичное данным [20], на основе метода оценки [21], с местными и региональными различиями, характерными для Румынии, обусловленными как физическими, так и географическими характеристиками. Различия особенно выражены при высотном районировании лесов, преобладающих лесных видов и их аллометрических характеристиках, а также обусловлены социально-экономической спецификой и землепользованием, что отражается во временной динамике лесов. Однако, оценка надземной лесной биомассы в этом исследовании имеет ряд неопределенностей в отношении окончательных результатов, полученных как из-за методологии оценки деревьев, так и из-за различного пространственного и временного разрешения данных. Во-первых, данные дистанционного зондирования и их использование имеют ограниченную чувствительность датчиков к изменениям характеристик дерева (например, плотности кроны).

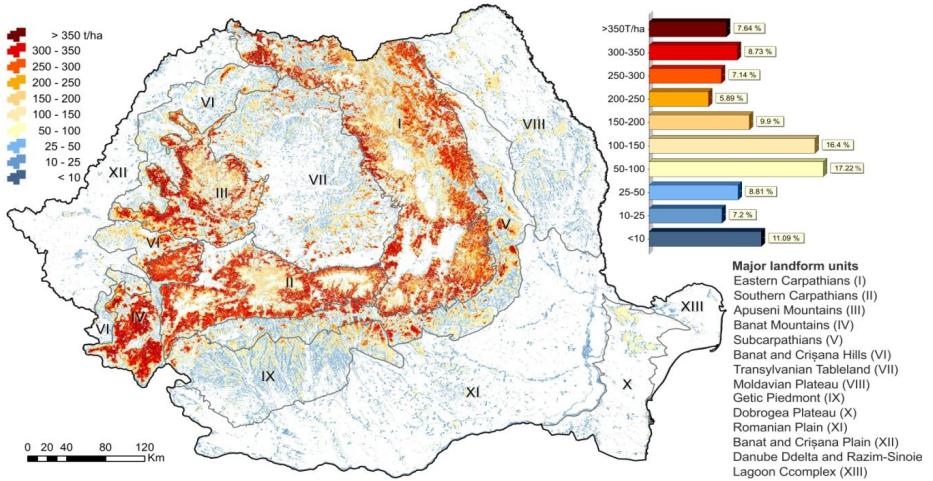


Рис. 2. Расчетное распределение НЗБ на территории Румынии

Во-вторых, хотя аллометрические уравнения, используемые для оценки диаметра деревьев (а в дальнейшем высоты деревьев), применены к распространенным видам из нашей страны, все же они имеют ряд неопределенностей из-за того, что они были спроектированы и разработаны для конкретных видов леса в других регионах Европы. В то же время, результирующие неопределенности картографического материала вызваны различным пространственным разрешением снимков (20 м и 1 км). В более крупном масштабе отражена информация о лесном покрове, доминирующих видах и плотности леса, в более мелком масштабе – информация о высоте деревьев. Таким образом, наложение растровой информации приводит к смеси пикселей с довольно обобщенной базовой информацией. Кроме того, информация о преобладающих видах деревьев обобщена только по двум категориям (лиственные и хвойные), что значительно ограничивает точность результатов из-за невозможности более детальной оценки преобладающих видов лиственных и хвойных лесов (например, лесов, состоящих преимущественно из бука, дуба, ели или смешанных лесов). Кроме того, временные различия могут вносить несоответствие в зависимость между плотностью леса, преобладающим растительным покровом, высотой деревьев (данные 2008 г.) и оценкой биомассы (данные 2015 г.). Таким образом, можно отметить, что лесная биомасса за последние 3 года претерпела значительные локальные изменения, поскольку леса представляют собой одну из наиболее быстро растущих категорий растительного покрова даже в течение короткого периода времени. И наоборот, отсутствие фактических данных по измерениям биомассы «на

месте» ограничило методы статистической проверки достоверности расчетных данных. При таких допущениях предполагается, что результаты расчетов содержат ориентировочные значения, и ожидается, что реальная биомасса будет более или менее соотноситься с картой, полученной в результате этого исследования. Однако, расчетная карта НЗБ является важной частью информации при региональной и национальной оценке накопления углерода.

Выводы

Данное исследование является первым этапом более сложного подхода к оценке надземной лесной биомассы для румынской территории с использованием доступных баз данных *Copernicus*, полученных с европейских спутников *Sentinel*.

Как и следовало ожидать, полученная карта показывает распределение значений НЗБ дифференцированных на уровне основных геоморфологических выделов. Кроме того, учитывая ошибки, связанные с применяемой методологией и точностью данных, результаты, скорее всего, будут содержать определенные ошибки, возникающие как из-за различного пространственного разрешения снимков, так и из-за сделанных обобщений по типам леса. Для повышения точности оценки надземной биомассы и расчета значений запаса углерода должно быть дополнительно проведено более подробное изучение типов лесов в полевых условиях.

Благодарности

Данное исследование проведено в рамках исследовательского проекта PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0404/31PCCDI/2018 (UEFISCDI).

Авторы хотят принести благодарность Европейскому Агентству Окружающей Среды (Службы мониторинга земли Коперника) за предоставление баз данных Плотность древесного покрова 2015 и Тип леса 2015 <https://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/forests/>, а также NASA через Spatial Data Access Tool (SDAT) за предоставление набора данных Глобальная высота леса https://csdms.colorado.edu/wiki/Data:Global_Forest_Heights (дата доступа 07.18.2018).

• Список литературы

1. Avitabile V, Camia A. (2018) An assessment of forest biomass maps in Europe using harmonized national statistics and inventory plots. *Forest ecology and management*, 409, 489–498.
2. Avitabile V, Baccini A, Friedl MA, Schmullius C (2012) Capabilities and limitations of Landsat and land cover data for aboveground woody biomass estimation of Uganda. *Remote Sens Environ.*, 117:366–80.
3. Avitabile V, Herold M, Heuveldink GBM, Lewis SL, Phillips OL, Asner GP, Armston J, Ashton PS, Banin L, Bayol N, et al. (2016) An integrated pan-tropical biomass map using multiple reference datasets. *Glob Change Biol.*, 22:1406–20.
4. Baccini A, Laporte N, Goetz SJ, Sun M, Dong HA (2008) first map of tropical Africa's above-ground biomass derived from satellite imagery. *Environ Res Lett*, 8:3:9.

5. Baccini A, Goetz SJ, Walker WS, Laporte NT, Sun M, Sulla-Menashe D, Hackler J, Beck PSA, Dubayah R, Friedl MA, et al. (2012) Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nat Clim Change Lett.*, 2:182–5.
6. Cartus O, Kellndorfer J, Walker W, Bishop J, Franco C, Santos L, Michel Fuentes JM (2014) A national, detailed map of forest aboveground carbon stocks in Mexico. *Remote Sens.*, 6:5559–88.
7. Cartus O, Santoro M, Kellndorfer J (2012) Mapping forest aboveground biomass in the Northeastern United States with ALOS PALSAR dual-polarization L-band. *Remote Sens Environ.*, 124:466–78.
8. Dubayah RO, Sheldon SL, Clark DB, Hofton MA, Blair JB, Hurt G, Chazdon RL (2010) Estimation of tropical forest height and biomass dynamics using lidar remote sensing at La Selva, Costa Rica. *J Geophys Res.*, 15:1–17.
9. Kindermann G, McCallum I, Fritz S, Obersteiner M (2008) A global forest growing stock, biomass and carbon map based on FAO statistics. *Silva Fennica* 42 (3), 387–396.
10. Lefsky MA, Keller M, Pang Y, De Camargo PB, Hunter MO (2007) Revised method for forest canopy height estimation from Geoscience Laser Altimeter System waveforms. *Journal of Applied Remote Sensing*, 1.
11. Marklund LG (1987) Biomass functions for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Sweden. *Sveriges lantbruksuniversitet, Rapporter–Skog* 43:1–127.
12. Marklund LG (1988) Biomassfunktioner för tall, gran och björk i Sverige. *Sveriges lantbruksuniversitet, Rapporter–Skog* 45:1–73.
13. Muukkonen P (2007) Generalized allometric volume and biomass equations for some tree species in Europe. *European Journal of Forest Research*, 126(2), 157–166.
14. Pastor J, Aber JD, Melillo JM (1983/1984) Biomass prediction using generalized allometric regressions for some northeast tree species. *For Ecol Manage* 7:265–274.
15. Rodríguez-Veiga P, Saatchi S, Tansey K, Balzter H (2016) Magnitude, spatial distribution and uncertainty of forest biomass stocks in Mexico. *Remote Sens Environ.*, 183:265–81.
16. Saatchi SS, Harris NL, Brown S, Lefsky M, Mitchard ET, Salas W, Zutta BR, Buermann W, Lewis SL, Hagen S, et al. (2011) Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proc Natl Acad Sci USA*, 108:9899–904.
17. Simard M, Pinto N, Fisher JB, Baccini A (2011) Mapping forest canopy height globally with space borne Lidar. *J. Geophys. Res.*, 116, doi:10.1029/2011JG001708.
18. Urbazaev M, Thiel C, Cremer F, Dubayah R, Migliavacca M, Reichstein M, Schmullius C (2018) Estimation of forest aboveground biomass and uncertainties by integration of field measurements, airborne LiDAR, and SAR and optical satellite data in Mexico, *Carbon Balance Manage.*, 13:5. doi.org/10.1186/s13021-018-0093-5.
19. Vashum KT, Jayakumar S (2012) Methods to Estimate Above-Ground Biomass and Carbon Stock in Natural Forests – A Review. *J. Ecosyst. Ecogr.*, 2:116. doi:10.4172/2157-7625.1000116.
20. Zianis D, Mencuccini M (2003) Aboveground biomass relationship for beech (*Fagus moesiaca* Cz.) trees in Vermio Mountain, Northern Greece, and generalised equations for *Fagus* spp. *Ann For Sci* 60:439–448.
21. Zianis D, Mencuccini M (2004) On simplifying allometric analyses of forest biomass. *For Ecol Manage* 187:311–332.
22. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy>.

Ю.И. Винокуров, Б.А. Красноярова

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ И ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА В АЛТАЙСКИХ РЕГИОНАХ

В настоящее время много говорят и пишут об экологическом туризме, связывая его развитие преимущественно с путешествием на территорию особо охраняемых природных объектов с разным режимом заповедания. И с этим сложно согласиться, потому что туризм даже с «БОЛЬШИМИ» ограничениями остается видом хозяйственной деятельности и несет с собой нагрузку на окружающую среду. Поэтому в своей статье нам бы очень хотелось разобраться с дефинициями и начнем с ключевых понятий. Что мы понимаем под «экологическим туризмом»? Какую экономику называют «зеленой»? И как туризм и его экологически приемлемые формы вписываются в концепцию зеленой экономики?

Международная организация экотуризма дает следующее определение: экологический туризм – это ответственное путешествие в природные зоны, области, сохраняющие окружающую среду и поддерживающие благосостояние местных жителей, что вполне соответствует тому, что вкладывал в этот термин его первый автор Гектор Цебаллос-Ласкурейн в 1983 г. [11].

В современной научной и научно-публицистической литературе встречается множество толкований данного термина, имеются и альтернативные предложения, например, природный или биотуризм, приключенческое путешествие в дикую природу, зеленый сельский и агротуризм или зеленый туризм, иные их модификации. Все они предполагают «мягкое» вмешательство в природную среду с соблюдением основных принципов:

- сведение к минимуму негативных последствий экологического и социально-культурного характера, поддержание экологической устойчивости среды;
- содействие охране природы и местной социокультурной среде;
- экологическое образование и просвещение;
- участие местных жителей и получение ими доходов от туристической деятельности, что создает для них экономические стимулы к охране природы;
- экономическая эффективность и вклад в устойчивое развитие посещаемых регионов [10].

В мировом сообществе в основном рассматривают две модели экологического туризма, называемые чаще европейской и австралийской. Европейская модель – это природно-ориентированный туризм, включающий программы экологического образования и просвещения и осуществляемый в соответствии с принципами экологической устойчивости с глубоким пониманием местной культуры и природной среды, который не нарушает целостность экосистем, при этом делая охрану природных ресурсов выгодной для местных жителей [12].

Вторую модель чаще называют австралийской, хотя и сформировалась она, прежде всего, в Северной Америке – США и Канаде – в конце 1960-х годов, но наиболее полно реализована в Австралии. Экотуризм в данном случае понимается как «экологически устойчивая форма природного туризма, ориентированная прежде всего на жизнь в дикой природе и познание ее, организуемая в соответствии с этическими нормами таким образом, чтобы свести к минимуму воздействие на окружающую среду, потребление и затраты, и ориентированная на разновозрастный уровень (с точки зрения контроля, преимуществ и масштабов). Обычно такая форма туризма развивается на охраняемых территориях и призвана вносить вклад в сохранение этих территорий» [13, 14]. Данная модель в основном получила распространение в государствах, имеющих разветщенную сеть особо охраняемых территорий с крупными региональными объектами заповедания.

На территории Российской Федерации в основном принята австралийская модель экологического туризма, все чаще допускающая погружение в «святая святых» российской сети особо охраняемых природных территорий – природные заповедники. В какой-то мере это и понятно, учитывая их многофункциональность, а также площадь территории, ими занимаемую. Например, площадь заповедников на территории страны составляет около 340 тыс. км², что равняется площади Финляндии – далеко не самой маленькой страны мира. Средняя площадь одного заповедника составляет 3,3 тыс. км², а это больше площади 30 самых маленьких стран мира. Хотя в масштабах нашей страны это всего лишь 2 % ее территории.

На наш взгляд, наиболее соответствует целям экологического туризма третья модель, которая в чем-то сродни волонтерству, и получившая распространение в экономически развитых государствах Европы. Эта модель все шире распространяется и у нас в стране, например, на Байкале [1], Алтае, в других регионах. Так, например, общественная организация «Хранители озера» занималась очисткой берегов Телецкого озера. Да и движение «Начни с дома своего» тоже, на наш взгляд, в чем-то сродни

волонтерскому. Участники этого проекта, наравне с познавательной целью, решают и экологические задачи – очистка значимых мест отдыха, посадка зеленых насаждений, экопросвещение и др. Цель такой модели экотуризма видится не столько в том, чтобы как можно меньше привносить негативных воздействий «в природу», сколько в их ликвидации и привнесении позитивных импульсов восстановления нарушенных природных комплексов или их отдельных компонентов, иногда в их реконвалесценции [6].

Что касается другого термина – «зеленая экономика», то, по мнению авторитетной международной организации UNEP, к ней относятся отрасли, которые создают и увеличивают природный капитал земли или уменьшают экологические угрозы и риски. Если традиционная экономика совмещает труд, технологии и ресурсы, чтобы производить товары ко-нечного пользования и отходы, то зеленая экономика должна возвращать отходы обратно в производственный цикл, нанося минимальный вред природе [5].

Конечно, экологический туризм, реализуемый и по первой – европейской, и по второй – австралийской – модели, вполне вписывается в концепцию зеленой экономики при соблюдении ВСЕХ принятых на себя ограничений и обязательств. Однако опыт показывает, что все-мерное развитие туризма в Алтайских регионах весьма далеко от «зе-леного» пути.

Так на территории Алтайского края функционирует единственный заповедник – Тигирекский, площадью 406,9 км², созданный в декабре 1999 г. Заповедник выполняет важную природоохранительную функцию, изучая и сохраняя 35 редких и исчезающих видов сосудистых растений, 12 видов лишайников и 3 – грибов, включенных в Красные книги РФ и Алтайского края. Широко представлена также фауна заповедника, где отмечено присутствие 63 видов млекопитающих, 170 видов птиц, 6 видов рептилий, 2 вида амфибий, 10 видов рыб, 1700 видов беспозвоночных [4]. В то же время, на территории Тигирекского заповедника находится район падения вторых ступеней ракет-носителей. Сотрудники заповедника проводят научные исследования, выполняют важную просветительскую работу, а параллельно на этой же территории осуществляется и столь же не свойственная природоохранному учреждению деятельность. И это не единичный случай столь «рачительной» охраны биоразнообразия – аналогичная ситуация наблюдается на территории Алтайского государственного заповедника, одной из старейших заповедных территорий страны, которая также находится в расчетном эллипсе падения ступеней ракет. В таком случае встает вопрос: заповедник – это полигон для со-

хранения биоразнообразия или испытания его на выживаемость? Что касается туризма, то даже в своем «экологизированном» виде – это все-таки вид хозяйственной деятельности, и, как и любая деятельность, его развитие несет с собой негативное воздействие на природную среду. В таком случае, организуя экологические туры, следует учитывать их воздействие на природные комплексы, тем более, когда эти туры осуществляются на территории особо охраняемых природных территорий, даже если это и не заповедники, а заказники с разрешенными видами деятельности.

Алтайские регионы – и Алтайский край, и Республика Алтай – активно позиционируют себя как туристско-ориентированные регионы. Туристские приоритеты развития прописаны во всех стратегических документах – и в Стратегиях социально-экономического развития, и в Схемах территориального планирования регионального и муниципального уровня; об этом свидетельствует и участие в различных выставках, ярмарках и т. п. Показателен и факт создания на территории «двух Алтаев» особых экономических зон туристско-рекреационной направленности – Бирюзовой Катуни (Алтайский край) и Долины Алтая (Республика Алтай), а также Игорной зоны «Сибирская монета» (тот же Алтайский край). Функционирование этих объектов сложно назвать эффективным, но выбор их местоположения экспертами подтверждает широкий спектр возможностей туристско-ориентированного развития [7]. Можно отметить и рост числа туристов из других стран и регионов, посетивших алтайские туристические объекты. Например, если в 2006 г. Алтайский край принял 600 тыс. туристов, то уже в 2013 г. – 1,6 млн, а в 2017 г. – около 2 млн туристов [9].

Туризм меняет облик регионов. Это и активно развивающийся город-курорт Белокуриха, и туристско-рекреационный комплекс «Бирюзовая Катунь», и туркомплексы разной степени комфорtnости на берегах пресных и соленых озер (Телецкое, Ая, Белое, Колыванскоe, Яровое, Завьяловское и др.) и рек Оби, Бии, Катуни и др. Однако нашему турбизнесу очень далеко до экологического и даже экологически ориентированного. К сожалению, туристические объекты создаются на берегах водных объектов без необходимого санитарно-технического обеспечения, иногда носят случайный характер, не имеют проектов своего развития, а эксплуатация их начинается задолго до специального обеспечения безопасного водоснабжения и водоотведения. Подобную картину можно встретить на пресных и соленых озерах Алтайского края, пользующихся спросом у местных жителей и гостей из соседних регионов, в том числе имеющих тот или иной природоохранный статус.

Поэтому нам ближе третья модель экологического туризма, когда волонтеры приезжают *«in situ»*, убирают мусор, сажают деревья, оборудуют тропы для организованного прохода, помогая природе и сохраняя ее.

Что касается «зеленой экономики», то в Алтайском крае она должна быть связана с экологически сбалансированным аграрным природопользованием: регламентированным уровнем распашки, соблюдением севооборотов без стихийного шараханья из стороны в сторону исходя из конъюнктуры рынка на сельхозпродукцию, регулируемой нагрузкой скота на единицу площади сельскохозяйственных угодий, соблюдением пастбищеоборота и структуры стада. Зеленая экономика Алтайского края – это комплексная переработка сельхозпродукции без отходов и выбросов с широким спектром выпускаемой продукции. Это ведь просто нонсенс, когда в магазинах городов края продается молочная продукция из Центральной России, а знаменитые алтайские твердые сыры варят в степных районах, где они по определению не могут быть качественными – не та кормовая база!

Сегодня в крае производится около трети ранее производимого сыра, масла. Хотя по плодородию пахотных угодий, по разнообразию природно-климатических условий край может обеспечить продовольствием не только свое население, но и приезжающих рекреантов и жителей других регионов Сибири.

Республика Алтай делает ставку на развитие туризма, к сожалению, сократив производство сельскохозяйственной продукции, начиная с 1990 г. Особенно существенно сократились площади обрабатываемых земель, в том числе для производства кормовых культур. При этом поголовье крупного и мелкого скота восстанавливается, но около 50 % голов сосредоточено в хозяйствах населения, тем самым увеличивается нагрузка на естественные кормовые угодья вблизи населенных пунктов, отмечается пастбищная дигрессия, во-первых, и теряется эстетическая привлекательность приселенных ландшафтов, во-вторых.

В 1990-е годы была разработана «Концепция формирования Южно-Алтайского эколого-экономического региона» [2], в которой в числе прочих мероприятий предлагалось использовать алтайские сельские поселения под дачи для северян с детьми. Жители, скорее жительницы, северных регионов Сибири приезжали бы с детьми на все лето, отдыхали на свежем воздухе, питались натуральными продуктами, а при желании, делали заготовки на зиму и вывозили к себе домой. Это было бы полезно и для здоровья детей, и для семейного бюджета и северян, и местных жителей. Тогда эта идея не получила развития, а

развиваемый ныне «зеленый» или сельский туризм – это уже грубая копия тех идей, так как в основном потерян контингент такого рода рекреантов. Сроки сельских туров составляют, как правило, 1–2 недели и организм не успевает адаптироваться к новым условиям, да и стоимость таких поездок высока. В настоящее время северяне предпочтитаю выезжать в Турцию, Египет и др. страны, стоимость данных поездок сопоставима с поездкой на Алтай, но, к сожалению, сопровождается резкой сменой климатических условий, что не всегда полезно для детей и взрослых с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями, но об этом умалчивается туроператорами. Да и современные риски турфирм и авиакомпаний нельзя исключать, что несет особые вызовы для семейного отдыха.

С учетом ранее выполненных и опубликованных работ по развитию идеологии устойчивого развития [3, 8], целевых программных и проектных разработок, широкой подготовки специалистов в области организации рекреационной деятельности, Алтай со своим разнообразием природно-климатических и рекреационных ресурсов мог бы стать настоящей «Меккой» и для родителей с детьми, и для любителей активных туров. Для того, чтобы такое туристическое освоение алтайских регионов было экологически приемлемым и экономически эффективным, необходимо прежде всего инфраструктурное обустройство мест отдыха и экологическое воспитание самих рекреантов в соответствии с принципами «зеленой экономики» и устойчивого развития.

• Список литературы

1. Байкальская экошкола волонтеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://ecodelo.org/1950-baikalskaya_ekoshkola_volonterov-obrazovanie_dlya_ustoichivogo_rазвития. – Опубликовано larros 28.01.11.
2. Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А., Логинов А.Н., Ревякин В.С. Концепция формирования эколого-экономического региона // Проблемы региональной экологии. – Вып. 2 – Региональное природопользование. – Томск, 1994. – С. 44–48.
3. Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А., Овденко В.И., Суразакова С.П., Счастливцев Е.Л. Устойчивое развитие Сибирских регионов. – Новосибирск: Наука, 2003. – 240 с.
4. Заповедник Тигирекский [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.krasadm.ru/tigirekskiy_zapovednik/index.html.
5. Зеленая экономика [Электронный ресурс] / Управление проектами: cleantech, biotech, экоинновации. – Режим доступа : <http://reggreenlab.ru/ru/green-economic>.
6. Красноярова Б.А. Экокультурный императив в освоении северных территорий Сибири // Северная стратегия России: экологическая безопасность и этнокультурная политика: материалы VI Северного социально-экономического конгресса. – М.: ООО «Первая оперативная типография», 2011. – С. 362–370.

7. Петелин С.М. Экономико-географический анализ формирования особых экономических зон туристско-рекреационного типа в Сибирском федеральном округе : автореф. дис. ... канд. географ. наук. – Иркутск, 2017. – 24 с.
8. Современные трансформационные процессы в регионах Большого Алтая / отв. ред. Ю.И. Винокуров; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т водн. и экол. проблем. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014 – 247 с.
9. Тянет как магнитом. Поток туристов в Алтайский край ежегодно растет // Российская газета. – Неделя. – Сибирь № 7553 (90) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rg.ru/2018/04/26/reg-sibfo/pochemu-rastet-potok-turistov-v-altaiskij-kraj.html>.
10. Экологический туризм на пути в Россию. Принципы, рекомендации, российский и зарубежный опыт. – Тула: Гриф и К⁰, 2002. – 284 с.
11. Ceballos-Lascurain, H. 1996. Tourism, Ecotourism, and Protected Areas // The state of nature-based tourism around the world and guidelines for its development. – IUCN Publications Services Unit, 1996.
12. Steck B. Sustainable Tourism as a Development Option. Practical Guide for Local Planners, Developers and Decision Makers. – Washington D.S., 1999. – P. 41.
13. Western D. Defining Ecotourism. In: Ecotourism: A Guide for Planners and Managers. The Ecotourism Society, North Bennington, USA, 1993.
14. Fennel, D.A. (1999) Ecotourism: An Introduction, Routledge, London, 1999.

З.А. Семенова, А.И. Чистобаев

МЕДИЦИНСКИЙ ТУРИЗМ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ С ПОЗИЦИЙ КОНЦЕПЦИИ ЗЕЛЕНОГО РОСТА

Введение

Вынесенные в название статьи категории «медицинский туризм» и «зеленый рост» – относительно новые для науки вообще и для географической науки, в частности. Первая категория появилась в научной литературе в конце минувшего века, вторая – в текущем; обе зародились за рубежом. Между тем Россия, обладая набором специфических условий обеспечения устойчивого развития, нуждается в собственных, оригинальных разработках. Не является исключением в этом смысле и медицинский туризм.

Актуальность исследований по развитию и территориальной организации медицинского туризма в России (и в Санкт-Петербурге, в частности) обусловлена относительно низким уровнем (по сравнению с западными странами) качеством жизни, высокой концентрацией населения в крупнейших городских агломерациях, слабой инфраструктурной обустроенностю больших и малых городов, оттоком населения из восточных и северных регионов страны, наличием во многих местностях неблагоприятной экологической ситуации.

Взятый в последние годы в стране курс на концентрацию населения в крупнейших городских агломерациях еще больше усугубляет ситуацию с медицинским обслуживанием в монопрофильных городах, удаленных от административных центров субъектов РФ, муниципальных районах, городских и сельских поселениях. По этим причинам возникают такие негативные явления, как обострение демографической ситуации в стране, расслоение населения по уровню качества и ожидаемой продолжительности жизни. Может ли в этих условиях медицинский туризм способствовать оздоровлению нации? В состоянии ли российская сфера здравоохранения быть конкурентоспособной на мировом рынке медико-туристских услуг?

Получить ответы на поставленные вопросы – цель данного исследования. Соответственно, определились и задачи: 1) выявить предпосылки развития медицинского туризма в одном из главных лечебно-оздоровительных центров страны – Санкт-Петербурге; 2) сопоставить уровни развития медицинского туризма в Санкт-Петербурге, Москве и странах Балтийского региона; 3) обозначить стратегические приоритеты

организации медицинского туризма как отрасли зеленой экономики в городе столичного типа; 4) обосновать конкурентоспособность Санкт-Петербургской дестинации медицинского туризма на региональном и мировом рынках.

Исследование охватывает как государственный и муниципальный, так и частный секторы сферы здравоохранения.

Методология и материалы исследования

В основу проведения исследований положены системно-структурный, геоситуационный, воспроизводственный и проблемно-программный научные подходы, которые определили и соответствующие им методы: статистического и пофакторного анализов, моделирования, программно-целевой. При подготовке статьи авторы опирались на собственные (ранее выполненные) теоретико-методологические разработки по исследованию пространственно-временной динамики состояния общественного здоровья и сферы территориального здравоохранения, выявлению роли мирового медицинского туризма в оздоровлении нации [17]. В других публикациях авторов медицинский туризм рассмотрен как отрасль экономики [15] и как инновационная дестинация на постсоветском пространстве, особенно в Балтийском регионе [10].

В качестве информационной базы для данной статьи послужила официальная отчетность Росстата и Петростата. Кроме того, были использованы электронные ресурсы сети Интернет, периодическая профильная литература, материалы социологических опросов, нормативно-правовые и аналитические документы.

Парадигма зеленой экономики. Формирование концепции «зеленой экономики» стало следствием осознания мировым сообществом необходимости внедрения нового социально-экологического подхода к организации общественного воспроизведения в специфических условиях жизнедеятельности населения. С позиций этой концепции модернизация мировой и региональной экономики должна осуществляться в сельском, лесном и водном хозяйстве, традиционных промыслах, туризме, информационно-коммуникационной инфраструктуре на основе новых технологий, которые могли бы остановить истощение ресурсов и разрушение экосистем [6].

Экологический фактор в общественном воспроизведении становится имманентным свойством экономики, имеет первостепенное значение для сохранения окружающей среды, обеспечения устойчивого развития зеленой экономики [9]. Главным признаком зеленого курса социально-экономического развития, осуществляемого под эгидой ООН, Организа-

ции экономического сотрудничества и развития, Всемирного банка, является сочетание экономического роста с экологической устойчивостью [18]. Зеленый курс в развитии экономики – это не только рациональное природопользование, а и, главное, – сбережение общественного здоровья.

Идея зеленой экономики стала внедряться в России представителями научного сообщества во втором десятилетии текущего века [1, 2, 5, 11, 12]. Наряду с глобальным и национальным уровнями, вопросы зеленого роста рассматриваются и на уровне внутристрановых регионов [3, 14]. Коллективом ученых во главе с Е.А. Шварцем создана национальная модель зеленой экономики, основное назначение которой состоит в решении задач по снижению антропогенного давления на окружающую среду, повышению эффективности потребления природных ресурсов и энергоэффективности экономики, улучшению правового регулирования с целью минимизации экологических угроз здоровью человека [16]. Как видим, сбережение здоровья человека является главной целереализующей функцией модели зеленой экономики в нашей стране.

В решении задач сбережения общественного здоровья значительную роль играет лечебно-оздоровительный туризм, в том числе один из его подвидов – медицинский туризм в России. По выборочным данным, медицинское направление лечебно-оздоровительного туризма растет особенно быстрыми темпами, главными центрами его становятся Москва и Санкт-Петербург.

Медицинский туризм в контексте парадигмы зеленой экономики. На первый взгляд, может показаться, что медицинский туризм не вписывается в парадигму зеленой экономики, поскольку не имеет прямой связи с «зеленой» природой. На самом деле это не так: данный вид туризма сфокусирован на посещение клинических лечебно-оздоровительных объектов, деятельность которых не оказывает сильного антропогенного воздействия на природу. Более того, медицинский туризм подразумевает набор инструментов (мер) по экологизации туристской деятельности, повышению качества жизни, развитию рекреационных услуг, устойчивому функционированию организаций сферы здравоохранения. Следовательно, его можно рассматривать как одну из составляющих системы мер по формированию туристско-рекреационных систем, охране окружающей среды, сбережению общественного здоровья и оздоровлению территории. Все перечисленное вполне укладывается в контекст представленной выше концепции зеленого роста.

Как уже было отмечено, термин «медицинский туризм» возник в конце прошлого века как особый вид услуг в составе лечебно-оздоровительного туризма. Выделение его в самостоятельный вид дея-

тельности обосновывалось в трудах таких зарубежных ученых, как Claude Kaspar, John Connell, Glen Cohen, Michel Hall, David Hancock. Медико-туристскую проблематику освещали и отечественные ученые: И.В. Барчуков, М.Б. Биржаков, А.М. Ветитнев, Л.Б. Журавлев, А.И. Зорина, В.А. Квартальнов, Н.В. Маньшина, Г.Ю. Щекин и др. Авторы отмечают, что жизнь без недугов является универсальной ценностью для каждого человека, нацеливает на поиск высококвалифицированной медицинской помощи по доступной цене. Приобретая, таким образом, медицинские услуги вне постоянного места проживания, человек становится путешественником, или «медицинским туристом».

Характерной особенностью медицинского туризма являются две наиболее значимые функции: 1) получение клинического лечения и реабилитации; 2) познавательно-экскурсионное ознакомление с достопримечательностями места временного пребывания пациента. В реализации этих функций, наряду с медицинским персоналом, участвуют и туроператоры, которые обеспечивают рекреационный досуг.

Условия развития медицинского туризма в Санкт-Петербурге. В настоящее время в Санкт-Петербурге сосредоточено более 100 стационаров и около 400 амбулаторно-поликлинических учреждений, 32 научно-исследовательских института медицинского профиля и свыше 1000 частных медицинских организаций. В системе городского здравоохранения трудятся более 150 тыс. медицинских работников, клиническое лечение получают не менее 140 тыс. человек в год, причем около 4/5 от этого числа приходится на приезжих пациентов [4]. В табл. 1 представлены наиболее значимые (по результатам рейтинга и анкетных опросов) учреждения здравоохранения города.

Таблица 1

**Наиболее значимые учреждения здравоохранения
Санкт-Петербурга по результатам рейтинга 2016 г.***

| Государственные | Частные |
|---|--|
| 1.ФГБУ «НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России; | 1. Клиники СМТ («Современные медицинские технологии»); |
| 2.СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница №2»; | 2. Группа компаний «АВА-ПЕТЕР»; |
| 3.СПб ГБУЗ «Александровская больница»; | 3. Медицинский холдинг «Медика»; |
| 4.СПб ГБУЗ «Детская городская больница № 1»; | 4. Группа компаний «Меди»; |
| 5.СПб ГБУЗ «Городская больница № 40»; | 5. Медицинский центр «XXI век»; |
| 6.ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России. | 6.Лечебно-диагностический центр МИБС. |

*Составлено авторами.

Наибольшим спросом у медицинских туристов пользуются услуги стоматологии (44 %), гинекологии и урологии (23), пластической хирургии (17), ортопедии и травматологии (11 %). Такая структура медицинских услуг обусловлена как высокими качественными характеристиками медицинских организаций, так и географическими, и geopolитическими факторами. Среди последних назовем следующие: непосредственное соседство со странами Балтии и Северной Европы, высокая надежность межгосударственной транспортной инфраструктуры, создание доступной городской среды для инвалидов, разнообразие и эксклюзивность туристских аттракций, выгодный для иностранцев курс рубля по отношению к иностранной валюте. Оценивая, в совокупности, приведенные характеристики, можно с полным правом заявить о том, что рассматриваемая дестинация медицинского туризма имеет все предпосылки для выхода на мировой уровень [8].

К числу сдерживающих факторов развития медицинского туризма в Санкт-Петербурге относятся: большая налоговая нагрузка на субъекты малого бизнеса, слабый менеджмент туроператоров и маркетологов, несовершенство нормативно-правовой базы при формировании систем аккредитации и сертификации клиник, сложности с оформлением виз, дорогостоящее размещение и питание, наличие языковых барьеров при общении с иностранцами. Для преодоления названных барьерных ситуаций необходимо развивать региональный рынок медицинского туризма, разрабатывать комплексные пакеты услуг, создавать условия для преодоления сезонности туризма, сформировать городской оператор для данного вида туризма, повышать уровень осведомленности туристов о медицинских и рекреационных возможностях дестинации. Эти задачи приходится решать при наличии внутренней и внешней конкуренции, теневой и коррупционной медицины, зависимости от иностранных лекарств и медицинского оборудования, нестабильности социально-экономической ситуации в стране.

Применив к анализу факторов воздействия на развитие медицинского туризма в Санкт-Петербурге известную модель «конкурентного ромба» М. Портера [19] нами предложен механизм выработки стратегии устойчивого развития рассматриваемого вида деятельности в исследуемом регионе [10].

Учет конкурентных возможностей со стороны медицинского туризма Москвы и стран Балтии. Столичный фактор Москвы, естественно, создает конкуренцию медицинскому туризму Санкт-Петербурга. В доказательство достаточно привести данные о величине туристских потоков: в Москве они втрое выше, чем в Санкт-Петербурге (табл. 2).

Таблица 2

Динамика туристских потоков в Санкт-Петербург и Москву*

| Показатели | Санкт-Петербург | | Москва | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 2014 г. | 2017 г. | 2014 г. | 2017 г. |
| Количество прибывших туристов, млн чел.: всего в том числе иностранцев | 6,3 — | 7,5 3,75 | 16,5 — | 21,6 4,8 |
| Численность размещённых в КСР** лиц, тыс. чел., всего из них: граждане РФ из других государств | 2 679,1 1 779,9 899,2 | 3 534,6 2 271,6 1 263,0 | 5 618,7 3 768,9 1 849,8 | 9 560,4 7 043,8 2 516,6 |

*Составлена по [12, 13].

**КСР – коллективное средство размещения.

Однако, как видно из данных табл. 2, превышение потока иностранных туристов существенно меньше – в 1,3 раза. Провести сравнение данных о медицинских туристах не представляется возможным из-за отсутствия достоверной статистики.

Оба столичных города имеют высоко оснащенные приборами и технологиями лечения многопрофильные больницы, специализированные клиники и центры. В сфере здравоохранения осуществляется политика по модели государственно-частного партнерства, создана инновационная инфраструктура. Вместе с тем, налицо и существенные различия, например, в стоимости лечения и проживания. Так, имплантация зуба в городе на Неве ниже, чем в Москве в 1,7 раза, а средний чек размещения за сутки ниже в 1,25 раза. Примерно в таком же соотношении находится и средняя стоимость основных видов клинических услуг.

В странах Балтии (Латвии, Литве и Эстонии) развиваются, в основном, такие виды лечебно-оздоровительного туризма, как SPA-отели (например, в Эстонии их более 40, что в расчете на душу населения больше, чем в любой другой стране). Из клинических видов лечения в Латвии пользуются спросом ЭКО, пластическая хирургия, онкология, ортопедия, офтальмология, а в Литве – эстетическая хирургия, стоматология, трансплантация органов. Основными факторами привлекательности балтийских дестинаций медицинского туризма являются географическое положение относительно Финляндии и скандинавских стран, разумное соотношение «цена – качество».

Стратегические приоритеты развития медицинского туризма в Санкт-Петербурге как отрасли зеленой экономики. Главной предпосылкой данного вида зеленой экономики является высокая квалификация

медицинских кадров. Для координации медицинских и туристских услуг нужны туроператоры, обладающие компетенцией в инфраструктуре медицины и туризма. При обслуживании иностранных туристов персонал должен владеть английским или их родным языком, что сглаживает культурно-ментальные барьеры, способствует установлению доверия. Важно также установить обмен информацией с медицинской организацией, в которой пациент ранее лечился или проходил диагностику.

Качество медицинских услуг может быть улучшено при осуществлении стандартизации, сертификации и аккредитации медицинских организаций. Наличие соответствующей документации увеличит шанс привлечения иностранных туристов. У Санкт-Петербурга есть все предпосылки для обладания сертификатом аккредитации организации JCI (Joint Commission International).

Формирование положительного опыта потребителя достигается при обеспечении доступности и прозрачности информации, создании единого оператора для сферы медицинского туризма. Пока получение характеристик медицинских организаций возможно только на их сайтах, а единый информационный портал, подобный туристскому серверу TripAdvisor, еще формируется.

Стратегические альянсы с зарубежными партнерами могут быть усилены при создании прочной сети регулирования и координации медицинских структур. Объединению специалистов и защите прав потребителей способствует членство в таких международных ассоциациях, как Medical Tourism Association, International Medical Travel Association, European Medical Tourism Alliance.

Увеличить инвестиционную привлекательность медицинского туризма в составе лечебно-профилактической деятельности могло бы введение специальной медицинской визы. Опыт упрощения визовых формальностей накоплен во время проведения в России чемпионата мира по футболу (2018 г.), его вполне можно переложить и на медицинский туризм.

Новым явлением в обслуживании медицинских туристов стало внедрение современных сервисных технологий. Специальные медицинские такси доставляют пациентов в санаторий и обратно домой, в обязанности водителя входит сопровождение пациента до регистратуры, приемного покоя, кабинета врача. Медицинский консьерж предоставляет прибывшим пациентам персонального куратора, который поможет разрешить возникшие вопросы. Все это повышает престиж и статус медицинских организаций, способствует привлечению новых пациентов.

Одна из задач развития медицинского туризма – улучшение качества всех элементов инфраструктуры на окружающей медицинские организа-

ции территории города. Проведенный нами анализ этого аспекта свидетельствует о наличии сопутствующих проблем (табл. 3). (Оценки: 0 – нет/плохо, 1 – удовлетворительно, 2 – да/отлично).

Противоположные примеры (относительно тех, что представлены в табл. 3) есть в Петроградском и Курортном районах города. Так, расположенный в Петроградском районе комплекс апартаментов «Авеню-Апарт» отвечает запросам медицинских туристов по доступности к шести медицинским организациям: время пешего хода до них определяется от 5 минут до получаса, вдоль пути располагаются зеленые зоны, магазины, кафе. Не менее комфортно чувствуют себя пациенты десятков санаториев и пансионатов Курортного района. В его приморской части оборудованы спортивные площадки, созданы бассейны и культурно-развлекательные объекты. Сосновые боры, дюны, широкие песчаные пляжи вдоль берега Финского залива придают высокую атtractивность ландшафтам.

В развитии инфраструктуры и экскурсионных дестинаций на территории города и Карельского перешейка (Ленинградская область) участвуют бизнес-структуры на условиях государственно-частного партнерства. Некоторые санатории имеют кафедры вузов, сотрудничают с городскими клиниками, из которых прооперированные пациенты поступают в санатории для процесса реабилитации. Установление таких связей свидетельствует о том, что в городе формируется медико-туристский кластер, который в перспективе сможет выйти на мировой уровень.

Таблица 3
**Инфраструктура медицинского туризма вблизи ЛПУ,
находящихся в спальных районах города***

| ЛПУ | КСР | Транс-порт | Досуг | Пита-ние | Парк | Итого |
|---|-----|------------|-------|----------|------|-------|
| Елизаветинская больница | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 7 |
| Городская больница Святого Великомученика Георгия | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 7 |
| РНИИТО им. Р.Р. Вредена | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 6 |
| Клиническая больница № 122 им. Л.Г. Соколова | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| Клиника им. Петра Великого (СЗГМУ им. Мечникова) | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 6 |
| СЗФМИЦ им. В.А. Алмазова | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| СПб ГБУЗ «Городская много-профильная больница № 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Сестрорецкая больница № 40 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Родильный дом № 17 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |

*Составлено авторами.

Заключение

Медицинский туризм – новый тренд в развитии зеленого курса экономического роста, который обусловлен реальным спросом на медико-туристском рынке, способствует формированию медико-туристских кластеров, направленных на выполнение здоровьесберегающей функции. Одновременно этот вид деятельности стимулирует развитие здравоохранения, повышение квалификации медицинских кадров.

Значительным медико-туристским потенциалом обладает Санкт-Петербург, располагающий высокотехнологичными медицинскими центрами, многопрофильными медицинскими организациями. К числу его конкурентных преимуществ можно отнести доступные цены на лечение и размещение пациентов. Наличие надежной транспортной связи и близость к странам Балтии и Северной Европы благоприятствуют привлечению иностранных туристов.

Стратегические приоритеты в формировании дестинации медицинского туризма в Санкт-Петербурге состоят в повышении квалификации медицинского персонала и качества медицинских услуг; международной сертификации клиник и вхождении их в состав членов международных организаций; формировании положительного опыта потребителя на основе доступности и прозрачности информации, единого оператора медицинского туризма; улучшении инфраструктурного обеспечения медико-туристской дестинации; завершении формирования медико-туристского кластера.

Задача исследователей Санкт-Петербургской медико-туристской дестинации состоит в дальнейшем совершенствовании теоретико-методологических основ управления устойчивым развитием медицинского туризма как новой отрасли зеленой экономики в сфере услуг.

Благодарности

Исследование проведено благодаря финансовой поддержке РФФИ: грант 19-05-00104 «Пространственно-временные особенности и закономерности развития медицинского туризма на глобальном и региональном уровнях организации системы здравоохранения».

• Список литературы

1. Бобылев С.Н., Горячева А.А., Немова В.И. «Зеленая» экономика: проектный подход // Государственное управление. Электронный вестник. – 2017. – № 64. – С. 34–44. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/journal/n/gosudarstvennoeupravlenie-elektronnyy-vestnik#987357>.
2. Дудин М., Календжян С., Лясников Н. «Зеленая экономика»: практический вектор устойчивого развития России // Экономическая политика. – 2017. – Т. 12. – № 2. – С. 86–99. – DOI: 10.18288/1994-5124-2017-2-04.
3. Зомонова Э.М. Стратегия перехода к «зеленой» экономике: опыт и методы измерения. Сер. Экология. – Вып. 104. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2015. – 283 с.

4. Лечебное путешествие [Электронный ресурс]. 1991–2017. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/2994141>. – Дата обращения: 26.01.2019.
5. Липина С.А., Агапова Е.В., Липина А.В. Зеленая экономика. Глобальное развитие. – М.: Проспект, 2016. – 234 с.
6. Модернизация биоресурсной экономики северного региона / под ред. чл.-корр. РАН В.Н. Лаженцева. – Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2018. – 212 с.
7. Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Малышко Г.Б. Структурные преобразования в условиях формирования «зеленой» экономики: вызовы для российского государства и бизнеса // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 3(43). – С. 7–15.
8. Петербург бросает вызов мировым центрам медицинского туризма [Электронный ресурс]. – 1995–2018. – Режим доступа : <http://spb.rbcplus.ru/news/592c21a17a8aa9462dd403a2>. – Дата обращения: 23.01.2019.
9. Сдасюк Г.В., Тишков А.А. «Рио+20»: концепция устойчивого развития «зеленой экономики» и проблемы ее реализации в России // Россия и ее регионы: интеграционный потенциал, риски, пути перехода к устойчивому развитию. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – С. 12–39.
10. Семенова З.А., Чистобаев А.И., Новикова С.В. Санкт-Петербург как инновационная destinoция медицинского туризма в Балтийском регионе // Балтийский регион – регион сотрудничества – 2018: проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества вдоль Западного порубежья России : материалы Междунар. науч. конф. под ред. Г.М. Федорова, Л.А. Жиндарева, А.Г. Дружинина, Т. Пальмовского. – 2018. – С. 188–201.
11. Терешкина М.В., Онищенко М.В. Политико-управленческие барьеры «зеленого» роста в Российской Федерации // Человек. Сообщество. Управление. – 2015. – Т. 16. – № 3 – С. 50–74.
12. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по г. Москве [Электронный ресурс]. 1999–2017. – Режим доступа: <http://Moscow.gks.ru/> (дата обращения 10.12.2018).
13. Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области [Электронный ресурс]. 1999–2017. – Режим доступа: <http://petrostat.gks.ru/>. – Дата обращения: 22.12.2018.
14. Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Терентьева А.А., Абрамова Е.А. Измерение инклузивного «зеленого» роста: особенности и проблемы // Проблемы региональной экологии. – 2016. – № 5. – С. 131–139.
15. Чистобаев А.И., Семенова З.А. Медицинский туризм – новая отрасль экономики // Государство и бизнес. Современные проблемы экономики : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 19–21 апреля 2017 г. / Сев.-Зап. ин-т управления РАНХ и ГС при Президенте РФ. – Т. 3. – С. 160–164.
16. Шварц Е.А., Бабенко М.В., Баев П. и др. Российская национальная модель «зеленой» экономики и добровольные механизмы экологической ответственности : доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 г. Экологические приоритеты для России. – М.: Аналитич. центр при Правительстве Российской Федерации. 2017. – С. 189–211.
17. Chistobaev A.I., Semenova Z.A. Spatio-Temporal Dynamics of the Global Medical Tourism. Journal of Environmental Management and Tourism, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 267–275, June 2018. ISSN 2068–7729. – DOI: 10.14505//jemt.v9.2(26).06.
18. Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development World Bank. 2012. – Режим доступа: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6058>. – Дата обращения: 26.01.2019.
19. Porter, M.E. The Competitive Advantage of Nations. – New York: Free Press, 1990 (Republished with a new introduction, 1998).

III. ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ

В.Ф. Логинов

ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ ПРИЧИНЫ ГЛОБАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Пространственно-временные изменения температуры атмосферного воздуха в разных районах Земного шара исследовались в многочисленных работах [2–7, 10–13]. Скорость роста температуры в различные периоды инструментальных наблюдений претерпевала значительные изменения: от нескольких сотых градуса до 0,35 °C за 10-летние периоды. На фоне роста температуры воздуха за последние почти 170 лет отмечались как периоды быстрого роста температуры, так называемые скачки в изменении температуры, так и периоды медленных ее изменений или даже падения, которые можно назвать паузами. Продолжительность скачков и пауз, как показывают многочисленные работы [6, 7, 20, 21], изменяется от нескольких лет до нескольких десятков лет. Причины скачков и пауз в изменении температуры на фоне положительного тренда температуры, приписываемого воздействию парниковых газов, называют самые разные. Как правило, короткопериодные флюктуации в изменении температуры считают случайными, описываемыми моделями «белого» или «красного» шума, а длительные колебания относят к воздействию различных внешних и внутренних факторов. Вопрос причинности скачков и пауз в изменении температуры считается дискуссионным и требует дальнейших исследований.

Детальный пространственно-временной анализ температуры Земного шара показал, что, оставаясь в рамках теории парникового потепления климата за период инструментальных наблюдений, трудно объяснить целый ряд особенностей в изменении современного климата [3, 6, 8, 13, 16].

Для периода времени с 1948 по 1968 г. на большей части территории Земного шара линейные тренды температуры оказались отрицательными как летом, так и зимой.

В период времени с 1968 по 1998 г. для изменений температуры на большей части территории Земного шара в контрастные сезоны года был характерен положительный линейный тренд. Он был особенно

заметен в континентальных районах зимой: в Сибири и на северо-западе Северной Америки коэффициенты линейного тренда температуры воздуха были выше $+0,1^{\circ}\text{K}/\text{год}$. Однако одна из особенностей в изменении температуры атмосферного воздуха Северного полушария не укладывалась в рамки парниковой теории современного изменения климата – в большинстве высоколатитных районов Земли отмечалось падение, а не рост температуры.

В течение последнего рассмотренного периода времени (1998–2014 гг.) зимой на континентах и частично океанах Северного и на значительной части территории Южного полушарий линейные тренды температуры были отрицательными. Их величина стала особенно значительной на Евразийском и Северо-Американском континентах. В высоких широтах Северного полушария отмечался значительный рост температуры, что согласуется с теорией парникового потепления климата. О том, что поля линейных трендов температуры в двух сопоставляемых периодах времени – 1968–1998 и 1998–2014 гг. – имели противоположный знак, свидетельствует отрицательный и статистически значимый коэффициент корреляции этих полей в Северном полушарии, равный 0,58 (рис. 1).

Высокий отрицательный коэффициент корреляции свидетельствует о зеркальном отражении полей линейных трендов температуры зимой в периоды 1968–1998 и 1998–2014 гг. Для последнего периода характерны большие скорости роста содержания парниковых газов в атмосфере и среднемировые годовые выбросы углекислого газа в атмосферу около 40 млрд т (2014 г.). В начале первого периода (1968 г.) они составляли только около 14 млрд т, т. е. почти в 3 раза меньше. Совершенно очевидно, что скорости роста температуры, особенно зимой, если исходить из парниковой теории современного потепления климата, должны быть больше в последний период (1998–2014 гг.) по сравнению с предыдущим. Однако этого не наблюдалось, что не позволяет объяснить пространственно-временные особенности в изменении зимней температуры за последний почти 60-летний период времени, оставаясь только в рамках парниковой теории. Располагая величинами коэффициентов линейных трендов аномалий температуры, можно вычислить величины повышения температуры в последний год выбранных периодов времени в областях, где коэффициенты линейных трендов были максимальными (около $0,2^{\circ}\text{C}$ в год). В Западной и Восточной Сибири, Северной Америке за период с 1968 по 1998 г. повышение температуры зимой на конец 1998 г. составило более чем на 6°C относительно 1968 г. Понижение температуры зимой в районе Сибири, США и Канады к концу периода с 1998 по 2014 г. достигло 34°C . Это свидетельствует о том, что температура в областях максимального изменения температуры еще не достигла того низкого уровня, который был в конце 60-х годов прошлого столетия.

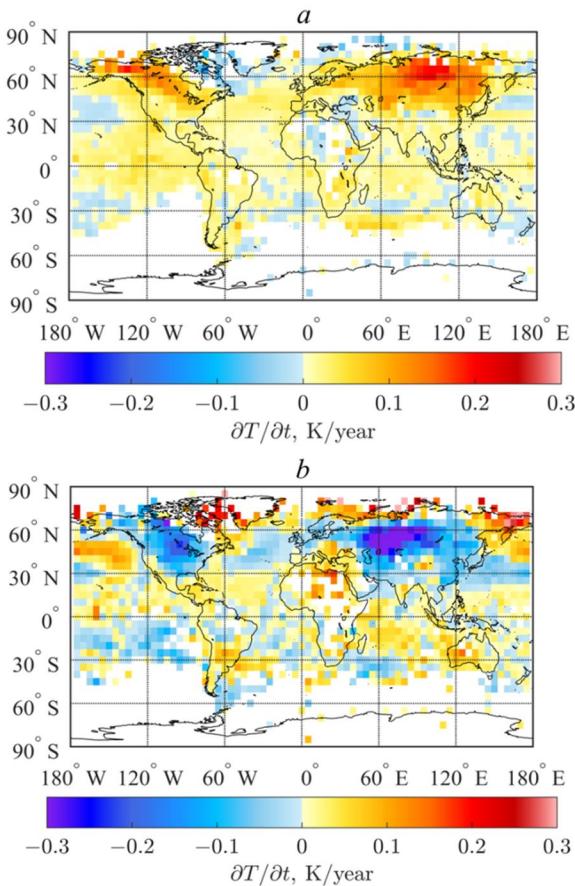


Рис. 1. Тренды температуры земной поверхности зимой в периоды с 1968 по 1998 г. (а) и с 1998 по 2014 г. (б)

В летнее время подобные пространственно-временные особенности в изменении температуры в указанных районах также проявляются, но они менее выражены.

Следует отметить, что зоны наибольшего роста и наибольшего понижения температуры в Северном полушарии в указанные периоды времени располагаются в широтном поясе 45–65° с.ш. и на противоположных сторонах Земли в восточном и западном полушарии.

Многолетние изменения температуры в связи с содержанием водяного пара, парниковых газов и аэрозолей в атмосфере. Известно, что с повышением глобальной температуры воздуха содержание водяного пара в атмосфере также увеличивается, усиливая суммарное длинноволновое нагревание

атмосферы и подстилающей поверхности [16, 17]. Однако имеющиеся данные глобальных спутниковых и аэрологических наблюдений демонстрируют чуть ли не противоположную тенденцию в развитии указанных процессов. Так, по данным [26], среднеглобальная толщина осажденного слоя водяного пара в атмосфере (Total Column Water Vapor, TCWV) понижалась с 1988 по 1993 г. со средней скоростью 0,154 мм/год. Отклонения от этой тенденции произошли в годы мощного Эль-Ниньо в конце прошлого века, однако, даже с учетом этих лет, величина тренда TCWV остается отрицательной. Результаты независимых исследований [19] показывают, что уменьшение содержания водяного пара с 1990 по 2001 г. происходило в средней и верхней тропосфере. В слое атмосферы, ограниченном уровнями давления 700 и 300 мбар, уменьшение толщины осажденного слоя водяного пара за указанные годы составило ~1,12 мм. Согласно расчетам переноса длинноволнового излучения в атмосфере, такое изменение TCWV привело к уменьшению скорости радиационного прогревания Земли на величину ~2,723 Вт/м², что противоположно по знаку и в 16 раз больше по величине парникового эффекта, обусловленного ростом концентрации CO₂ за те же годы. Если исходить из данных аэрологических измерений NOAA Earth System-Research Laboratory, то падение влажности воздуха в средней и верхней тропосфере происходило, начиная с 1948 г. [19]. На уровне атмосферы с давлением 400 мбар (средний энергетический уровень атмосферы) удельная влажность воздуха (г/кг) к 2012 г. уменьшилась примерно на 14 % по сравнению с 1948 г. При этом она изменялась во времени неравномерно: с конца 1960-х по начало 1990-х годов фактически была постоянной, а до и после этого уменьшалась, особенно в период с 1948 по 1968 г.

Изменения удельной влажности в атмосфере на высоте 400 мбар за период с 1948 по 2017 г. по данным реанализа NCEP/NCAR [18] представлены на рис. 2.

Уровень 400 мбар в атмосфере располагается ближе всего к так называемому среднему энергетическому уровню [1].

Из рис. 2 следует, что изменения удельной влажности (в г/кг) за указанный период, можно разделить на три подпериода, в которые скорость изменения удельной влажности существенно различается:

1-й период – 1948–1968 гг. – в изменении удельной влажности замечен ярко выраженный отрицательный тренд; удельная влажность уменьшается приблизительно на 0,5 г/кг. Коэффициент линейного тренда равен -0,0026.

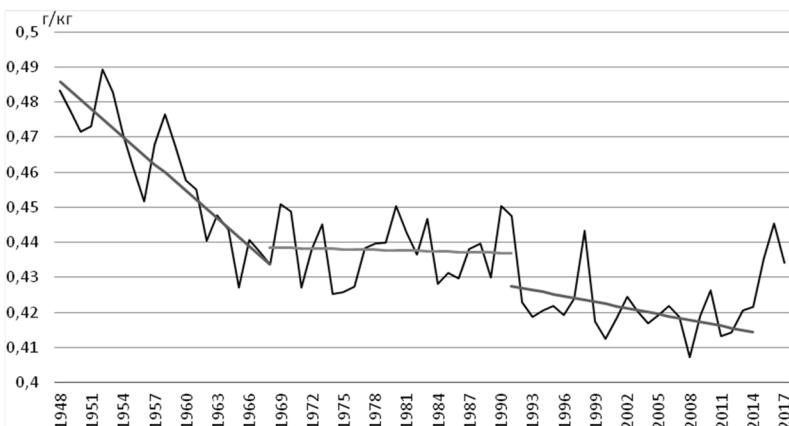


Рис. 2. Изменение удельной влажности в слое атмосферы на уровне 400 мбар за период с 1948 по 2017 г.

2-й период – 1968–1992 гг. – в изменении удельной влажности практически не наблюдается тренда, хотя короткопериодные флюктуации имеют приблизительно такую же мощность, как и для всего доступного ряда. Коэффициент линейного тренда равен $-0,00009$.

3-й период – 1992–2014 гг. – в изменении удельной влажности содержится отрицательный тренд, но удельная влажность изменяется почти в два раза меньше, чем в первом периоде. Коэффициент линейного тренда составляет $-0,0005$.

Исследование показало, что изменение удельной влажности на 400 мбар достаточно хорошо описывает ход общего содержания водяного пара в столбе атмосферы (в мм).

Если сопоставить этот ряд с рядом изменения температуры воздуха Земного шара, то можно увидеть ряд важных особенностей в изменении сопоставляемых характеристик (рис. 3):

1. Величина аномалий температуры воздуха Земного шара интенсивно увеличивалась в период паузы в изменении содержания водяного пара в атмосфере (1968–1992 гг.). В это время трендовая составляющая суммарного радиационного форсинга водяного пара и оптической толщины облаков, вероятно, практически оставалась постоянной, что позволило радиационному форсингу парниковых газов обеспечивать непрерывный рост аномалий температуры Земного шара.

2. В периоды уменьшения содержания водяного пара в атмосфере и, как следствие, уменьшения оптической толщины облаков их суммарный радиационный форсинг затушевывает радиационный форсинг парниковых газов.

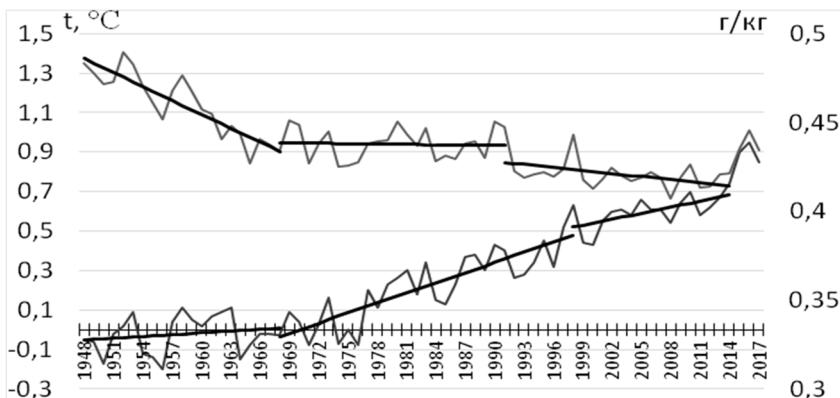


Рис. 3. Изменение содержания водяного пара в атмосфере (верхняя кривая) и аномалий среднегодовой температуры воздуха Земного шара (нижняя кривая)

Это приводит либо к стабилизации в изменении аномалий температуры (уменьшению скорости их роста) при небольших изменениях содержания водяного пара в атмосфере (как это было в 2001–2014 гг.), либо даже к падению температуры, как это было при существенно больших изменениях содержания водяного пара в атмосфере (1948–1968 гг.), когда радиационный форсинг парниковых газов существенно уступал радиационному форсингу водяного пара и оптической толщине облачности.

Результаты проведенной нами оценки среднего совокупного радиационного воздействия парниковых газов для выделенных периодов, основанной на данных [17], приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, совокупное радиационное воздействие парниковых газов на изменение температуры воздуха во время второй паузы было почти в три раза больше, чем во время первой, что естественно привело лишь к снижению скорости роста температуры Земного шара.

Таблица 1
Изменение среднего совокупного радиационного воздействия парниковых газов для выбранных периодов времени

| Период времени, годы | Совокупное радиационное воздействие парниковых газов, Вт/м ² |
|----------------------|---|
| 1908–1944 | 0,2 |
| 1944–1968 | 0,7 |
| 1968–1998 | 1,2 |
| 1998–2014 | 2,0 |

В течении первой паузы (1944–1968 гг.) произошло снижение содержания водяного пара на величину более 2,0 мм, а содержания углекислого газа возросло на 15 ppm. Это означает, что рост форсинга углекислого газа на температуру Земного шара не превысил нескольких сотых Вт/м² и, как следствие, это не могло привести к существенному увеличению температуры Земного шара.

Во время второй паузы (1998–2014 гг.) рост содержания углекислого газа в атмосфере составил не менее 30 ppm, что привело к росту форсинга углекислого газа на величину более 0,1 Вт/м². При общей величине форсинга углекислого газа около 1 Вт/м² в это время она оказалась достаточной, чтобы противодействовать уменьшению скорости падения температуры Земного шара за счет уменьшения содержания водяного пара. В результате скорость роста температуры Земного шара замедлилась, но тренд температуры сохранил наметившийся ранее (1968–1998 гг.) положительный знак.

Совершенно иная ситуация в соотношении изменений двух важнейших парниковых газов наблюдалась в период с 1968 по 1998 г. Это был период времени, когда в изменении форсинга водяного пара в атмосфере отсутствовала трендовая составляющая, а демпфирующий эффект океана был ослаблен. В этот период акцентировался парниковый эффект, форсинг углекислого газа возрос на несколько десятых Вт/м², а среднее совокупное радиационное воздействие парниковых газов превысило 1 Вт/м². Этого воздействия оказалось достаточно, чтобы обеспечить рост температуры Земного шара на величину около 0,5 °C относительно периода с 1945 по 1968 г.

Рассмотрим характер пространственно-временных изменений содержания водяного пара. С этой целью был проведен детальный анализ пространственно-временных изменений удельной влажности в шести секторах Северного полушария за период с 1949 по 2017 г. Результаты анализа сведены в табл. 2. В табл. 2 представлены величины линейных трендов удельной влажности в каждом из шести секторов за три периода времени: 1949–1968, 1968–1992 и 1992–2014 гг. отдельно для зимы, лета и года в целом.

Из табл. 2 следует, что наибольшая скорость падения удельной влажности в Северном полушарии отмечается в 1949–1968 гг., а наименьшая – в 1968–1992 гг. В период 1968–1992 гг. скорость падения удельной влажности в Северном полушарии отличалась от скорости падения в другие периоды времени (1949–1968 и 1992–2014 гг.), зимой и летом, а также за год в целом в 3–28 раз. Это позволяет сделать вывод о существенном замедлении скорости падения удельной влажности (паузе) в период с 1968 по 1992 г. и несколько меньшем замедлении её скорости в 1992–2014 гг.

Таблица 2

Коэффициенты линейного тренда (α) удельной влажности в различных секторах Северного полушария в разные периоды времени

| Сектор | Период времени, годы | Сезонные и среднегодовые значения α | | |
|--|----------------------|--|----------|----------|
| | | Зима | Лето | Год |
| Европейский | 1949–1968 | −0,00053 | −0,0033 | −0,0011 |
| | 1968–1992 | −0,00110 | −0,0035 | −0,0024 |
| | 1992–2014 | −0,00011 | +0,0010 | +0,00024 |
| Атлантический | 1949–1968 | −0,0043 | −0,0048 | −0,0043 |
| | 1968–1992 | +0,00094 | 0,0000 | 0,0000 |
| | 1992–2014 | −0,0013 | −0,00058 | −0,0013 |
| Тихоокеанский | 1949–1968 | −0,0024 | −0,0054 | −0,0030 |
| | 1968–1992 | −0,00049 | +0,0013 | +0,00039 |
| | 1992–2014 | 0,0000 | −0,0019 | −0,00093 |
| Американский | 1949–1968 | 0,0000 | −0,0090 | −0,0048 |
| | 1968–1992 | +0,00092 | +0,0037 | +0,0023 |
| | 1992–2014 | −0,0017 | +0,00023 | −0,00097 |
| Сибирский | 1949–1968 | +0,0012 | −0,0073 | −0,0029 |
| | 1968–1992 | +0,00032 | −0,0013 | −0,00076 |
| | 1992–2014 | −0,0002 | −0,0011 | −0,00039 |
| Дальневосточный | 1949–1968 | −0,0041 | −0,013 | −0,0076 |
| | 1968–1992 | −0,00083 | −0,0025 | −0,0018 |
| | 1992–2014 | +0,00052 | +0,00077 | +0,00052 |
| Средние значения для Северного полушария | 1949–1968 | −0,0017 | −0,0071 | −0,00395 |
| | 1968–1992 | −0,00006 | −0,00038 | −0,00029 |
| | 1992–2014 | −0,00056 | −0,00026 | −0,00047 |

Сравнительный анализ изменений температуры и удельной влажности в Северном полушарии позволяет сделать важный вывод о наличии нелинейных связей указанных климатических характеристик:

1. Интенсивная скорость падения удельной влажности в Северном полушарии в 1948–1968 гг. согласуется со значительным падением (паузой) в изменении температуры воздуха Северного полушария в это время. Падение температуры составило около 0,2 °C по сравнению с предыдущим 20-летним периодом.

2. Более слабое по сравнению с первым периодом падение удельной влажности в Северном полушарии произошло в период с 1992 по 2014 г. В этот период отмечалось замедление скорости роста температуры в Северном полушарии по сравнению с предыдущим 20-летием, а зимой тренд температуры стал даже отрицательным.

3. Максимальный рост температуры воздуха в Северном полушарии за историю инструментальных наблюдений отмечался с конца 1960-х до 1998 г. Этот период совпал в большей части с периодом, когда отрицательный коэффициент линейного тренда водяного пара не превышал не-

скольких десятитысячных, что позволяет говорить о наступившей паузе в изменении удельной влажности атмосферы в Северном полушарии в это время. Форсинг водяного пара в этот период не претерпевал каких-либо изменений (кроме короткопериодных), а влияние других парниковых газов антропогенного происхождения непрерывно возрастало: их форсинг за период с 1968 до 1998 г. возрос как минимум на $0,5 \text{ Вт}/\text{м}^2$ по сравнению с периодом с 1908 по 1944 г., обеспечив тем самым рост температуры на несколько десятых градуса.

В изменении удельной влажности в атмосфере зимой и летом обнаружены определенные различия. Так, скорость падения удельной влажности в Северном полушарии летом оказалась в 6,3 раза больше, чем зимой в период с 1968 по 1992 г., что могло привести к меньшему замедлению скорости роста температуры зимой, по сравнению с летом. В результате увеличивающегося форсинга парниковых газов антропогенного происхождения в 1968–1998 гг. скорость роста температуры в Северном полушарии зимой была в это время больше, чем летом, и неслучайно потепление 70–90-х годов прошлого столетия называют зимним потеплением. В период с 1998 по 2014 г., наоборот, скорость уменьшения удельной влажности в атмосфере летом оказалась меньше, чем зимой, что должно было привести к меньшему замедлению роста температуры за счет увеличивающегося форсинга парниковых газов антропогенного происхождения летом по сравнению с зимой. Анализ изменений нормированной температуры в Северном полушарии показал, что скорость роста летней температуры в текущем столетии стала выше, чем зимней: в изменении зимней температуры в Северном полушарии наступила даже пауза – температура зимой в период с 1998 по 2014 г. понизилась на величину около $0,1^\circ\text{C}$.

Если же исходить из парниковой теории, то зимой рост температуры с увеличением форсинга парниковых газов должен быть большим, чем летом.

Таким образом, анализ величин линейных трендов удельной влажности в различных секторах Северного полушария для разных периодов времени показал, что уменьшение величин среднегодовых линейных трендов удельной влажности в периоды 1968–1992 и 1992–2014 гг. в континентальных секторах Северного полушария – Американском и Сибирском – было близко к нулю (в среднем $\alpha = +0,00005$), тогда как для любой другой пары секторов величины среднегодовых линейных трендов были слабыми отрицательными и находились в интервале от $-0,0003$ до $-0,0009$. В континентальных секторах Северного полушария, где трендовая составляющая в изменении содержания удельной влажности в атмосфере оставалась постоянной, форсинг парниковых газов антропогенного происхождения был более выраженным и скорость роста температуры

увеличивалась, а когда содержание водяного пара в атмосфере убывало, тем самым противодействуя росту температуры в результате экспоненциального увеличения содержания парниковых газов в атмосфере, то наблюдалось снижение скорости роста температуры. В последние 40–45 лет происходило наиболее существенное увеличение температуры в Американском и Сибирском секторах Северного полушария, т. е. там, где трендовая составляющая водяного пара оставалась практически постоянной, что собственно и создавало оптимальные условия проявления влияния парниковых газов на климат.

Не исключено, что большему увеличению летних температур по сравнению с зимними могло также способствовать очищение атмосферы от вулканического аэрозоля, которое началось через три года после извержения вулкана Пинатубо в 1991 г.

Вторым, способствующим очищению от вулканического аэрозоля, фактором явилось проведение природоохранных мероприятий в ряде стран Европы и Северной Америки в последние десятилетия. Это также могло привести к увеличению притока коротковолновой солнечной радиации и, как следствие, росту температуры в теплое время года.

Анализ пространственных особенностей в изменении аэрозольного загрязнения в разных регионах Северного полушария (рис. 4) показывает, что тенденции в изменении аэрозольного загрязнения сильно различаются. Различается и характер изменения температуры. Так, если летом в районе, выделенном прямоугольником (рис. 4б), температура в период с 2000 по 2017 г. изменяется мало, то зимой в указанном регионе отмечается максимальный рост температуры в 1968–1998 гг. и столь же сильное её падение в последние годы (1998–2014 гг.) (см. рис. 1).

Причины, обеспечивающие пространственную структуру изменения загрязнения, также могут различаться. В развитых странах Западной Европы и Северной Америки снижение аэрозольного загрязнения связано в значительной степени с проведением природоохранных мероприятий. В странах бывшего Советского Союза – это, в первую очередь, падение промышленного производства.

На востоке Украины (Донецкая, Днепропетровская, Харьковская, Запорожская и Луганская области) промышленное и горнодобывающее производство за последнюю четверть века по разным причинам снизилось, и в результате произошло сильное уменьшение аэрозольного загрязнения атмосферы.

В Беларуси главным мероприятием, приведшим к уменьшению аэрозольного загрязнения, был повсеместный переход на газовое топливо. Этот переход, осуществленный в последние два десятка лет, привел к тому, что основным энергоресурсом стал природный газ (78 %). В производстве электроэнергии его вклад составил 95 %. Замена мазута, угля,

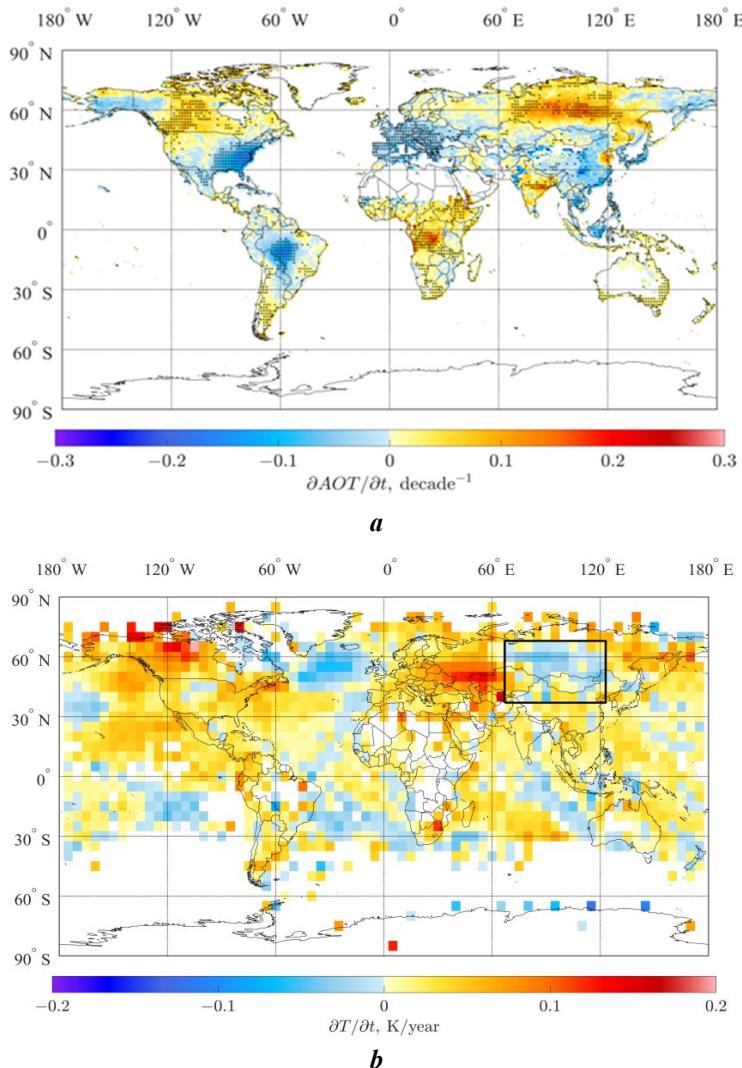


Рис. 4. Карты трендов аэрозольной оптической толщины (а) и средней температуры земной поверхности с июня по август (б), полученные по данным спутникового спектрорадиометра MODIS за 2000–2017 гг. Точками отмечены районы со статистически значимым трендом АОТ ($p = 0,1$). Прямоугольником выделен регион с мало изменяющимися температурами

торфа природным газом привела к уменьшению аэрозольного загрязнения атмосферы, а также снижению выбросов парниковых газов на величину около 40 %. Определенную роль в уменьшении аэрозольного загрязнения сыграло и снижение промышленного производства, а также природоохранная деятельность.

В странах Восточной Европы снижение аэрозольного загрязнения в значительной мере связано с падением промышленного производства и частично природоохранной деятельностью. Очищение атмосферы от атмосферного аэрозоля в Европе привело к более значительному росту температуры в тёплое время года. Такие тенденции особенно заметны при рассмотрении нормированных значений температуры.

Совершенно иная ситуация складывается в последние два десятилетия в Китае, Индии и других странах Азии, где интенсивно растет промышленное и сельскохозяйственное производство. В этих странах быстрыми темпами увеличивается загрязнение атмосферного воздуха аэрозолями. Последние оказывают значительное влияние на температуру и осадки не только на территории названных стран, но и соседних государств, расположенных по потоку доминирующих переносов воздушных масс. Так, сильное увеличение повторяемости меридиональной южной циркуляции атмосферы (ЭЦМ 13л по Б.Л. Дзердаевскому) [5], начиная с конца 80-х годов прошлого столетия до середины первого десятилетия XXI в., а также в период с 2015 по 2017 г., привело к переносу аэрозолей из Китая на территорию Восточной Сибири. Это могло привести к формированию значительных отрицательных линейных трендов температуры в этом регионе в указанные периоды в летнее время года. Менее активная меридиональная южная циркуляция (ЭЦМ 13л) с середины 1990-х годов до 2014 г. совпала с меньшими по величине отрицательными трендами температуры на севере Восточной Сибири.

Крупным источником атмосферных аэрозолей являются лесные пожары. Их число и интенсивность в Северной Америке и Сибири за последние 15–20 лет возросло в связи с ростом температуры в это время в указанных районах. Северо-западные переносы воздушных масс в этих районах способствовали переносу аэрозолей, возникающих при пожарах, на юго-восток, приводя тем самым к уменьшению притока солнечной радиации летом в соседних юго-восточных районах и, как следствие, понижению там температуры воздуха.

Пространственный анализ линейных трендов температуры в летнее время года в континентальной части Северной Америки и Сибири показал, что линейные тренды температуры были в последние два десятилетия положительными в регионах распространения больших пожаров и

отрицательными на юго-востоке от регионов больших пожаров. Площади, охваченные понижением температуры в летнее время года, занимали не менее 10 % от площади суши в Северном полушарии.

Таким образом, близкое к нулю уменьшение содержания водяного пара в атмосфере летом, начавшееся в 1990-е годы, и, как показано нами ранее [8, 9], практически одновременное уменьшение оптической толщины облаков и очищение атмосферы от вулканического аэрозоля после извержения Пинатубо в совокупности обеспечили большую скорость роста температуры в Северном полушарии летом. В зимние месяцы приповерхностная температура воздуха понижалась, поскольку радиационное выхолаживание подстилающей поверхности в результате уменьшения парникового эффекта водяного пара не компенсировалось притоком к ней солнечного излучения в результате уменьшения оптической толщины облаков. Развернувшаяся в последнюю четверть века борьба с потеплением климата приводит одновременно к уменьшению аэрозольного загрязнения атмосферы и, как следствие, «подстёгивает» рост температуры в тёплое время года.

• Список литературы

1. Борисенков, Е.П. Вопросы энергетики атмосферных процессов / Е.П. Борисенков. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1960. – 168 с.
2. Груза, Г.В. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова. – Москва: ИГКЭ, 2012. – 194 с.
3. Дзюба, А.В. Механизм формирования климатических тенденций в прошлом и текущем столетии / А.В. Дзюба, Г.Н. Панин // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 5. – С. 5–27.
4. Кислов, А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем / А.В. Кислов. – Москва: МАИК «Наука/Интерperiодика», 2001. – 351 с.
5. Кононова, Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / Н.К. Кононова. – Москва: РАН, Институт географии, 2009. – 370 с.
6. Логинов, В.Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата / В.Ф. Логинов. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 266 с.
7. Логинов, В.Ф. Тренды, «скачки» и паузы в изменении глобальной и региональной температуры и их возможные причины / В.Ф. Логинов // Украинский географический журнал. – 2015. – № 1. – С. 12–19.
8. Логинов, В.Ф. Оценка роли Тихого океана в изменениях современного климата / В.Ф. Логинов, С.А. Лысенко, С.Л. Ощепков // Изв. РАН. Сер. географ. – 2019. – № 3.
9. Лысенко, С.А. Роль океана в изменениях глобального и регионального климата / С.А. Лысенко, В.Ф. Логинов // Доклады БГУИР. – 2018. – № 7 (117). – С. 58–63.
10. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 1. Изменения климата. – Москва: Росгидромет, 2008. – 227 с.
11. Переведенцев, Ю.П. Теория климата / Ю.П. Переведенцев. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2009. – 504 с.

12. Современные глобальные изменения природной среды. Т. 1 / Изд. МГУ, РАН. – Москва: Научный мир, 2006. – 696 с.
13. Шерстюков, Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата / Б.Г. Шерстюков. – Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ–МЦД», 2008. – 246 с.
14. Dessler, A.E. Variations of stratospheric water vapor over the past three decades / A.E. Dessler, et. al. // J. Geophys. Res. Atmos. 2014. V. 119. Pp. 12,588–12,598. – doi:10.1002/2014JD021712.
15. Dessler, A.E. Water-vapor climate feedback inferred from climate fluctuations, 2003–2008 / A.E. Dessler, Z. Zhang, P. Yang // Geophys. Res. Lett. – 2008. – V. 35. – L20705.
16. Gregory, K.B. Water Vapor Decline Cools the Earth: NASA Satellite Data / K.B. Gregory // Friends of Science. March 4, 2013.
17. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [T.F. Stoker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. (eds.)]. – Cambridge Univ. Press, Cambridge N.Y., 2013.
18. Kalnay E, et. al. 1996: The NCEP/NCAR Reanalysis 40-year Project // Bull. Amer. Meteor. Soc. – V. 77. – P. 437–471.
19. Kebiao, M. Global Water Vapor Content Decreases from 2003 to 2012: An Analysis Based on MODIS Data / M. Kebiao, et. al. // Chin. Geogra. Sci. – 2017. – Vol. 27. – N. 1. – P. 1–7.
20. Kosaka, Y. Recent global-warming hiatus tied to equatorial Pacific surface cooling / Y. Kosaka, S.-P. Xie // Nature. – 2013. – V. 501 (7467). – P. 403–407.
21. Tollefson, J. The case of the missing heat / J. Tollefson // Nature. – 2014. – V. 505. – P. 276–278.
22. VonderHaar, T.H. Water vapor trends and variability from the global NVAP dataset / T.H. VonderHaar, et. al. // 16th Symposium on Global Change and Climate Variations; <https://ams.confex.com/ams/pdfs/papers/84927.pdf>.

**Л.Г. Руденко, А.Г. Голубцов, В.М. Чехний,
Л.Н. Тимуляк, Ю.М. Фарион**

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ ЗА 1991–2018 гг.

Актуальность вопроса

Актуальность и практическая направленность исследования изменений в использовании земель подтверждается длительным историческим развитием общества, основанном на использовании природных ресурсов. Часть ресурсов уже почти исчерпана, другая становится все менее доступной, еще часть в результате антропогенного воздействия уже сегодня имеет измененные экологические свойства. Наличие, качество ресурсов и возможность их прямого использования все больше влияют на условия жизни человека. Эти обстоятельства обуславливают актуальность проведения исследований, направленных на понимание долгосрочных последствий сегодняшнего использования ландшафтов.

Наличие достоверных исходных данных о современном состоянии ландшафтов, особенностях и тенденциях их изменений в зависимости от общественных условий является необходимым условием экономного и сбалансированного природопользования. Для обоснования эффективных природоохранных мероприятий важно знать, какие изменения в использовании ландшафтов происходили и чем они были вызваны, насколько глубоко измененными являются современные ландшафты по сравнению с их естественным состоянием и почему, каковы региональные особенности использования ландшафтов. Основой решения этих проблем является анализ пространственно-временных изменений в использовании земель.

Исходные предпосылки

Возможности всеобъемлющего исследования изменений в использовании земель на больших по площади территориях значительно выросли со становлением и функционированием систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и развитием методов обработки данных. Информативность материалов ДЗЗ в пространственном, временном и тематическом измерениях делает их ключевыми пространственными данными для ландшафтных исследований различного практического направления. Доступ к крупнейшему в мире открытому (некоммерческому) набору данных о земной поверхности с 1972 г. обеспечивает программа Landsat (USGS, NASA, США). В последние годы стали доступны более детальные данные ДЗЗ – Sentinel, полученные Европейским космическим агентством (ESA) и космической программой ЕС Copernicus.

Исследование изменений землепользования в глобальном, региональном и локальном измерениях опирается на определение и интерпретацию типов использования земель и земного покрова (LandCover), которые могут быть определены в результате обработки мультиспектральных космических снимков. С целью унификации типов использования земель, которые дешифрируются из материалов ДЗЗ, разработан ряд классификационных систем, например, Классификационная система землепользования и земного покрова (Land Use and Land Cover Classification System – LULC) Геологической службы США, CORINE (COordination of INformation on the Environment) LandCover, инициированной Европейской комиссией 1985, классификация биотопов (оселища) European Nature Information System – EUNIS.

Работы по разработке методов дешифрирования данных ДЗЗ и анализ полученных результатов выполняются в ГУ «Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук НАН Украины» [10, 14]. Выполнены исследования по созданию ретроспективной региональной карты земного покрова (по шести классам) для Украины [4].

Оценка состояния и изменений ландшафтов Украины имеет длительную историю исследований в Институте географии НАН Украины. В частности: конструктивно-географическое исследование Киевского Приднепровья [3], разработка методики предпланового обоснования долгосрочных природоохранных мероприятий [2], исследования урбанизированных ландшафтов Прикарпатья (на примере г. Ивано-Франковска) [11, 12], особенности землепользования и изменений ландшафтов в трансграничном регионе Украинского и Белорусского Полесья [8]. Работы по оценке состояния использования земель и изменений ландшафтов осуществлялись в рамках проектов по внедрению в Украине ландшафтного планирования [5, 18, 19].

Цель этой публикации – определить изменения в использовании земель, оценить тренды и особенности изменений ландшафтов лесостепной зоны Украины, которые произошли в течение 1991–2018 гг. Идея исследования заключается в том, чтобы на основе адаптированных для Украины общепринятых систем классификации типов земного покрова с использованием открытых данных ДЗЗ и применением геоинформационных технологий определить использование земель лесостепной зоны Украины на разных временных срезах, выявить тренды и особенности таких изменений.

Территория исследования

Лесостепная зона Украины – регион давнего, активного и всестороннего освоения природных ресурсов. Она простирается к востоку от зоны широколиственных лесов до западных отрогов Среднерусской возвышенности (рис. 1). Северная граница хорошо прослеживается по сплошному



Рис. 1. Лесостепная зона в Украине.

Ландшафты равнин: 1 – хвойно-широколиственных лесов; 2 – широколиственных

лесов; 3 – лесостепная – территория исследования; 4 – степная.

Горные ландшафты: 5 – горные Карпатские ландшафты;

6 – горные Крымские ландшафты

распространению северо-лесостепных ландшафтов, индикаторами которых являются серые лесные почвы, черноземы оподзоленные, сформированные на лессовых породах. В северной части лесостепной зоны в долинах рек, древних котловинах стока фиксируются смешанные-лесные ландшафты [6, 7]. Южная граница зоны проходит по линии населенных пунктов и рек: Большая Михайловка – Ширяево – Первомайское – севернее Новоукраинки – Кропивницкий – Знаменка – Онуфриевка – вдоль р. Ворсклы на Кобеляки – Новые Санжары – севернее Краснограда – Балаклея – вдоль р. Оскол к государственной границе Украины. В ее рамках находятся области – Винницкая, Черкасская, большая часть Полтавской и Сумской, северные части Одесской, Кировоградской и Харьковской, южные части Житомирской, Киевской и Черниговской областей [7]. Зона лесостепи занимает около 28 % территории Украины.

Исходные данные

Основой определения изменений в использовании земель лесостепной зоны стали данные о земном покрове (LandCover). Часто понятие земного покрова считают синонимом землепользования (LandUse), однако это не совсем верно. Землепользование – система хозяйственного и иного использования земли, которая сложилась в стране под действием объективных факторов или введена государством. Также землепользова-

ние связано с правовым статусом пользования землями и в таком смысле отражено в Земельном кодексе и Государственном земельном кадастре. Земной покров является современным (био) физическим покрытием Земли [13]. То есть, речь идет о состояниях земной поверхности «как есть» – застройка, заасфальтированные участки, водные поверхности и, конечно, растительный покров. Таким образом, данные о земном покрове могут быть интерпретированы как характеристики использования земель.

Для определения динамики изменений в использовании земель лесостепной зоны Украины использованы открытые данные проекта Climate Change Initiative – LandCover (CCI-LS) [15, 16], который выполняет рядом научных коллективов из разных стран мира и координируется Объединенным исследовательским центром Европейской Комиссии. Цель проекта – обеспечение исходными данными почвенно-растительном покрове таких международных инициатив, как Международная конвенция по изменению климата, Конвенция по борьбе с опустыниванием, Рамсарская конвенция и Киотский протокол. Типы земного покрова в этих наборах геоданных определены по спутниковым снимкам ENVISAT, SENTINEL-3, PROBA-V, SPOT-4, SPOT-5, NOAA, MODIS (в зависимости от года), данные верифицированы для 22 регионов местными экспертами. Система координат – географическая система координат (GCS) на основе Всемирной геодезической системы 84 (WGS84). Использована Система классификации земного покрова (LCCS), которую создавали FAO и UNEP, что обеспечило разработку стандартной легенды, которую можно использовать по всему миру [16]. Разрешение растровых геоданных – 300×300 м, каждая ячейка раstra содержит данные о типе земного покрова согласно глобальной легенде. В нашем исследовании использованы геоданные о состоянии земного покрова лесостепной зоны на каждый год в течение 1992–2015 гг.

Методические подходы

Основа научно-исследовательской работы – геоинформационные системы (ГИС), которые обеспечивают организацию выходных геоданных и последующий анализ и оценку территории путем применения специализированных инструментов геообработки и моделей в среде ГИС. Подготовка, обработка и анализ использования земель всей территории исследования в течение 1992–2015 гг. осуществлены в среде ArcGIS for Desktop. Для автоматизации анализа была разработана модель в ModelBuilder, которая обрабатывает сразу все 24 ежегодных раstra и включает следующие виды геообработки:

- вырезание из глобального набора геоданных раstra для лесостепной зоны [7];

- переклассификация раstra для приведения 19 типов земного покрова, распространенных в лесостепи, к общим группам (по рекомендациям CCI-LC) – агроугодья, леса, луга, разреженная растительность, болота, застройка, территории без покрытия, водоемы. Именно они являются ключом для интерпретации и определения основных типов использования земель по целевому назначению в соответствии с законодательством [17];
- создание дополнительных полей в таблице атрибутов для записи названий групп земного покрова и расчета доли территории на каждый год;
- расчет доли (%), которую в лесостепной зоне занимает каждая из указанных групп на каждый год.

Основные результаты

Основным видом использования земель лесостепной зоны Украины по состоянию на 2015 г. (рис. 2) остается сельское хозяйство. Доля угодий, занятых в сельскохозяйственном производстве (в том числе, пашня в комплексе с травяной и древесной растительностью), составляет 81,05 %. При этом исключительно как пашня идентифицировано около 69 % территории.

Доля лесных насаждений в лесостепной зоне – 10,05 %, преобладают широколиственные леса (6,65 % от всей территории); достаточно заметна доля хвойных лесов (2,86 % – насаждения сосны на террасах рек). На Левобережье достаточно заметна доля территорий под луговой растительностью, особенно в пойменных ландшафтах; в юго-восточной части территории исследования поймы часто залесены. Лесные массивы очень разрозненны, преобладают небольшие участки, занятые древесными насаждениями различного состава, в основном это широколиственные породы. Наибольшие массивы лесов распространены на сильно расчлененных возвышенностях Правобережья, на песчаных террасах Днепра, где доминируют смешанные и хвойные леса. Также значительная часть участков под лесом расположена на лёссовой, наиболее расчлененной оврагами и балками, возвышенности на Правобережье Днепра.

Выделяются следующие основные тренды изменений землепользования лесостепной зоны за период 1992–2015 гг.:

- уменьшение доли сельскохозяйственных угодий почти на 4 % (с 85,24 до 81,05 %);
- рост доли территорий, покрытых лесной растительностью с 8,6 до 10 %;
- рост доли земель, которые используются под застройку с 1,85 до 4,56 %;
- изменения других групп земного покрова незначительны.

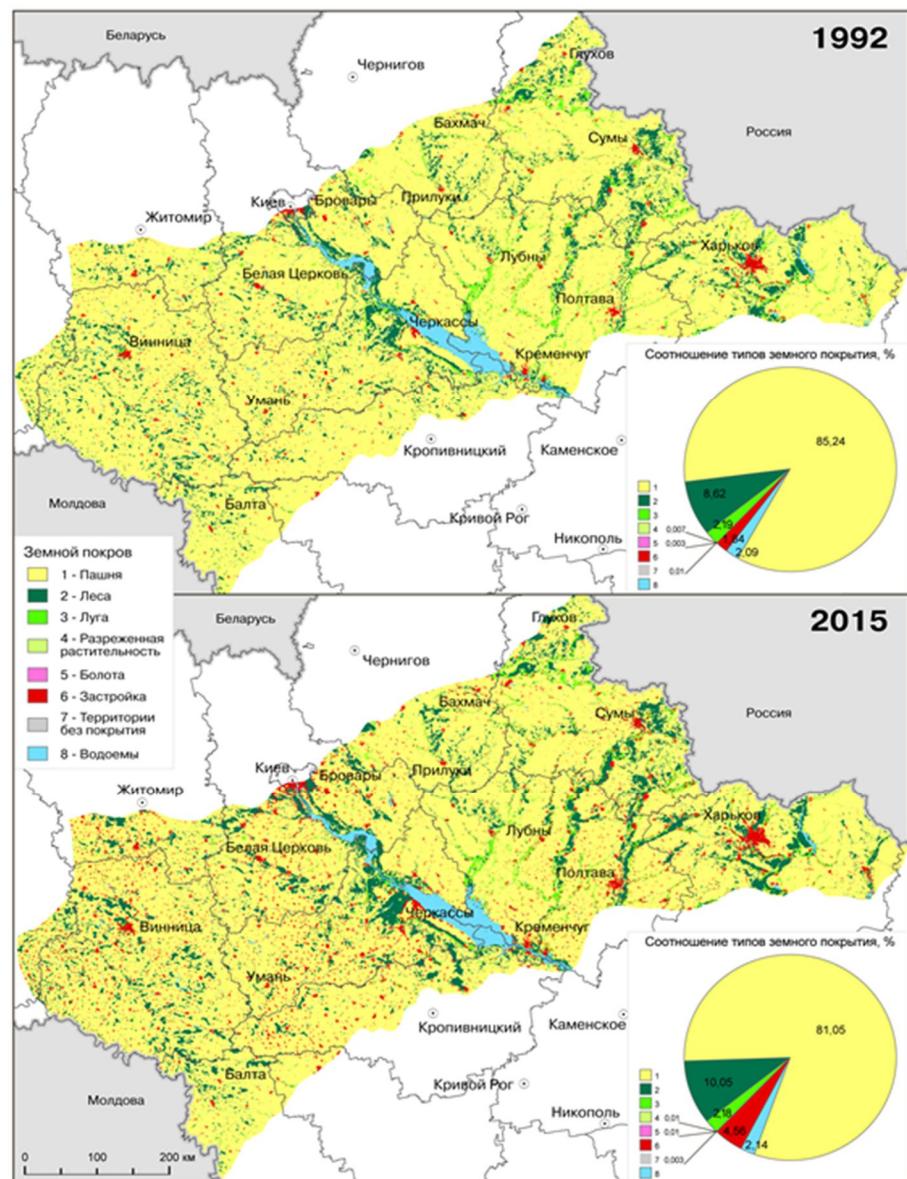


Рис. 2. Фактическое состояние землепользования в лесостепной зоне Украины в 1992 г. и 2015 г.

Период существенных изменений в доле пашни приходится на 1994–2004 гг. (рис. 3). Уменьшение пахотных площадей практически прекратилось с 2004 г. Вероятно, это связано с исчерпанием земель, не задействованных в активном сельскохозяйственном производстве, а заброшенные земли перешли в категорию лесов. На 2015 г. большая часть (61 %) бывшей пашни была застроена; еще 36 % территории, которая ранее распахивалась, залесена, совсем незначительная доля занята луговой растительностью (1,6 %) и затоплена водоемами (1,6 %).

Залесены территории с непригодными землями – с бедными песчаными почвами на террасах, с покатыми и крутыми склонами, а также участки среди существующих лесов. Рост площадей под лесами прекратился примерно с 2004 г. (рис. 4). 59 % новых лесных насаждений заняли пашню, еще 39 % образовались на месте территорий, идентифицированных как мозаичные; есть такие, которые характеризовались сочетанием пашни с естественной травяной, кустарниковой и/или древесной растительностью.

Стремительный рост доли застроенных территорий, с 2000 и до 2005 г. (рис. 5), скорее всего, связан с восстановлением и началом роста экономики Украины: в это время началось активное новое строительство [9].

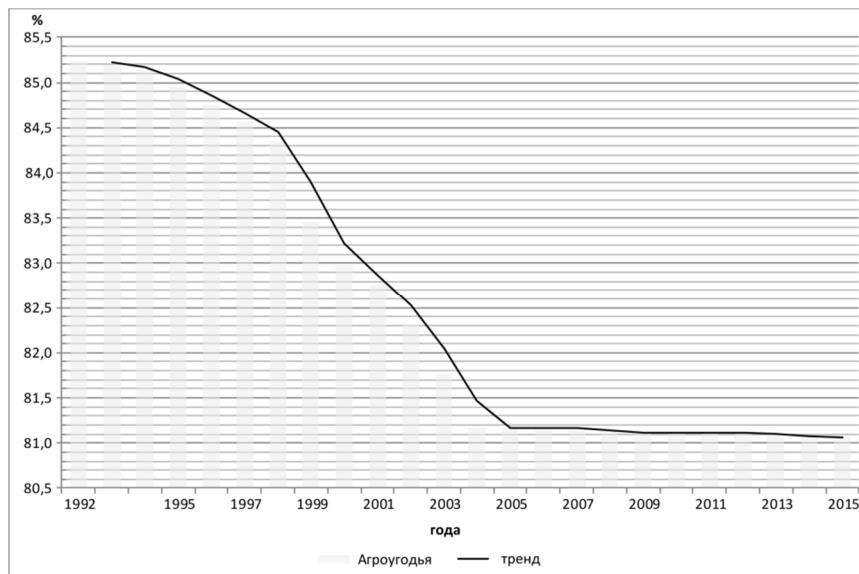


Рис. 3. Динамика доли агроугодий в общей площади лесостепной зоны Украины в период 1992–2015 гг.

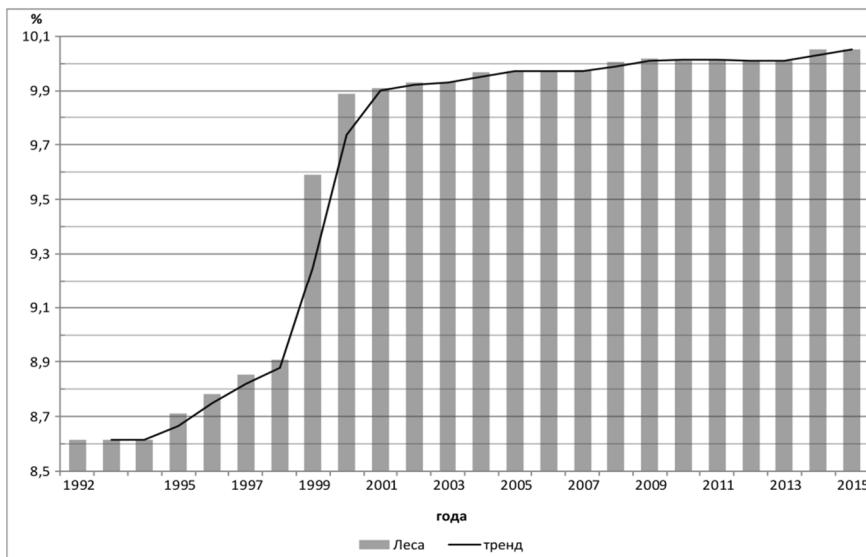


Рис. 4. Динамика доли лесов в общей площади лесостепной зоны Украины в период 1992–2015 гг.

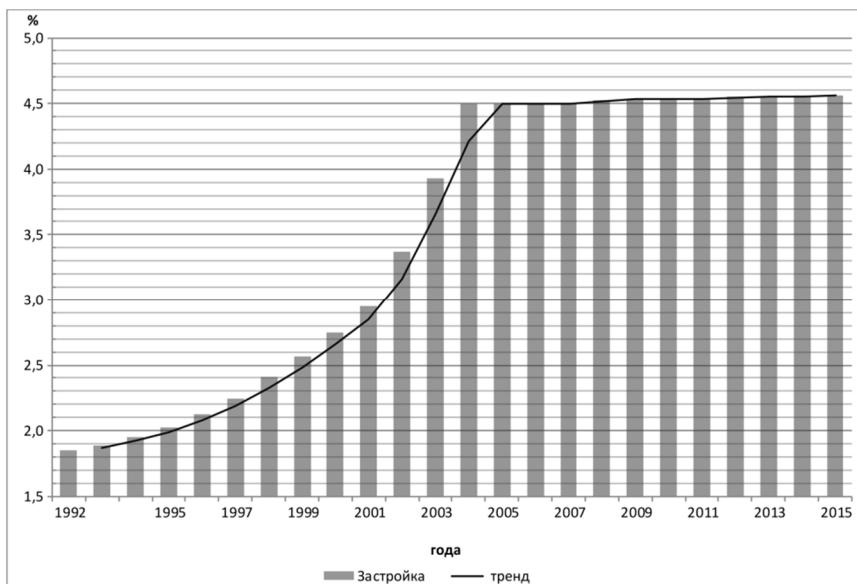


Рис. 5. Динамика доли земель под застройкой в общей площади лесостепной зоны Украины в период 1992–2015 гг.

Новая застройка концентрируется, главным образом, вокруг крупных городов (Киев, областные центры, другие крупные города, например, Белая Церковь, Кременчуг и др.). Также увеличивалась площадь застройки вблизи или в зоне досягаемости автодорог международного и государственного значения.

Выводы

Территория Украины характеризуется крайне несбалансированной структурой землепользования. В частности, это проявляется в излишней части сельскохозяйственных угодий в пределах лесостепной зоны. Определение оптимальной структуры земельных угодий – важная проблема, решение которой будет способствовать восстановлению экологического равновесия в ландшафтах. Начинать решение этой проблемы необходимо с анализа пространственно-временных изменений в использовании земель. Наличие значительного количества открытых данных, в частности данных ДЗЗ, и современное программное обеспечение предоставляют все возможности для решения этой задачи. В основу проведенного исследования положены геоданные USGS, Open Street Map, ESA и другие.

Установлено, что к 2015 г. по сравнению с 1992 г. произошли ощутимые изменения в структуре использования земель: уменьшилась доля земель, используемых в сельскохозяйственном производстве (с 85 до 81 %); выросла на 2 % (до 10 %) доля лесных насаждений; увеличилась доля застройки (с 1,8 до 4,5 %). Главным фактором антропогенной трансформации ландшафтов исследуемой территории остается земледелие. Еще одним фактором трансформации ландшафтов является новая застройка, которая концентрируется вокруг городов – областных и районных центров. Под застройку отводят пахотные земли. Положительные изменения в ландшафтах связаны с облесением земель, непригодных для других видов использования.

• Список литературы

1. Атанасов В. Політика житлового будівництва в пострадянській Україні // Спільнє. – 2010. – № 2 : Трансформації міського простору. – Київ, 2010. – С. 68–72.
2. Картографические исследования природопользования (теория и практика работ) / Л.Г. Руденко, Г.О. Пархоменко, А.Н. Молочко и др. – К.: Наукова думка, 1991. – 212 с.
3. Конструктивно-географические основы рационального природопользования в Украинской ССР. Киевское Приднепровье / А.М. Маринич, М.М. Паламарчук, Л.Г. Руденко и др. – К.: Наукова думка, 1988. – 176 с.
4. Куссуль Н.М., Шелестов А.Ю., Басараб Р.М., Яйлимов Б.Я., Лавренюк М.С., Колотій А.В. Карта земного покриву високого розрізnenня для території України // Космічнідослідження в Україні. 2014–2016 / наук. ред. : О.П. Федоров ; ІКД НАНУ та ДКАУ. – К.: Академперіодика, 2016. – С. 47–51.

5. Ландшафтне планування в Україні / Л.Г. Руденко, Є.О. Маруняк, О.Г. Голубцов та ін.; за ред. Л.Г. Руденка. – Київ, 2014. – 144 с.
6. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України: Підручник. – Київ, 2005. – 511 с.
7. Національний атлас України / гол. ред. Л.Г. Руденко. – Київ : ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.
8. Проблемы природопользования в трансграничном регионе Белорусского и Украинского Полесья / В.П. Палиенко, В.С. Хомич, Л.Ю. Сорокина, О.Б. Багмет, А.Г. Голубцов ; ред.: В.П. Палиенко, В.С. Хомич, Л.Ю. Сорокина ; НАН Украины, Ин-т географии, НАН Беларуси, Ин-т природопользования, Гос. фонд фундамент. исслед. Украины. – К.: Сталь, 2013. – 289 с.
9. Про затвердження Класифікації видівцільового призначення земель. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-10#n17>.
10. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых / под ред. В.И. Лялько и М.А. Попова. – Киев: Карбон-Лтд, 2012. – 436 с.
11. Тимуляк Л.М. Передгірські урбанізовані ландшафти: структура, функціонування, дослідження для прикладних цілей. – К.: Прінт-Сервіс, 2013. – 172 с.
12. Тимуляк Л.М. Урбанізовані ландшафти Передкарпаття (на прикладі м. Івано-Франківська) : дис. канд. геогр. наук : 11.00.01. – К., 2011. – 240 с.
13. Bartalev S. (2000). Global land cover mapping: conceptual and historical background / GLC 2000. – URL : http://www.peer.eu/fileadmin/user_upload/opportunities/metier/course3/c3_global_landcover_mapping_concept.pdf.
14. Earth Systems Change over Eastern Europe / Coeditors P. Groisman, V. Lyalko. – К.: Akademperiodyka, 2012. – 488 p.
15. ESA Climate Change Initiative /URL :<http://www.esa-landcover-cci.org/>.
16. Land Cover CCI. Product user guide. Version 2.0. – URL : http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2_2.0.pdf.
17. Land Cover Classification System (LCCS) (2000): Classification Concepts and User Manual. Di Gregorio, A., and Jansen, L.J.M. Environment and Natural Resources Service, GCP/RAF/287/ITA Africover – East Africa Project and Soil Resources, Management and Conservation Service. 179 pages, 28 figures, 3 tables and including CD-ROM. FAO, Rome. 2000.
18. Rudenko, L., Maruniak, E., Golubtsov, O., Lisovskyi, S., Chekhniy, V., & Farion, Y. (2017). Reshaping Rural Communities and Spatial Planning in Ukraine, European Countries, 9 (3), 594-616. – URL : <https://doi.org/10.1515/euco-2017-0035>.
19. Rudenko L., Maruniak E., Lisovskyi S., Golubtsov O., Chekhniy V., Farion Y. (2015) The Landscape Plans System as a Tool for Sustainable Development in Ukraine. In: Luc M., Somorowska U., Szmańda J. (eds) Landscape Analysis and Planning. Springer Geography. Springer, Cham. – URL : https://doi.org/10.1007/978-3-319-13527-4_13.

**В.А. Румянцев, Н.И. Коронкевич,
А.В. Измайлова, А.Г. Георгиади,
И.С. Зайцева, Е.А. Барабанова,
С.В. Долгов, Н.Ю. Корнеенкова**

АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ И ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ ИХ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Введение

От наличия и состояния водных ресурсов во многом зависит наше благополучие, развитие экономики.

Для характеристики водных ресурсов используют два понятия: возобновляемые водные ресурсы и статические (или вековые) запасы пресной воды. Интегральной характеристикой возобновляемых водных ресурсов является речной сток с его подземной составляющей [2]. Речной сток считается основой водных ресурсов, но во многих случаях используются и статичные запасы подземных и поверхностных вод. Среди статичных запасов наиболее легко доступными являются воды, заключенные в озерах и водохранилищах (далее будем называть их озерными), пополняемые чаще всего речным стоком. И ресурсы речного стока, и озерные воды подвергаются антропогенным воздействиям. Со временем антропогенное воздействие на водные ресурсы нарастает и к настоящему времени нередко превышает скорость возобновления, приводя к их истощению. Еще более важно то, что антропогенное воздействие на водные ресурсы сопровождается загрязнением водных объектов, что часто делает невозможным их использование даже при больших запасах воды. Количественное и качественное истощение природных вод обычно сопровождается негативными изменениями водных и околоводных экосистем. Минимизация всех этих негативных последствий антропогенных воздействий на воды является вкладом в развитие так называемой зеленой экономики.

Водные ресурсы России

Согласно современным оценкам [2], величина среднего многолетнего стока, формирующегося в пределах РФ, составляет $4118 \text{ км}^3/\text{год}$ (241 мм слоя) плюс 206 км^3 притекающих из соседних государств. Водные ресурсы Крыма ($0,5\text{--}1 \text{ км}^3/\text{год}$) практически не меняют эту величину. Таким образом, Россия, на долю которой приходится $\sim 11\%$ планетарной

величины возобновляемых водных ресурсов, по ресурсам речного стока занимает второе место в мире, уступая лишь Бразилии. Наряду с этим в озерах страны содержится $\sim 25\ 855\ \text{км}^3$ пресной воды [8], то есть более четверти от общих мировых запасов пресных озерных вод ($91\ 000\ \text{км}^3$), если ориентироваться на приближенную оценку, опубликованную в [17]. Однако, несмотря на огромный суммарный объем вод, для страны характерна значительная пространственная неоднородность распределения водных ресурсов, усиленная за счет их временной вариативности. Величина слоя стока изменяется по территории Российской Федерации от почти нулевых значений в полупустынных районах Прикаспия до 1000 мм и более в горах Кавказа, Полярного Урала, Алтая, Саян, Пutorана и Камчатки. Около 2/3 от годового стока рек приходится на сравнительно короткий период весеннего половодья. В то же время основная потребность в воде имеет место в меженный период, прежде всего – в период летне-осенней межени.

Оценивая распределение водных ресурсов по территории страны, необходимо отметить, что на азиатскую часть России приходится почти 80 % общего речного стока и около 95 % запаса озерных вод, прежде всего благодаря огромным объемам воды, заключенной в Байкальской котловине (91 %). Среди федеральных округов наибольшими возобновляемыми водными ресурсами располагают Дальневосточный (39 % от суммарной величины местного стока российских рек) и Сибирский (31 %). Оба округа располагают и наибольшими водными ресурсами озер, поскольку в их новых границах делят акваторию оз. Байкал. В то же время по количеству водоемов естественного происхождения первое место принадлежит Уральскому ФО, на долю которого приходится немногим менее половины от общего числа водоемов страны ($\sim 1\ 720\ 000$ из $\sim 3\ 900\ 000$), дешифрируемых на спутниковых снимках. Однако, в силу их мелководности, суммарный запас заключенных в них пресных вод составляет лишь 0,44 % от суммарного запаса озерных вод страны ($115\ \text{км}^3$).

Необходимо отметить, что физико-географическая неоднородность территории Российской Федерации является не единственным фактором, определяющим неравномерность водообеспеченности ее регионов. На обеспеченность водными ресурсами значительное влияние оказывает специфика расселения и хозяйственного освоения страны. Благодаря этому в ряде слабо освоенных регионов, характеризующихся естественной ограниченностью водными ресурсами (как речными, так и озерными), дефицит водных ресурсов может проявляться слабо. В то же время ограниченность водных ресурсов в наиболее заселенных и экономически развитых регионах страны приводит к

острым проблемам между водопотребителями и влечет за собой массу хозяйственных и экологических последствий.

Проведенная оценка водообеспеченности территории страны за счет ресурсов речных и озерных вод показала, что в настоящее время средняя водообеспеченность одного жителя РФ возобновляемыми водными ресурсами относится к категории очень высокой и составляла на 2017 год ~27,6 тыс. м³/чел. в год, что почти в 5 раз превышает среднюю по планете Земля (~5,9 тыс. м³/чел. в год). Также на каждого жителя России приходится ~176 тыс. м³ озерных вод. Высокими значениями удельной водообеспеченности (как с учетом быстро возобновляемых, так и озерных водных ресурсов) характеризуются практически все северные регионы страны. Эти регионы обладают большими запасами минерально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, но остаются наименее заселенными и освоенными территориями. В то же время, субъектами РФ с катастрофически низкой (до 1 тыс. м³/чел) удельной водообеспеченностью (рис. 1) являются Республика Крым (0,4 тыс. м³/чел.) и Московская область (0,7 тыс. м³/чел.), а с очень низкой (1–2 тыс. м³/чел) – Ставропольский край (потенциальная – 1,2, реальная – 0,7 тыс. м³/чел) и Белгородская область (1,6 тыс. м³/чел). Низкая удельная водообеспеченность (от 2 до 5 тыс. м³/чел) наблюдается в Тульской, Тамбовской, Курской, Воронежской, Липецкой, Пензенской и Ростовской областях, Краснодарском крае, Республиках Дагестан, Чечня и Ингушетия, Челябинской и Курганской областях. Для большинства перечисленных субъектов федерации характерны и невысокие запасы озерных вод, исключение составляют Челябинская и Курганская области, характеризующиеся значительными водными ресурсами озер (их суммарный объем пресных озерных вод соответственно – 6,9 и 3,8 км³).

Среди федеральных округов низкой водообеспеченностью характеризуются Северокавказский (~2,6 тыс. м³/чел. в год) и Центральный (~3,0 тыс. м³/чел. в год), которые обладают и небольшими запасами вод, заключенных в озера и водохранилища. Средняя водообеспеченность наблюдается в Приволжском (~7,7 тыс. м³/чел. в год) и Южном (~9,9 тыс. м³/чел. в год) федеральных округах, в обоих значительные объемы воды заключены в крупнейшие водохранилища. Наибольшая водообеспеченность за счет возобновляемых водных ресурсов наблюдается у жителей Дальневосточного (~223 тыс. м³/чел. в год), а за счет озерных вод – Даль-nevосточного (~1935 тыс. м³/чел) и Сибирского (~490 тыс. м³/чел) ФО.

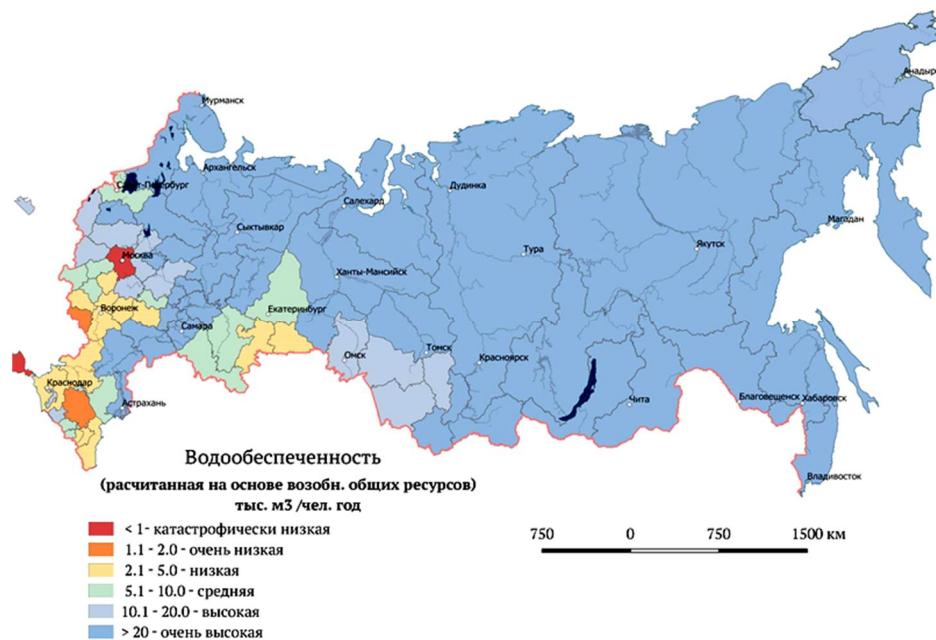


Рис. 1. Водообеспеченность (в тыс. м³/чел. в год) за счет ресурсов речных вод (общие ресурсы, с учетом притока) по субъектам Российской Федерации

При оценке водообеспеченности были использованы данные по средним за многолетний период значениям стока. Однако очевидно, что в отдельные годы и периоды сток существенно отличается от средних значений, и в маловодные периоды водообеспеченность существенно понижается. При этом череда маловодных лет приводит и к снижению запасов вод, заключенных в озера, питание которых оскудевает, как это случилось в последние годы в Байкальском регионе. Впрочем, опасны и многоводья, особенно на Дальнем Востоке и Кавказе, хотя опасность наводнений на территории России в целом не так велика, как во многих других регионах мира, например, в Юго-Восточной Азии [6].

Антропогенные изменения водных ресурсов

Среди основных видов антропогенных воздействий на водные ресурсы особого внимания заслуживают водозаборы и гидротехническое строительство. На речной сток влияет и еще множество факторов, в том числе проводимые на водосборах агротехнические мероприятия, урбанизация территории, лесное хозяйство, рекреация и пр., но их воздействие существенно меньше и в первом приближении можно считать, что они взаимно компенсируются [11].

В сравнении с развитыми экономиками мира Россия характеризуется относительно низкими значениями общего и безвозвратного водозабора. Согласно данным [4, 5], общий водозабор пресных поверхностных вод по состоянию на 2016–2017 гг. составлял ~1,0 % от величины общих возобновляемых водных ресурсов. Однако для ряда субъектов федерации доля вод, изымаемых из поверхностных источников и используемых на различные нужды, остается достаточно высокой. Наиболее высокая доля изъятия вод из поверхностных водоемов и водотоков по отношению к величине возобновляемых водных ресурсов наблюдается в Ставропольском (40,2 %) и Краснодарском (25,5) краях, республиках Карачаево-Черкесия (39) и Калмыкия (19,6), Московской области (19,5), республиках Крым (18,8), Дагестан (15,6), Северная Осетия (12,4), Ростовской (11,7), Тверской (8,8) и Оренбургской (8 %) областях. Наряду с поверхностными водами, для целого ряда регионов России характерно удовлетворение водозабора за счет подземных вод, в том числе недренируемых реками. В 20 субъектах РФ использование подземных вод превышает 50 %. Обращает на себя внимание, что достаточно высокий водозабор из подземных вод характерен для большинства центральных областей Европейской части России (ЕЧР). В этой связи необходимо отметить, что снижение уровня подземных вод, являющееся естественным следствием повышенного водозабора, может являться одной из важнейших причин наблюдающегося здесь обмеления озер.

Безвозвратный водозабор для большинства регионов страны составляет пока сравнительно небольшую часть от общего изъятия вод (30–35 %). Невелика, в большинстве случаев, и доля безвозвратного водозабора по отношению к ресурсам речного стока. Согласно [12], общий безвозвратный расход в России составляет 0,3 % остаточного (после вычета безвозвратных изъятий) полного речного стока и 0,8 % остаточного устойчивого стока. Наиболее велика доля безвозвратного водозабора в районах с развитым орошаемым земледелием. В пределах Южного и Северо-Кавказского федеральных округов доля безвозвратного водозабора по отношению к общему приближается к 50 % или даже превышает 70 %. Динамика водопотребления в России с начала 1960-х годов представлена на рис. 2. До 1970-х годов наблюдался рост водозабора и других показателей водопотребления, затем стабилизация за счет мер по экономии воды, в том числе роста оборотного водоснабжения, а с начала 1990-х годов – снижение (в 1,5–1,7 раза). Лишь частично оно обусловлено техническим прогрессом, главным же образом – общим экономическим спадом и структурными перестройками экономики, закрытием наиболее водоемных производств.

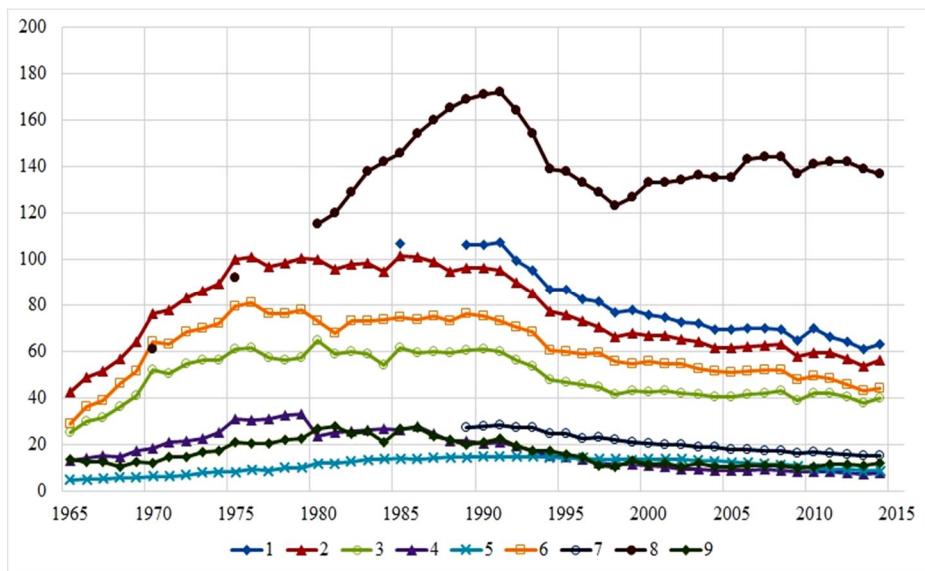


Рис. 2. Динамика использования водных ресурсов России в 1965–2015 гг. км³/год:
1 – забор воды из водных источников для использования; 2 – использование свежей воды, всего, в том числе: 3 – на производственные нужды, 4 – на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение, 5 – на хозяйствственно-питьевые нужды; 6 – сброс сточных вод в поверхностные водоемы; 7 – сброс загрязненных сточных вод; 8 – объем оборотной и последовательно используемой воды; 9 – безвозвратный расход в процессе использования

Гидротехническое строительство в нашей стране особенно актуально, учитывая, что по ресурсам устойчивого стока подземного происхождения территория России уступает среднемировым показателям почти в 1,8 раза [10]. К настоящему времени в России создано более 2200 водохранилищ объемом свыше 1 млн м³ каждое. Полезный объем всех водохранилищ позволяет регулировать более 7 % полного годового речного стока и свыше 12 % стока половодья. Хотя реально эти величины меньше из-за несовершенства гидрометеорологических прогнозов, нередкого изменения режима попусков из водохранилищ. Среди федеральных округов потенциально наиболее зарегулирован годовой речной сток Приволжского (около 30 %) и Центрального (около 18 %). У Южного, Северо-Кавказского и Сибирского ФО величина регулирования близка к 9 %, Дальневосточного – 3,3, Северо-Западного – 2,4 %. Меньше всего зарегулирован сток Уральского округа – 0,5 %.

В мертвом объеме (МО) водохранилищ России законсервировано более 500 км³ воды, что превышает двухгодичный сток Волги. 60 % общероссийского МО приходится на Сибирский и Дальневосточный федеральные округа. Влияние мертвого объема на сток приходится в основном на годы заполнения водохранилищ, то есть главным образом оно имело место в середине XX века. Из самых крупных водохранилищ, построенных относительно недавно, следует выделить лишь Богучанское (МО – 55,9 км³).

Связанные со строительством водохранилищ потери воды на дополнительное испарение для крупнейших водохранилищ России объемом более 1 млн м³ суммарно составляют около 11 км³, из которых свыше половины приходится на Волжско-Камский каскад водохранилищ.

На современном этапе совокупное воздействие водозабора и строительства водохранилищ на величину среднего многолетнего стока сравнительно невелико – менее 1 % для всей России, 5,5 – в Южном и Северо-Кавказском ФО, 6,4 – в Приволжском ФО, 5,3 – в бассейне Волги и 12,3 % – в бассейне Дона. В маловодные годы уменьшение доли стока за счет рассматриваемых факторов резко возрастает и, как результат, водохозяйственная и гидроэкологическая ситуации резко обостряются.

Деятельность человека часто негативно сказывается и на озernом фонде. Сравнение данных по современным площадям озер России с предшествующими оценками, в том числе с данными, опубликованными в Государственном водном кадастре, свидетельствует о снижении площадей ряда естественных водоемов в хозяйственно освоенных районах. Анализ количественных изменений, произошедших с озерным фондом России за последние полстолетия [9], показал, что наиболее опасные негативные тренды имеют место в центральной и южной частях ЕЧР. Для ряда речных бассейнов исчезновение малых водоемов составило до 20 % и более. При сохраняющихся характере землепользования и темпах экономической активности сокращение фонда естественных водоемов в центральной части ЕЧР к середине XXI в. может составить ~10 %, а в южной – до 20 %. В силу незначительности озерного фонда центральной и южной частей Русской равнины, а также того факта, что именно в данных регионах страны плотность населения и его экономическая активность наиболее высоки, отмечаемые снижения озерного фонда вызывают существенные опасения. С одной стороны, они компенсируются созданием огромного числа искусственных водоемов, а с другой – исчезает естественная среда обитания водной и околоводной флоры и фауны, в том числе редкой орнитофауны. В сравнении с искусственными водоемами, экосистемы естественных водоемов схожего размера характеризуются

большим видовым разнообразием и большей степенью устойчивости к загрязнениям, а искусственные водоемы чаще всего не могут заменить естественные в качестве среды обитания редких видов.

Как отмечалось выше, главную угрозу для водных ресурсов как речных, так и озерных представляет их загрязнение. Особую опасность представляют загрязненные сточные воды, однако и так называемые «условно чистые» сточные воды также небезвредны. Одним из показателей загрязнения рек и водоемов может служить кратность разбавления сточных вод речным стоком. Имеющаяся кратность разбавления сточных вод чистыми речными часто совершенно недостаточна для их обезвреживания. Также необходимо учитывать наличие так называемого диффузного загрязнения, попадающего в водотоки и водоемы рассредоточено с сельскохозяйственных, лесных, городских ландшафтов и практически нигде не учитываемого.

Особенно неблагоприятная ситуация с качеством воды складывается в обжитых районах со сравнительно небольшими водными ресурсами и развитой промышленностью. В Центральном федеральном округе кратность разбавления сточных вод ресурсами речного стока в 1990 г. составляла менее 10 раз, в том числе загрязненных несколько более 20 раз, а к 2015 г. она удвоилась из-за уменьшения водозабора, но также является явно недостаточной для решения проблемы предотвращения или существенного снижения загрязнения водных ресурсов. Примерно такая же ситуация с разбавлением сточных вод складывается в Южном, Северо-Кавказском и Приволжском округах. Значительно лучше ситуация с разбавлением сточных вод в Северо-Западном, Уральском и особенно Сибирском и Дальневосточном округах, в бассейнах северных, сибирских и дальневосточных рек. Вместе с тем, большая часть крупных рек России загрязнена (табл. 1). Причем Обь, наряду с Волгой, относится к числу наиболее загрязненных рек.

Необходимо отметить, что загрязнение озерных вод, в силу их медленной возобновляемости, имеет более серьезные экологические последствия, чем загрязнение речных вод. К основным последствиям антропогенной активности применительно к озерным экосистемам относятся процессы эвтрофирования, заилиения, токсического загрязнения и ацидификации. На экологическом состоянии крупнейших водоемов, характеризующихся повышенной буферной способностью и обладающих значительной емкостью, прежде всего, сказываются антропогенное эвтрофирование и токсическое загрязнение, тогда как для малых, средних, а также крупных мелководных озер одинаково опасны все процессы [16].

Таблица 1

**Характеристика качества воды
основных рек России (по данным [15])**

| Река | Качество воды |
|--------------------------------------|---|
| <i>Восточный склон территории РФ</i> | |
| Амур | От условно чистой до грязной |
| Реки Камчатки | От условно чистой до слабо загрязнённой |
| Реки Сахалина | От слабо загрязнённой до экстремально грязной |
| <i>Южный склон территории РФ</i> | |
| Урал | От слабо загрязнённой до загрязнённой |
| Волга и ее притоки, Дон | От загрязнённой до экстремально грязной |
| Ока, Москва, Терек | От слабо загрязнённой до экстремально грязной |
| Днепр, Кубань | От слабо загрязнённой до грязной |
| <i>Западный склон территории РФ</i> | |
| Нева | От слабо загрязнённой до загрязнённой |
| <i>Северный склон территории РФ</i> | |
| Северная Двина, Печора | От слабо загрязнённой до грязной |
| Реки Кольского п-ва | От загрязнённой до экстремально грязной |
| Обь | От слабо загрязнённой до экстремально грязной |
| Енисей | Загрязнённая |
| Лена | От условно чистой до грязной |

Суммарная оценка качества вод показала, что с начала XX в. по настоящее время доля олиготрофных вод, заключенных в крупнейшие озера страны (включая оз. Байкал), снизилась более чем на 4 %, а вод 1 класса качества – на 5 % [7]. Необходимо иметь в виду, что основная масса озерных вод страны (> 95 %) сконцентрирована в нескольких крупнейших глубоководных водоемах, в которых загрязнение пока затрагивает лишь прибрежную зону, только на оз. Байкал приходится 91 %. Благодаря этому, в настоящее время около 95 % суммарного объема вод, содержащихся в озерах России, можно охарактеризовать как условно чистые. Экологическое состояние крупнейших речных водохранилищ несравненно хуже. Из 24 водохранилищ с площадями зеркала более 500 км² на начало 2010 г. лишь 8 сохранили по большей части своей акватории олиготрофный статус и только 5 характеризовались как слабо за-

грязненные, причем четыре из них расположены за полярным кругом. Большинство водохранилищ наполняют мезотрофные воды со значительными признаками эвтрофирования. Воды 11 водохранилищ к началу 2010 г. характеризовались как очень грязные. Экологическое состояние большинства малых и средних водоемов как естественного, так и искусственного происхождения, еще хуже. В водоемах Центрального, Приволжского, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов воды, которые можно было бы характеризовать как условно чистые, практически отсутствуют. Большинство водоемов наполняют воды 3 и 4 класса качества. Воды 4 класса качества доминируют в озерах и водохранилищах Центрального (53 %), Приволжского (52), Южного (44) и Северо-Кавказского (32 %) ФО. Доля вод 5 класса качества в водоемах Северо-Кавказского ФО составляет ~11 %, Центрального ~5, Южного ~4, Приволжского ~3 %. Мезотрофные воды доминируют в озерах и водохранилищах Центрального (53 %) и Приволжского (56 %) ФО, эвтрофные – Южного (55 %) и Северо-Кавказского (45 %) ФО. Доля гипертрофных вод в водоемах Южного ФО составляет ~9 %, Северо-Кавказского ФО ~5, Центрального и Приволжского – превышает 1 %.

Эффективность использования водных ресурсов и пути ее повышения

Широкое распространение в последние годы получила оценка эффективности использования воды по показателю водоемкости, рассчитываемому как отношение использованной воды (в м^3) к величине регионального валового продукта (в млн рублей). Одним из первых оценку эффективности использования воды по отношению к ее количеству, приходящемуся на единицу ВВП или ВРП, применил Н.Ф. Глазовский [3]. Он показал, что СССР сильно отставала от ведущих стран мира по этому показателю, расходуя слишком много воды на единицу ВВП. Конечно, этот показатель нещен недостатков, в частности, он не учитывает специфики природных условий и связанной с этим структуры водопотребления. Так, страны, в которых орошаемое земледелие занимает значительное место в структуре водопотребления, заведомо уступают тем, у которых в структуре водопотребления превалируют машиностроение или торговля, так как сельскохозяйственная продукция, произведенная на орошаемых полях и требующая больших водозатрат, дает относительно небольшой доход. В СССР одну из ведущих ролей в водопотреблении играло как раз орошающее земледелие. Россия, в которой расходование воды в орошающем земледелии занимало и занимает сравнительно скромное место (на долю орошения в 1990 г. приходилось 19 %, а сейчас лишь 14 %) находится на более высоком месте в рейтинге стран по удельному водопотреблению. По мере того, как после

распада СССР и последовавшего социально-экономического кризиса скорость снижения водопотребления стала опережать падение ВВП, удельное водопотребление в расчете на единицу ВВП (ВРП) стало снижаться. Тем более, когда наметился рост ВВП и ВРП произошло изменение в структуре водопотребления в сторону преобладания менее водоемких и более выгодных производств, был осуществлен ряд мер по экономии воды (например, широкое распространение получили водосчетчики и платное водопользование). Как результат, уже к середине 2010-х годов в России расходовалось воды на единицу ВВП значительно меньше, чем в мире в целом. Анализ динамики изменения этого показателя, представленный в табл. 2, подтверждает тенденцию к снижению удельного водопотребления даже на примере сравнительно короткого отрезка времени. Для большинства федеральных округов удельное водопотребление с 2005 по 2015 г. снизилось в 4–5 раз. Это объясняется снижением водопотребления, ростом экономики, а возможно, за исключением самых последних лет, также инфляцией и частичной легализацией теневой экономики. Вместе с тем надо иметь в виду, что ВВП часто считают по разному. Условно ВВП делится на три вида: номинальный, учитывающий только текущие цены, но без учета инфляции, реальный – учитывающий текущие цены за вычетом инфляции, и по паритету покупательной способности (ППС). В табл. 2 приводится номинальный ВВП для России и ВРП для федеральных округов. Если считать по ППС, то снижение удельной водоемкости оценивается за рассматриваемый период примерно в 1,5 раза меньшим. Очевидно, чем меньше непроизводительные потери воды, тем меньше водоемкость ВВП и ВРП, однако большее влияние на динамику удельной водоемкости оказывают экономические показатели.

Более реально об эффективности использования воды можно судить по величине ее фактического расходования. Так в России на пути от места водозабора из водного объекта до водопотребителя из-за неудовлетворительного состояния водоподводящей сети теряется более 10 % забранной из источника воды. До 20–30 % по той же причине составляют потери воды в водопроводной сети. На хозяйственно-бытовые нужды в расчете на душу населения в России используется в 1,6 раза больше воды, чем в мире в целом, почти в 1,5 раза больше, чем в Германии, но в 2 с лишним раза меньше, чем в США [10].

В 2016 г. использование воды в хозяйственно-питьевом секторе в среднем по стране составляло $54 \text{ м}^3/\text{чел}$. Наиболее высокие значения использования воды наблюдались в Республике Северная Осетия ($86 \text{ м}^3/\text{чел}$), Камчатском крае (86), Мурманской (81) и Свердловской (78) областях, Чукотском авт. округе (77), Тульской (77), Самарской (76) и

Таблица 2

**Динамика удельного водопотребления
по федеральным округам России, м³/тыс. руб. в текущих ценах**

| Федеральный округ | Годы | | | | | | | 2015 г. в % к 2008 г. |
|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
| | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | |
| Центральный | 1,68 | 0,75 | 0,65 | 0,57 | 0,51 | 0,48 | 0,40 | 19 |
| Северо-Западный | 6,32 | 2,96 | 2,40 | 1,96 | 1,68 | 1,69 | 1,46 | 20 |
| Южный | 8,12 | 3,19 | 2,77 | 2,28 | 1,99 | 1,80 | 1,61 | 23 |
| Северо-Кавказский | 20,55 | 8,56 | 6,83 | 5,62 | 4,44 | 4,45 | 3,98 | 23 |
| Приволжский | 3,59 | 1,62 | 1,32 | 1,13 | 1,00 | 0,90 | 0,79 | 25 |
| Уральский | 1,25 | 0,73 | 0,59 | 0,50 | 0,47 | 0,55 | 0,55 | 22 |
| Сибирский | 4,57 | 1,87 | 1,63 | 1,57 | 1,32 | 1,14 | 1,05 | 44 |
| Дальневосточный | 2,12 | 0,89 | 0,72 | 0,70 | 0,60 | 0,52 | 0,45 | 21 |
| Россия в целом | 3,40 | 1,58 | 1,31 | 1,14 | 0,99 | 0,95 | 0,84 | 24 |

Волгоградской (74) областях, Хабаровском крае (74) и Кемеровской области (71 м³/чел). География этих регионов крайне разнородна, в этой связи, необходимо иметь в виду, что завышенные значения могут являться следствием использования воды из системы коммунального водоснабжения на иные нужды. Наиболее низкие значения использования воды на питьевые и хозяйствственные нужды наблюдались преимущественно в субъектах федерации, в которых высока доля сельского населения – в республиках Тыва (15 м³/чел), Алтай (17) и Калмыкия (25), Курганской (27) и Псковской областях (32), Ставропольском (33) и Алтайском краях (34), республиках Бурятия (34) и Хакасия (35), Новгородской (35) и Ярославской (36) областях, Ханты-Мансийском авт. округе (36), республиках Саха (38) и Чувашия (39 м³/чел).

Расходование воды на 1 га в орошаемом земледелии России значительно (в 4 с лишним раза) ниже общемирового, что во многом объясняется относительно северным расположением наших орошаемых массивов, составом орошаемых земель и подчас нехваткой финансовых средств у владельцев орошаемых участков для полива сельскохозяйственных культур в соответствии с оросительной нормой. В Японии, где преобладает орошение такой водоемкой культуры, как рис, удельное водопотребление в орошаемом земледелии в 10 раз больше, чем в России. Но возможности снижения расходования воды имеются и в России за счет более широкого внедрения капельного и внутрипочвенного оро-

шения, как это уже сейчас практикуется во многих хозяйствах Астраханской области.

Россия достигла довольно высоких показателей во внедрении оборотного водоснабжения в промышленности, где до 70–80 % используемой воды приходится на оборотные системы водоснабжения, хотя и здесь имеются большие возможности экономии воды. На рис. 3 представлены сценарии возможного водопотребления в федеральных округах России на уровне 2030 г., сочетающие сценарии экономического развития и удельного водопотребления. При этом приняты следующие сценарии экономического развития:

1. Максимальное социально-экономическое развитие при росте промышленного производства – начиная с 2019 г. на 4 % ежегодно, хозяйственно-бытового сектора – на 10 % к концу расчетного периода; сельскохозяйственного водоснабжения и орошаемого земледелия, а также прочих нужд – на 3 % ежегодно.

2. Умеренное развитие при росте промышленного производства на 2 %, хозяйственно-бытового сектора – на 3 % к концу расчетного периода, сельскохозяйственного водоснабжения и орошаемого земледелия, а также прочих нужд на 1 % ежегодно.

Рассмотрены два варианта удельного водопотребления:

1. Удельное водопотребление не меняется.

2. Удельное водопотребление максимально снижается к 2030 г. в промышленности в 1,5 раза, в хозяйственно-бытовом секторе на 20 %, в сельскохозяйственном водоснабжении, орошении и на прочие нужды в 1,3 раза.

Приведен также экстраполяционный вариант, исходящий из тенденций динамики водопотребления в последние годы. Отметим гидроэкологические преимущества сценария 3 – умеренного развития экономики при максимальном снижении удельного водопотребления.

Как уже отмечено выше, другим основным фактором изменения водных ресурсов в России является создание водохранилищ. Их создание можно считать одним из элементов «зеленой» экономики, поскольку гидроэнергетика и другие решаемые при этом задачи ориентированы на использование возобновляемых ресурсов. Однако, гидротехническое строительство связано с целым рядом негативных последствий для водных и околоводных экосистем. По состоянию на 2010 г., на Россию, занимающую по площади 13 % территории суши, приходится 16 % площади водохранилищ мира. То есть затопление земель при их создании в среднем в 1,2–1,3 раза превысило общемировые показатели. Если сравнить удельные показатели, т.е. площадь затопления, приходящуюся на 1 км³ полного и полезного объемов, то для России они таковы –

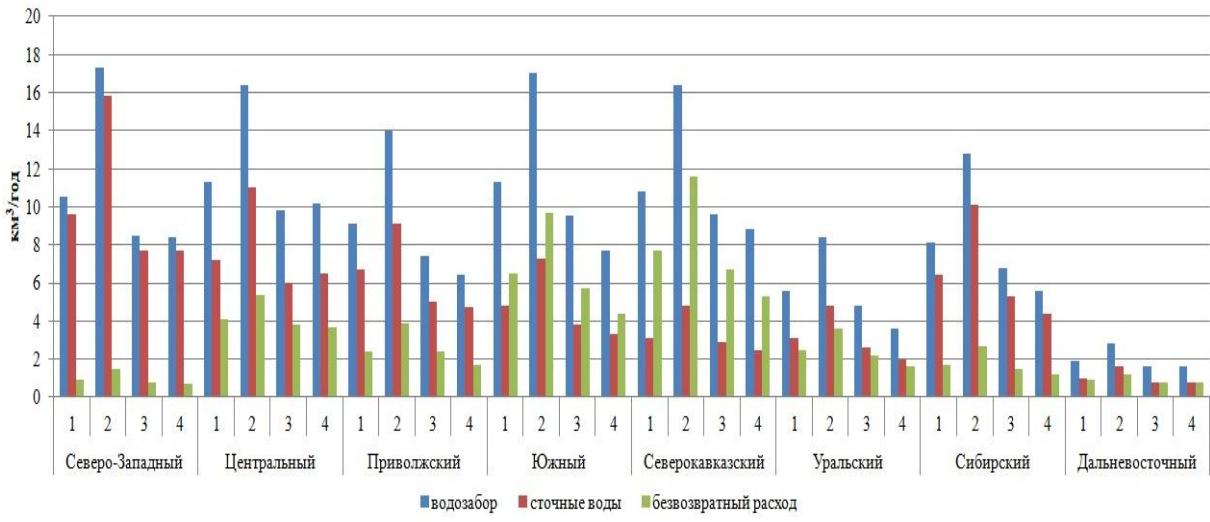


Рис. 3. Сценарии возможного водопотребления в федеральных округах России в 2030 г., $\text{км}^3/\text{год}$:
1 – современный водозабор; 2 – максимальное развитие экономики при существующем удельном водопотреблении;
3 – умеренное развитие экономики при максимальном снижении удельного водопотребления;
4 – экстраполяционный вариант

около 60 и 138 км². Для мира в целом – 56 и 90 км², для Канады – 74 и 102, США – 50 и 55 км². То есть регулирование стока в России было со-пряжено в целом с большими земельными издержками, поскольку большинство наших водохранилищ создано в отличие от многих других стран на равнине [10].

Конечно, в настоящее время создание новых крупных водохранилищ на равнинных территориях практически исключено. Они в основном будут создаваться в горных районах, где затопление земель минимально. В равнинных же условиях реально дальнейшее строительство малых водохранилищ и прудов. В помощь им в регулировании стока можно рекомендовать правильную организацию водосбора с разумным чередованием лесных и безлесных участков, проведение агролесомелиоративных мероприятий по задержанию на полях поверхностного стока. Вместе с тем спуск ранее созданных на равнине водохранилищ, таких как водохранилища Волжско-Камского каскада, Цимлянское, к чему призывают некоторые ревнители охраны природы, нецелесообразен, что хорошо показал еще А.Б. Авакян [1].

Один из главных, если не главный, показатель эффективности использования водных ресурсов – уровень их загрязнения. Как было показано выше, значительная их часть сильно загрязнена. Впрочем, если ориентироваться на кратность разбавления сточных вод, положение в России лучше, чем в мире в целом. Но в отдельных, особенно промышленно развитых районах, гидроэкологическая ситуация чрезвычайно неблагоприятна. Во многих из них остро ощущается и количественный дефицит воды. К этому нужно добавить, что в европейской части страны остро стоит вопрос о необходимости поддержания экосистем низовьев Волги, Дона, Кубани, Урала, Каспийского и Азовского морей, благополучие которых во многом зависит от объема и режима притекающих речных вод.

Возвращаясь к проблеме загрязнения рек и водоемов, необходимо отметить, что дальнейшее совершенствование очистки сточных вод, конечно, необходимо, но, как правило, новые технологии очистки запаздывают по сравнению с появлением новых загрязняющих веществ. К тому же ставка на самоочищающую способность рек и водоемов после сброса в них, как это практикуется сейчас, сточных вод, мало эффективна, поскольку даже очищенные сточные воды нуждаются в дальнейшем многократном разбавлении чистой водой, объемов которой часто оказывается недостаточно. Тем более существует еще и диффузное загрязнение рек и водоемов. Еще в конце XX в. было показано, что наиболее радикальным средством борьбы с загрязнением вод является максимально возможный переход на замкнутые циклы водоснабжения без сброса сточных вод в водные объекты [13, 14].

Конечно, это дорогостоящий и трудозатратный путь решения проблем. Видимо, он в полной мере может быть достигнут не скоро, но к этому надо стремиться. Что касается диффузного загрязнения, то реально бороться с ним агротехническими и лесомелиоративными мерами на водосборах, а в отношении диффузного выноса биогенов еще и с помощью переработки навоза на установках по производству биогаза.

В числе неотложных мер по решению водных проблем, способствующих «зеленой» экономике: совершенствование гидрологического мониторинга; подготовка специалистов в области гидрологии, гидроэкологии и водного хозяйства; совершенствование юридических и правовых мер по охране водного элемента окружающей среды, особенно в отношении малых рек и озер; повышение уровня гидроэкологических знаний населения, особенно лиц, принимающих решения.

Заключение

Россия располагает огромными водными ресурсами, как речного стока, так и озерных вод. Но эти ресурсы весьма неравномерно распределены по территории и во времени. Антропогенная нагрузка на водные ресурсы России в целом ниже средних мировых показателей. Однако, гидроэкологическую ситуацию во многих районах России, особенно маловодных, нельзя признать удовлетворительной, в первую очередь, из-за загрязнения природных вод, а также чрезмерного водопотребления. Вместе с тем, реально улучшить эту ситуацию за счет комплекса мер по минимизации антропогенных воздействий на водные ресурсы.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН по теме №0154-2014-0005 «Пространственная структура озерных и речных водных ресурсов России и ее изменение во времени» и гранта РФФИ №18-05-00479 «Антропогенные воздействия на сток и их последствия».

• Список литературы

1. Авакян А.Б. Народнохозяйственные и экологические последствия спуска водохранилищ // Гидротехническое строительство. – 1991. – № 8. – С. 1–8.
2. Водные ресурсы России и их использование / Ред. И.А. Шикломанов. – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
3. Глазовский Н.Ф. Глобальные закономерности распределения ресурсоемкости экономики // Изв. РАН. Серия географическая. – 1992. – № 3. – С. 12–22.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 г.». – 650 с.
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 г.». – 660 с.
6. Добровольский С.Г., Истомина М.Н. Наводнения мира. – М.: ГЕОС, 2006. – 225 с.

7. Драбкова В.Г., Измайлова А.В. Оценка изменения состояния вод крупнейших озер и водохранилищ Российской Федерации // География и природные ресурсы. – 2014. – №4. – С. 22–29.
8. Измайлова А.В. Водные ресурсы озер Российской Федерации // География и природные ресурсы. – 2016. – № 4. – С. 5–14.
9. Измайлова А.В. Изменения водного фонда центра и юга Европейской территории России за последние полстолетия // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов. – М., 2015. – С. 286–290.
10. Коронкевич Н.И., Барabanova E.A., Бибикова Т.С., Зайцева И.С. Россия на водохозяйственной карте мира // Изв. РАН. Серия географическая. – 2014. – № 1. – С. 7–18.
11. Коронкевич Н.И., Барabanova E.A., Георгиади А.Г., Долгов С.В., Зайцева И.С., Кашутина Е.А., Мельник К.С. Гидрология антропогенного направления: становление, методы, результаты // Изв. РАН. Серия географическая. – 2017а. – № 2. – С. 8–23.
12. Коронкевич Н.И., Барabanova E.A., Зайцева И.С. Сравнение состояния водных ресурсов и антропогенного воздействия на них в Европейской и Азиатской частях России // Известия РГО. – 2017б. – Т. 149, вып. 4. – С. 1–12.
13. Ласкорин Б.Н., Громов Б.В., Цыганков А.П., Сенин В.Н. Проблемы развития безотходных производств. – М.: Стройиздат, 1981. – 207 с.
14. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. – М.: Мысль, 1974. – 448 с.
15. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации. – М.: Росгидромет, 2017. – 216 с.
16. Румянцев В.А., Драбкова В.Г., Измайлова А.В. Крупнейшие озёра мира и перспективы их практического использования // Вестник Российской академии наук. – 2014. – Том 84, № 1. – С. 41–51.
17. World Water Resources at the Beginning of 21st Century / Ed. Shiklomanov I.A., Rodda J.C. – Cambridge University Press, 2003. – 450 p.

И.Н. Владимиров

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Байкальский регион расположен на юге Восточной Сибири в центральной части субконтинента Северной Азии и в административном плане включает территории трех субъектов Российской Федерации: Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края.

Этот уникальный в природно-ландшафтном отношении регион, вмещающий Предбайкалье и Забайкалье, сформировался на стыке трех физико-географических областей – Среднесибирской, Южносибирской и Байкало-Джугджурской.

Байкальский регион обладает громадными запасами различных природных ресурсов – минеральных, земельных, лесных, водных, промышленное освоение которых непрерывно возрастает, формируя сложные экологические проблемы. Низкий потенциал устойчивости геосистем этого региона к антропогенным нарушениям, замедленные процессы самовосстановления, определяющиеся сировостью природных условий, создают большое количество экологических ограничений в области природопользования, связанных с качеством окружающей среды и экологической безопасностью населения, с сохранением биологического разнообразия территорий, а также с формированием основ их устойчивого эколого-экономического развития.

В соответствии с природно-ресурсным районированием в Байкальском регионе выделяются четыре природно-ресурсных района: Ангаро-Ленский, Саяно-Байкальский и Юго-Восточный Забайкальский, а также небольшой на востоке региона – Чарский [5]. Каждый из районов имеет свою структуру основных разновидностей природно-ресурсного потенциала с определенной приоритетностью природных ресурсов. Так, в Ангаро-Ленском районе преобладает водный (в том числе гидроэнергетический) потенциал, важное место принадлежит лесопромышленному и топливно-энергетическому; имеются также минерально-сырьевые, земельные и рекреационные ресурсы. В остальных районах преобладает минерально-сырьевой потенциал; в Саяно-Байкальском районе за ним следуют водный, рекреационный, лесной и земельный, а в Юго-Восточном Забайкальском – лесопромышленный, водный и земельный.

Для Байкальского региона развитие «зеленой экономики» и экологизация природопользования являются приоритетными направлениями

эколого-экономической политики, одними из главных условий, обеспечивающих экономический рост и сохранение уникальных природных систем бассейна озера Байкал. В 1996 г. на 20-й сессии Комитета всемирного наследия ЮНЕСКО (г. Мерида, Мексика) озеро Байкал было включено в Список объектов всемирного наследия. Таким образом, Байкал официально стал достоянием мирового сообщества, а Правительство РФ приняло на себя обязательство о сохранение экосистемы озера в естественном виде на международном уровне. Объявление озера Байкал и его окружения Участком всемирного природного наследия привлекло внимание всего мирового сообщества, подчеркнуло роль великого озера и как уникального явления природы, и как места организации зоны рекреации планетарного значения.

Для сохранения уникальной экологической системы озера Байкал и предотвращения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на ее состояние проведено экологическое зонирование Байкальской природной территории (БПТ). Границы БПТ и ее экологических зон утверждены распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2006 г. № 1641-р [6]. В каждой из экологических зон БПТ устанавливается особый режим осуществления хозяйственной деятельности. Основные требования, касающиеся природопользования в границах БПТ, распространяются на центральную экологическую зону (ЦЭЗ). Это связано с тем, что именно в ней осуществляется деятельность, которая прямо влияет на состояние озера. В ее границах расположены промышленные объекты, города и поселки, объекты коммунального хозяйства, объекты транспорта, ведется лесное и сельское хозяйство, осуществляется рекреационная деятельность.

«Байкальская природная территория определена как территория, в состав которой входят озеро Байкал, водоохранная зона, прилегающая к озеру Байкал, его водосборная площадь в пределах территории Российской Федерации, особо охраняемые природные территории, прилегающие к озеру Байкал, а также прилегающая к озеру территория шириной до 200 километров на запад и северо-запад от него» [10, ст. 2]. БПТ налагает определенные ограничения на хозяйственную деятельность, ужесточает режим использования земель и тем самым обеспечивает функционирование уникальной природной системы озера Байкал.

В настоящее время на законодательном уровне отсутствует закрепление правового режима буферной зоны и зоны атмосферного влияния БПТ. Нормативно установлены только их границы. Экологические зоны БПТ:

1. Центральная экологическая зона (ЦЭЗ) ($89\ 071\ km^2$ – 23 % территории БПТ) – «территория, которая включает в себя озеро Байкал с островами, прилегающую к озеру Байкал водоохранную зону, а также особо охраняемые природные территории, прилегающие к озеру Байкал» [10, ст. 2]. ЦЭЗ БПТ по территории совпадает с границами УВПН. Ее граница проходит по внешним границам особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и главным водоразделам основных хребтов, окружающих Байкал. Основная функция ЦЭЗ – сохранение уникальной экологической системы оз. Байкал и предотвращение негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности на ее состояние. В границах ЦЭЗ, за исключением акватории озера Байкал, 43 % территории занимают ООПТ, по своей сути являющиеся ядром охранной зоны озера Байкал. Геосистемы ЦЭЗ БПТ выполняют важную средоформирующую и средозащитную, а также водоохранную и стокорегулирующую роль для экосистемы озера Байкал.

2. Буферная экологическая зона ($213\ 875\ km^2$ – 57 %) – территория за пределами ЦЭЗ, включающая в себя водосборную площадь оз. Байкал в пределах территории РФ. Основной задачей зоны является сохранение природных комплексов, биотического и ландшафтного разнообразия, качества поступающих в озеро Байкал вод. Геосистемы буферной экологической зоны выполняют важную средоформирующую, средозащитную и стокорегулирующую функции

3. Экологическая зона атмосферного влияния ($83\ 212$ тыс. km^2 – 20 %) – территория вне водосборной площади оз. Байкал в пределах территории РФ шириной до 200 км на запад и северо-запад от него, на которой расположены хозяйствственные объекты, деятельность которых оказывает негативное воздействие на уникальную экологическую систему оз. Байкал. Экологическая зона атмосферного влияния целиком располагается в Предбайкалье и главной экологической проблемой здесь является обеспечение экосистемы оз. Байкал чистой природной атмосферой, воздушными массами, с естественными влажностными и температурными характеристиками, которые формируются в значительной степени над территорией, что поддерживает необходимый условно-естественный уровень вод в оз. Байкал. В первую очередь, это зависит от состояния геосистем, выполняющих здесь важные водорегулирующие и газообменные атмосферные функции.

За последние десятилетия произошло увеличение антропогенного воздействия на территории Байкальского региона, что привело к ухудшению состояния экосистемы озера. Для исправления сложившейся

ситуации требуется принятие неотложных мер, связанных с сохранением, защитой экосистемы, снижением антропогенного воздействия на окружающую среду.

Основными источниками атмосферного воздействия на оз. Байкал являются промышленные предприятия, расположенные на БПТ, участки Транссибирской и Байкало-Амурской железнодорожных магистралей. Наибольшую степень вероятности попадания в озеро имеют воздушные выбросы промышленных предприятий и котельных городов и поселков (Слюдянки, Байкальска, Северобайкальска, Нижнеангарска и др.), расположенных в котловине озера Байкал. Продукты воздушного переноса от Иркутско-Черемховской агломерации представляют меньшую часть общего объема загрязнения атмосферы над Байкалом, что вызвано удаленностью и метеорологическими характеристиками, влияющими на рассеивание выбросов.

На территории Северного Прибайкалья формируется единая зона распространения атмосферных загрязнений, вытянутая вдоль побережья озера Байкал. Ее площадь для г. Северобайкальска составляет порядка 150 км, а для п. Нижнеангарска – 60 км [1]. Содержание отдельных примесей имеет тренд к уменьшению, но уровень загрязнения воздушного бассейна остается на высоком уровне.

Наиболее информативным объектом при выявлении техногенного загрязнения атмосферы является снежный покров, депонирующий выпадение из атмосферы в зимний период. В ЦЭЗ БПТ выделяется несколько зон техногенного загрязнения с концентрацией твердого осадка в снеге от 0,5 до 10 г/кг [1]. Снеговые воды вблизи источников могут иметь минерализацию, превышающую фоновую в 10 раз, а максимальные запасы твердого вещества в снеге могут достигать $200 \text{ г}/\text{м}^2$. В ЦЭЗ БПТ выделяются зоны с повышенным содержанием кальция, магния, натрия и калия. Среди катионов в талой снеговой воде преобладают натрий и калий. На территории, прилегающие к п. Култук и г. Слюдянка, приходятся максимальные значения нерастворимого остатка снега, связанные с работой местных систем отопления, а максимальные значения растворенных веществ – на территории возле г. Байкальска. Ореол загрязнения снежного покрова химическими элементами распространяется с юго-востока на северо-запад на 60 км при его ширине 10–15 км.

При стихийном развитии туризма на берегах озера Байкала одной из важнейших задач, требующих решения, становится проблема сбора, утилизации и переработки твердых бытовых отходов. Большой частью мусор отправляется на свалки как санкционированные, так и стихийные.

В пределах ЦЭЗ БПТ ведется добыча цементного и кварцевого сырья, облицовочных и поделочных камней, различных видов строительных материалов с локальными нарушениями окружающей среды. Вблизи населенных пунктов, дорог, турбаз также наблюдаются значительные антропогенные изменения природной среды (вырубки, гари и т. д.) (рис. 1).

Ужесточение экологических требований к хозяйственной деятельности на БПТ повышает актуальность проблемы экологизации природопользования и требует поиска новых путей решения проблемы в регионе.

Проблема экологической оптимизации природопользования, предотвращения или минимизации негативных последствий природопользования в системе отношений человека и природы всегда была предметом внимания географов. Академик В.Б. Сочава [8] призывал к «с сотворчеству человека и природы», академик И.П. Герасимов [4] определил научные и методические позиции «конструктивной географии», основу которой составляют исследования по разработке проблем планомерного преобразования природной среды с целью эффективного использования естественных ресурсов.

Принцип, выдвинутый академиком В.Б. Сочавой, что рационализация природопользования должна основываться не на «покорении природы», а на «с сотворчестве человека с природой», был разработан на основе учения о геосистемах и до сих пор не потерял своей актуальности: «Под сотворчеством мы понимаем осуществляющую человеком систему мероприятий, направленную на развитие потенциальных сил природы, активизацию природных процессов, увеличение продуктивности геосистем, а следовательно, и коэффициента полезного использования энергетических возможностей земного пространства. С сотворчеством с природой основано на использовании и оптимизации тенденций, свойственных природе, ее интегральных (а не частных) режимов» [7, с. 254]. С сотворчество отражает физико-географический процесс, который стимулируется и управляет человеком в нужном для него направлении с условием сохранения геосистем и улучшения качества окружающей природной среды.

Рациональное природопользование предполагает оптимальное решение экологических вопросов территории в ходе проведения различных хозяйственных мероприятий, напрямую или косвенно влияющих на окружающую природную среду. Как правило, для геосистем осваиваемых территорий такое воздействие носит деструктивный характер и способствует развитию в них антропогенных динамических процессов.

Основной целью экологизации природопользования в настоящее время является создание условий для гармоничного, сбалансированного

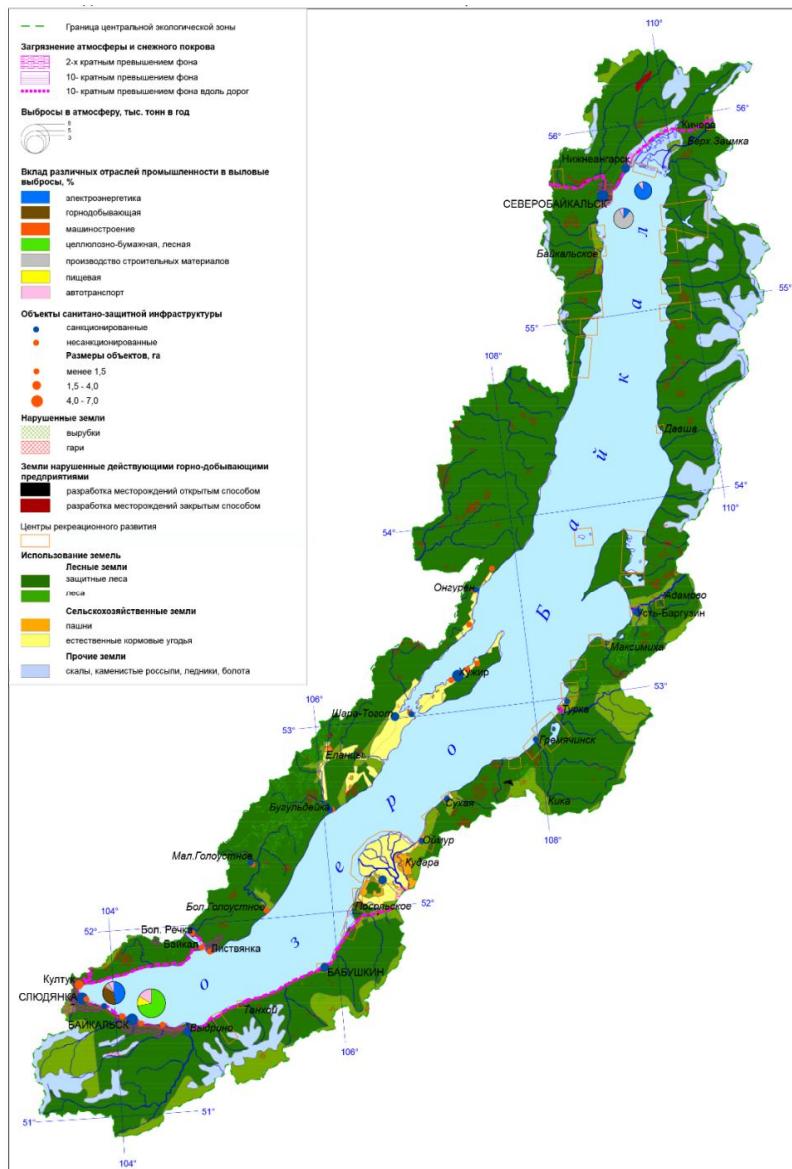


Рис. 1. Природопользование и экологическое состояние центральной экологической зоны Байкальской природной территории [3]

развития природы, общества и экономики. Особый акцент должен быть сделан на признании приоритетности для общества жизнеобеспечивающих функций геосистем перед прямым использованием ее ресурсов при соблюдении баланса потребностей населения и экологическом благополучии. В этих условиях экологическая оптимизация природопользования на основе учета экологического потенциала геосистем является основной парадигмой политики природоохранной деятельности в Байкальском регионе, что позволит обеспечить учет баланса экологических и экономических интересов общества, создать научные предпосылки для разработки правовых природоохраных норм, экономических расчетов, научного и информационно-аналитического обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности.

Современное представление об экологическом потенциале геосистем опирается на конструктивное объединение двух подходов к его оценке – природоцентрического и антропоцентрического с основным акцентом на первый, что обеспечивает рациональное экологически ориентированное природопользование, экологическую безопасность и предупреждение экологических рисков. Это становится особенно важным и актуальным для такой территории как Байкальская Сибирь, представляющий собой сложный в природно-ландшафтном отношении регион, который к тому же обладает большими запасами различных природных ресурсов. Их хозяйственное освоение непрерывно возрастает, формируя тем самым сложные экологические проблемы.

Необходимость экологической рационализации природопользования и развития «зеленой экономики» в Байкальском регионе обусловлена не только освоением природных ресурсов и уникальными природными условиями, но и правовым статусом БПТ, на которой экологическая регламентация природопользования определяется Федеральным законом «Об охране озера Байкал» (от 01.05.1999 № 94-ФЗ) [10]. Данный закон является специальным, первым в стране региональным природоохранным законом и в этой связи занимает особое место в иерархии иных федеральных законов, регулирующих отношения в области охраны природы и природопользования, кроме того он предусматривает принятие целого ряда нормативных документов в целях его исполнения.

Законом определены основные принципы, в соответствии с которыми должна осуществляться природоохранная и хозяйственная деятельность в регионе озера Байкал:

- приоритет видов деятельности, не приводящих к нарушению уникальной экологической системы оз. Байкал;
- учет комплексности воздействия хозяйственной деятельности;

- сбалансированность решения социально-экономических задач и задач охраны экосистемы оз. Байкал;
- обязательность государственной экологической экспертизы;
- запрещение или ограничение видов деятельности, оказывающих негативное воздействие на экосистему оз. Байкал.

В целом, можно утверждать, что сформирована определенная экологическая политика в отношении охраны озера Байкал и БПТ [9]. Многочисленные постановления директивно ввели новую региональную форму природопользования – особый режим пользования природными ресурсами в бассейне озера Байкал.

На БПТ предусматриваются особенности правового регулирования, природопользования, которые заключаются в:

- запрещении или ограничении видов деятельности, осуществление которых оказывает негативное воздействие на озеро;
- определении сроков и допустимого объема вылова эндемичных видов водных животных, сроков и сбора эндемичных видов водных растений;
- специфике пользования земельными ресурсами в центральной и буферной зонах БПТ, охраны, защиты, воспроизводства лесов в центральной экологической зоне;
- соблюдении при организации туризма и отдыха предельно допустимых норм нагрузок на окружающую среду в центральной экологической зоне.

К сожалению, в настоящее время реально запущены лишь механизмы запретительного и ограничительного характера, наименее реализован принцип сбалансированности решения социально-экономических задач и задач охраны уникальной экологической системы озера Байкал. Анализ современного состояния исполнения норм законодательного обеспечения охраны и использования природных ресурсов БПТ выявил отсутствие согласованной политики федеральных, региональных и муниципальных властей.

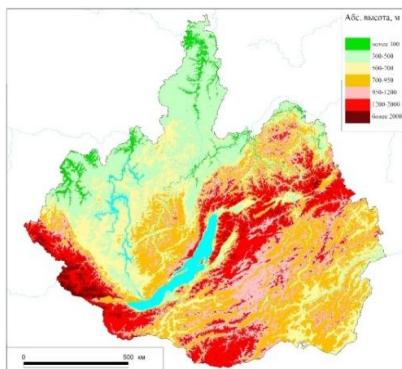
Дальнейшее расширение и усложнение природопользования в Байкальской Сибири все большее актуализирует проблему экологического риска хозяйственной и иных видов деятельности, оказывающих прямое или косвенное воздействие на природную среду. Увеличиваются объемы изъятия природных ресурсов и, соответственно, разнообразие и масштабы антропогенных воздействий на геосистемы и их компоненты, характеризующиеся низкой устойчивостью и замедленными процессами самовосстановления из-за относительно суровых природных условий.

Особенностью большей части Байкальского региона, находящейся в пределах БПТ, является воздействие так называемого «байкальского фактора» – особые условия природопользования, которые определяют повышенные капитальные затраты и низкую конкурентоспособность продукции. В соответствии с этим необходимо более широкое использование экологически чистых и высоких технологий при добыче и переработке минерального сырья, лесных и других ресурсов.

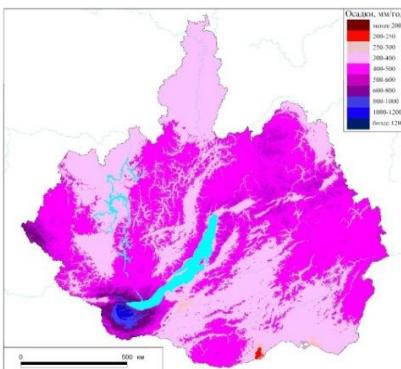
Оптимизация природопользования должна опираться на современные научные представления об экологическом потенциале геосистем, позволяющем обеспечить учет баланса экологических и экономических интересов общества, создать научные предпосылки для разработки правовых природоохраных норм, экономических расчетов, научного и информационно-аналитического обеспечения охраны окружающей природной среды и экологической безопасности. Все это позволяет на новой научной основе разрабатывать пути экологической оптимизации природопользования с учетом современного состояния окружающей природной среды, и при необходимости устанавливать экологические регламентации и ограничения в природопользовании.

Экологический потенциал геосистем зависит как от их природных свойств, так и от направления и форм существующего хозяйственного использования. Он рассматривается с различных точек зрения (социально-экономической, хозяйственной, функциональной и т. д.). По отношению к каждой функции геосистема характеризуется определенным природным потенциалом – способностью выполнять эту функцию, сохраняя при этом свою структуру и природные особенности. В отличие от функции геосистемы, которая задается ей извне, можно сказать «навязывает-ся» обществом, экологический потенциал – ее внутреннее, естественное свойство, которое геосистема имеет по отношению к любой функции независимо от того, выполняет она ее в данный момент или нет [11].

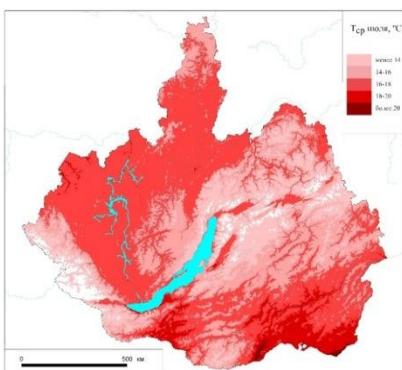
Основным методом исследования и оценки экологического потенциала является картографическое моделирование с созданием универсальных и специальных карт на основе современных геоинформационных технологий. Основой выявления экологического потенциала геосистем Байкальской Сибири является карта геосистем региона в обзорно-справочном масштабе (1: 2 500 000), опирающаяся на принципы многоступенчатой регионально-типологической и структурно-динамической классификации геосистем, предложенных академиком В.Б. Сочавой [2]. Карта отражает основное структурно-динамическое разнообразие геосистем региона в системах их географо-генетических пространственных структур, с указанием основных факторов, определяющих их природный экологический потенциал.



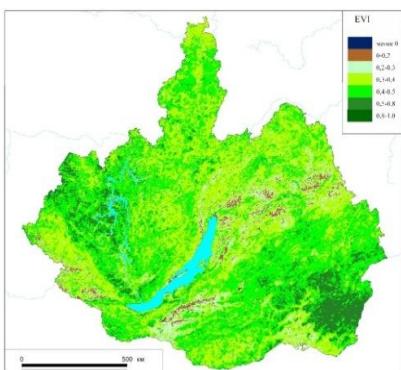
Дифференциация по абсолютной высоте



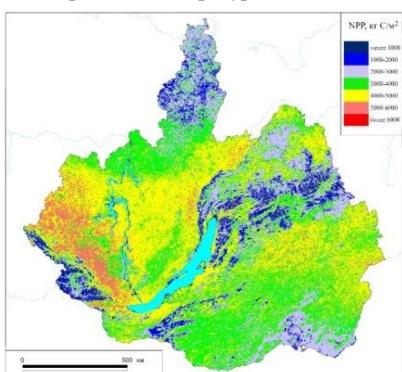
Среднегодовые осадки, мм/год



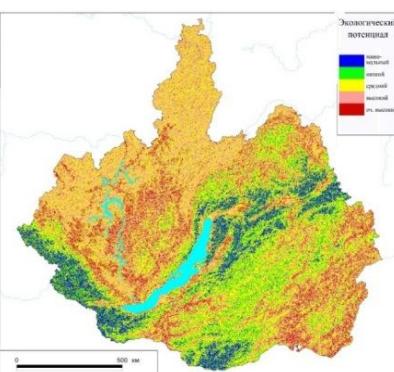
Средняя температура июля, °C



Значение вегетационного индекса EVI



Первичная биологическая продуктивность
NPP, кг C/m² · год



Экологический потенциал геосистем

Рис. 2. Примеры результатов оценочного этапа исследования экологического потенциала Байкальского региона (GRID-модели)

Оценочный этап исследования экологического потенциала опирается на данные дистанционного зондирования Земли, материалы о состоянии растительности, карту геосистем (рис. 2). Все это является информационной базой при составлении специальных оценочных карт. Содержание таких карт определяется задачами получения необходимой информации как об особенностях геосистем в целом, так и отдельных компонентов геосистем, необходимых для получения объективных результатов и дальнейшей разработки прогнозов.

Следующим этапом исследований является прогностический, на котором происходит обобщение и взаимное увязывание сведений, полученных на предыдущем этапе исследований, с целью получения представлений о ландшафтной структуре в будущем. Особенностью прогностического этапа является его собственная оценочная составляющая, так как после создания прогнозного представления о геосистемах будущего необходимо еще провести оценку прогноза с экологической и ресурсной позиций. Все это необходимо для разработки рекомендаций по хозяйственной деятельности, нацеленных на снижение или недопущение нежелательных экологических или ресурсных последствий. Рекомендуемые хозяйствственные мероприятия должны быть направлены на максимальное восстановление нарушенной антропогенными воздействиями коренной структуры геосистем, а антропогенные нагрузки не должны препятствовать ее естественной динамике.

Разнообразная ландшафтная структура Байкальской Сибири придает ей ярко выраженную природную специфику и контрастность, что определяет необходимость тщательного учета особенностей природных условий, экологического потенциала геосистем при решении вопросов оптимизации природопользования.

Таким образом, основной целью государственной и региональной экологической политики в Байкальском регионе в настоящее время является создание условий для гармоничного, сбалансированного развития природы, общества и экономики. Особый акцент должен быть сделан на признании приоритетности для общества экологических функций геосистем перед прямым использованием ее ресурсов при соблюдении баланса потребностей населения в благосостоянии и экологическом благополучии. Для оптимизации природопользования необходимо учитывать экологический потенциал геосистем, что позволит обеспечить учет баланса экологических и экономических интересов общества, создать научные предпосылки для разработки правовых природоохранных норм, экономических расчетов, научного и информационно-аналитического обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности.

- **Список литературы**

1. Белозерцева И.А., Воробьева И.Б., Власова Н.В., Лопатина Д.Н., Янчук М.С. Загрязнение атмосферы и содержание фтора в снеге на акватории оз. Байкал // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22004> (дата обращения: 20.04.2019).
2. Владимиров И.Н. Новые методические подходы к картографированию геосистем (на примере геосистем Байкальской Сибири) // Геодезия и картография. – 2018. – Т. 79. – № 7. – С. 23–34.
3. Владимиров И.Н., Богданов В.Н., Плюснин В.М. Экологическое состояние Центральной экологической зоны Байкальской Природной территории // Экологический атлас бассейна оз. Байкал. – Иркутск: Типография ООО «Форвард», 2015. – С. 144.
4. Герасимов И.П. Советская конструктивная география: задачи, подходы, результаты. – М.: Наука, 1976. – 207 с.
5. Природные ресурсы, хозяйство и население Байкальского региона / Атлас. Серия карт. – Иркутск: Изд-во Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. М-б 1:5000000. – 2009 [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=22606076> (дата обращения: 20.04.2019).
6. Распоряжение Правительства РФ от 27 ноября 2006 № 1641-р «О границах Байкальской природной территории» // Собрание законодательства РФ. – 2006. – № 49. – С. 5256.
7. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1978. – 319 с.
8. Сочава В.Б. Проблемы физической географии и геоботаники. Избранные труды. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1986. – 343 с.
9. Тулохонов А.К. Байкальская проблема: история и документы. – Улан-Удэ: ИД «ЭКОС», 2010. – 128 с.
10. Федеральный закон «Об охране озера Байкал» от 1 мая 1999 г. № 94-ФЗ (с изменениями и дополнениями) // Собрание законодательства РФ. – 1999. – № 18. – С. 2220.
11. Vladimirov I.N. The ecological potential of Baikal region's geosystems // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 190. – 012017. – DOI:10.1088/1755-1315/190/1/012017.

А.К. Сагателян, Ш.Г. Асмарян, Л.В. Саакян

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА

Введение

Города являются сложными техноэкосистемами, в которых концентрируются антропогенные потоки вещества и энергии, оказывающие все возрастающее воздействие на природные компоненты городской среды.

Столица Армении – г. Ереван – столкнулся с комплексом проблем, вызванных острым социально-экономическим кризисом 1990-х годов, активными экономическими трансформациями и демографическими преобразованиями на фоне явлений, обусловленных изменением климата.

Для перевода тренда развития города на принципы зеленой экономики требуются решения, обуславливающие минимизацию неблагоприятных воздействий, внедрение адаптационных механизмов, альтернативных экологоориентированных технологий и экономических подходов. Решения, касающиеся городской среды, должны иметь научно-методическое обеспечение. С этих позиций, для эффективного управления городом недостаточно информационного обеспечения в рамках отдельной научной дисциплины, требуется комплексный междисциплинарный подход.

Сегодня при решении насущных задач тенденции использования научного потенциала ориентированы на применение уже наработанной информации, оценку потенциала экосистемных услуг городской среды, возможностей доступных технологий.

В данной статье представлены примеры решений различных проблем городской среды, в частности, химического и теплового загрязнения, от исследований до принятия решений и реализации мероприятий.

Результаты и обсуждение

Химическое загрязнение территории г. Еревана. Еще со времен СССР г. Ереван отличался высоким уровнем загрязнения окружающей среды, что было обусловлено значительной концентрацией промышленных предприятий, мощным транспортным потоком и большой плотностью населения.

Среди широкого круга загрязняющих веществ приоритетными являются тяжелые металлы, повышенное содержание которых установлено в почвах [3, 11, 16, 19], поверхностных водотоках [4, 14, 15], атмосферной пыли [7, 11, 12, 17, 18], в растительности [8, 9].

В таблице приведены рассчитанные по результатам педохимической съемки разных лет геохимические и санитарно-гигиенические ряды тяжелых металлов, которые, по сути, отражают геохимическую историю города за последние 30 лет. Важно отметить, что некоторые металлы чужды природному геохимическому ландшафту города. Фиксируемая в различных средах в течение многих лет ассоциация тяжелых металлов позволяет рассматривать территорию города в качестве техногенной биогеохимической провинции [3].

Экологого-геохимические исследования наряду с выявлением доминирующих загрязнителей, пространственного распределения концентраций последних предполагают также оконтуривание территории по уровням загрязнения и соответствующей степени экологической опасности, что, в свою очередь, позволяет выделить группы риска среди населения. В настоящее время осуществляется оценка риска здоровью по различным возрастным группам для населения на загрязненных территориях. В Ереване оценка риска здоровью показала наличие канцерогенного и неканцерогенного риска как для взрослого населения, так и для детей [19, 20].

Одним из основных транспортных агентов тяжелых металлов на территории города является атмосферная пыль. Город расположен в полупустынной зоне, что обуславливает повышенное природное запыление, на которое накладываются техногенные пылевые выбросы от различных источников. В результате в городе формируется высокая пылевая нагрузка [12, 17, 18] с превышением ПДК содержания пыли в атмосферном воздухе. По последним данным, на территории города летом выпадает 471 кг/км² пыли (высокий уровень), зимой – 383 кг/км² (средний уровень).

Последняя педохимическая съемка на территории г. Еревана выполнена в 2012 г. [19, 20]. Наряду с площадной съемкой проведена детализация

Геохимические и санитарно-гигиенические ряды тяжелых металлов в почвах г. Еревана

| Год | <i>Геохимический ряд тяжелых металлов в почвах*</i> |
|--|---|
| 1989 | $Pb_{(72.5)}-Zn_{(33)}-Cu_{(30.3)}-Mo_{(14.7)}-Ag_{(10.8)}-Ni_{(6.9)}-Cr_{(5.1)}-Co_{(2.4)}$ |
| 2002 | $Ag_{(32.0)}-Pb_{(3.2)}-Ni_{(2.3)}-Cu, Mo_{(1.8)}-Cr_{(1.6)}-Co_{(1.5)}-Zn_{(1.2)}$ |
| 2012 | $Pb_{(22.9)}>Hg_{(6.8)}-Zn_{(3.3)}-Cu_{(2.6)}-Ni, V_{(2)}-Cr_{(1.7)}-Mo_{(1.5)}-As, Ba_{(1.1)}$ |
| <i>Санитарно-гигиенический ряд тяжелых металлов в почвах**</i> | |
| 1989 | $Pb_{(6.3)}-Cr_{(3.4)}-Zn_{(2.9)}-Cu_{(1.4)}$ |
| 2002 | $Pb_{(2.0)}-Cr_{(1.2)}$ |
| 2012 | $Pb_{(1.7)}-Cr_{(1.4)}-Zn_{(1.2)}$ |

*Ряды рассчитаны по локальному геохимическому фону.

**Ряды рассчитаны по ПДК.

по отдельным функциональным зонам, в частности, территориям детских садов [11, 20]. Исследовано 111 детских садов, из которых на 42 (38 %) выявлено превышение ПДК одного и более элемента.

Детские сады были ранжированы по степени загрязнения территории и на основе полученных данных выбраны модельные объекты, где исследовалась пыль в атмосферном и комнатном воздухе [11]. В обеих средах в пыли установлено наличие тяжелых металлов. Кроме пыли, тяжелые металлы попадают в организм детей из почвы: согласно [13], ребенок при игре во дворе съедает 200 мг/день почвы.

Наличие тяжелых металлов в окружающей среде г. Еревана, являющееся серьезным фактором риска, – научно-обоснованный факт, который необходимо учитывать при определении приоритетности природоохраных проблем, разработке мероприятий, а также планировании территорий и широком круге задач управления городом.

Логическим продолжением фиксации рисков, связанных с загрязнением тяжелыми металлами, является разработка и реализация мероприятий по минимизации и устраниению ущерба.

Одной из экономически эффективных альтернативных технологий для городской среды является функциональное озеленение. Центр эколого-ноосферных исследований с применением междисциплинарных подходов разработал для Еревана программу функционального озеленения территории города [10], которая учитывает климатические особенности, типы почв, концентрацию загрязняющих веществ в почве и атмосферном воздухе, функциональное зонирование городской территории, устойчивость и сорбционные свойства растений. В итоге для каждого конкретного района города рекомендован оптимальный ассортимент насаждений.

Учитывая полученные данные по оценке экологической ситуации на территории детских садов и имея программу функционального озеленения, по договоренности с мэрией города выбран детский сад, для которого был разработан и реализован проект «зеленая стена». Суть проекта в создании по периметру территории детского сада ограждения из растительности, которое должно защищать территорию от привноса загрязняющих веществ. Этот подход очень важен, поскольку территории большинства детских садов и игровых площадок непосредственно примыкают к улицам с интенсивным автомобильным движением без какой либо защиты от выбросов и пыли.

После полноценного формирования «зеленой стены» планируется вести мониторинг с целью оценки эффективности данной технологии.

Учитывая планы по максимальному распространению опыта проекта «зеленая стена», Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА совместно с Центральным экономико-математическим институтом РАН РФ разработали Систему поддержки принятия решений для рационального

озеленения города [6]. Предложенная в качестве базовой составляющей этой системы имитационная модель распространения выбросов вредных веществ в атмосфере учитывает взаимодействие этих выбросов с зелеными насаждениями. В результате численных экспериментов получена наилучшая конфигурация посадки деревьев вокруг детских садов в г. Ереване. Эта конфигурация обеспечивает минимальный уровень концентрации вредных веществ на защищаемых территориях с учетом ограничений по стоимости программы озеленения.

Тепловое загрязнение городской среды. Экологическое состояние городов в значительной степени определяется температурным режимом, в частности, формированием полей повышенной температуры, которые характеризуются одной или более замкнутой изотермой, получившими название городского острова тепла [2]. Явление городского острова тепла (*urban heat island (UHI)*) связано с увеличением температуры воздуха в городе по сравнению с окружающей его местностью. Оно впервые было открыто англичанином Люком Ховардом (Luke Howard) ещё в 1810-х годах, но к исследованиям островов тепла в основном приступили в середине XX века [5].

Причиной повышения температуры в городе являются антропогенные преобразования земной поверхности, которые проявляются в сокращении площадей, занятых зелеными насаждениями; в плотной застройке городской среды; в покрытии естественной поверхности материалами, активно поглощающими тепловое излучение [5].

С начала 2000-х годов на территории г. Еревана интенсивно меняется городская застройка. Строительство зданий, особенно в центральной котловинной части города, приводит к увеличению плотности преимущественно высокоэтажной застройки, которая в основном развивается за счет сокращения территорий зеленых насаждений [1]. Для плохо проветриваемой части города это приводит к повышению температуры поверхности земли, к повышению температуры воздуха в городе и, в итоге, к формированию островов тепла.

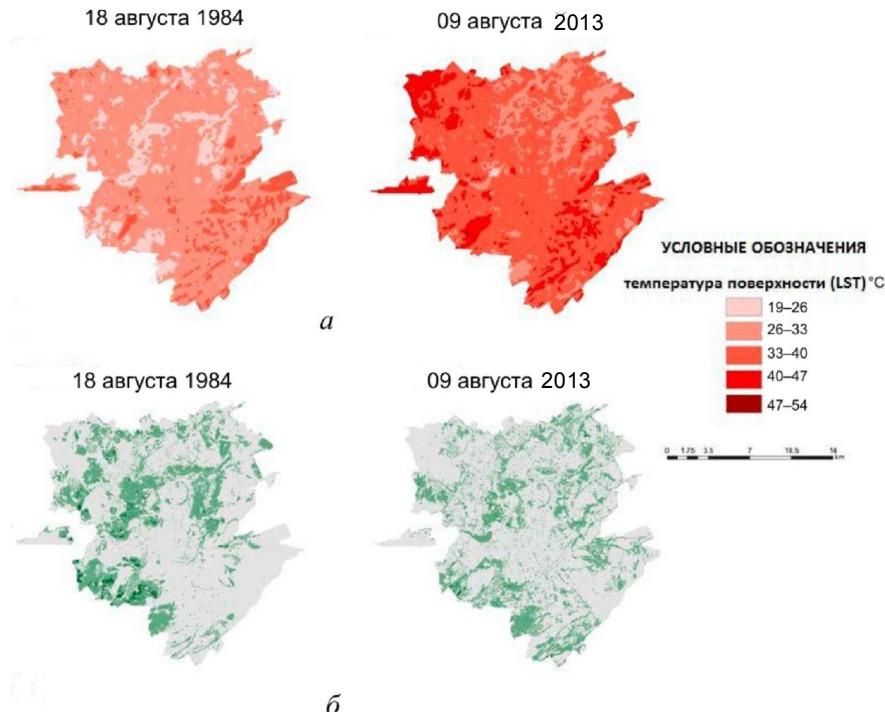
Для изучения формирования данного явления на территории города Еревана был проведен пространственно-временной анализ данных дистанционного зондирования, в частности, многозональных спутниковых снимков Landsat.

Было проанализировано 11 спутниковых снимков Landsat, полученных в августе за период 1984–2017 гг., использованием инструментальных средств геообработки данных. Оценка температуры поверхности городской территории по снимкам Landsat выполнена при помощи алгоритма (спектрального индекса) температуры земной поверхности (*Land Surface Temperature – LST*) [21].

Расчет нормализованного относительного индекса растительности (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) позволил получить картину сокращения площадей зеленых насаждений на территории города (рисунок).

Карты показывают, что за исследуемый период температура поверхности значительно повысилась и если в 1984 г. по всей территории города преобладало температурное поле 26–33 °C, то уже в 2013 г. температура поверхности на большей части городской территории достигла 40–47 °C, а местами – 47–54 °C.

Корреляционный анализ количественных значений LST и качественных значений NDVI показал, что наблюдается значительная отрицательная корреляция между значениями LST и NDVI ($-0,84$, $p = 0,001$ и $-0,78$, $p = 0,005$). Это является подтверждением факта, что интенсивное сокращение зеленых насаждений значительно повлияло на повышение температуры поверхности городской территории.



Распределение температуры поверхности (a) и зеленых насаждений (b) на территории г. Еревана в августе 1984 и 2013 г.

Таким образом, пространственно-временной анализ ряда снимков Landsat за 1984–2017 гг. показывает, что за этот период площадь зеленых насаждений на территории города сократилась примерно на 20 %, и, соответственно, температура поверхности городской территории (LST) повысилась в среднем на 7 °С. Отсюда следует, что для города жизненно важно восстановление и расширение зеленых зон.

Существуют различные подходы к решению экологических проблем городской среды. Это могут быть административно-управленческие решения, капитальные внедрения в эколого-ориентированную модернизацию предприятий, закрытие или перенос вредных производств за черту города.

В сегодняшних реалиях острого дефицита инвестиционного капитала наиболее рациональным и сравнительно малозатратным является подход, основанный на использовании природного потенциала, в частности, решения типа Natural-based solution (NBS). В данном направлении активно развивается международное сотрудничество. В частности, Центр эколого-ноосферных исследований является членом консорциума в проекте 8-ой рамочной программы Евросоюза Горизонт 2020 “Connecting Nature: Со-производство с природой для инновации, перерождения и управления городов” (www.connectingnature.eu). В рамках проекта г. Ереван включен в список десяти Европейских городов, в которых намечено реализовать инновационные зеленые инфраструктуры с целью создания экологически комфортной среды обитания.

• Список литературы

1. Асмарян Ш.Г. Эколого-геоморфологическая оценка территории г. Еревана // Материалы Междунар. молодеж. науч. конф. «Горные территории-экологические проблемы городов». – Ереван, 2007. С. 96–100.
2. Кораблёва Е.Г., Ленская О.Ю. Исследования острова тепла города Челябинска в зимний период // Вестник Челябинского государственного университета. – 2010. – № 8 (189). Экология. Природопользование. – Вып. 4. – С. 15–23.
3. Сагателян А.К. Особенности распределения тяжелых металлов на территории Армении. – Ереван: Изд.-во ЦЭНИ НАН РА, 2004. – 157 с.
4. Сагателян А., Бабаян Г., Саакян Л. Гидрохимия рек Армении и Нагорного Карабаха. Изд.-во LAP LAMBERT Academic Publishing, ISBN-13: 978-620-2-06203-9; ISBN-10: 6202062037; EAN: 9786202062039, 2017, 216 с.
5. Топарлар Я., Блокен Б., Аделя Хайрулина А. Феномен городского острова тепла // Здания высоких технологий, Весна (2015). – С. 72–79.
6. Akopova A.S., Beklaryan L.A., Saghatelyan A.K. Agent-based modelling of interactions between air pollutants and greenery using a case study of Yerevan, Armenia / Environmental Modelling and Software 116, 2019, pp. 7–25.
7. Ch. Baldacchini, A. Castanheiro, N. Maghakyan, G. Sgrigna, J. Verhelst, R. Alonso, J.H. Amorim, P. Bellan, D. Đunisijevic Bojovic, J. Breuste, O. Buhler, I.C. Cantar, P. Carinanos, G. Carrero, G. Churkina, L. Dinca, R. Esposito, S.W. Gawroński, M. Kern, D. Le Thiec, M. Moretti, T..Ningal, E.C. Rantzoudi, I. Sinjur, B. Stojanova, M. AnicicUrosevic, V. Velikova, I. Zivojii-

- novic, L. Sahakyan, C. Calfapietra, R. Samson. How Does the Amount and Composition of PM Deposited on *Platanus acerifolia* Leaves Change Across Different Cities in Europe? /Environ. Sci. Technol. XXXX, XXX, XXX-XXX, DOI: 10.1021/acs.est.6b04052, 2017, pp. A-J.
- 8. Hovhannisyam H.A. Ecological monitoring of vegetables grown in urban sites / NAS RA Electronic. J. Natural Sci. 2, 2004, pp.10–13.
 - 9. Hovhannisyam H.A., Nersisyan G.S., Saghatelian A.K. Ecological assessment of heavy metal pollution of vegetable in Yerevan (Armenia) // Safe Food, XVI International Eco-Conference, 2012, pp. 331–336.
 - 10. Hovhannisyam H.A., Nersisyan G.S. A complex approach to the development of green infrastructure of Armenia's cities / Procedia Environmental Sciences, 37, 2017, pp. 474–482.
 - 11. Maghakyan N., Sahakyan L., Belyaeva O., Kafyan M., Tepanosyan G. Assessment of heavy metal pollution level and children's health risk in a kindergarten area (Yerevan). Electron. J. Nat. Sci 1(28), 2017, pp. 10–15.
 - 12. Maghakyan N., Tepanosyan G., Belyaeva O., Sahakyan L., Saghatelian A. Assessment of pollution levels and human health risk of heavy metals in dust deposited on Yerevan's tree leaves (Armenia), "Acta Geochim.", vol. 36, no. 1, 2017, pp. 16–26.
 - 13. Mielke H.W., Alexander J., Langedal M., Ottesen, R.T. (2011). Children, Soils, and Health: How Do Polluted Soils Influence Children's Health? Mapping the Chemical Environment of Urban Areas, 134–150. doi:10.1002/9780470670071.ch10
 - 14. Nalbandyan M.A., Saghatelian A.K. Ecotoxicological Characteristic of Yerevan Environment Pollution / Ecotoxicological Assessment of Pollution Risk of the Caucasus' Environment. 2002, pp. 166–171.
 - 15. Saghatelian A.K., Nalbandyan M.A. A complex assessment of ecological status of River Hrazdan // Problems of River Monitoring and Ecological Safety of the South Caucasus, 2005, pp. 83–87.
 - 16. Saghatelian, A.K., Arevshatyan, S.H., Sahakyan, L.V. Ecological-geochemical assessment of heavy metal pollution of the territory of Yerevan / Electron. J. Nat. Sci. 1, 2003, pp. 36–41.
 - 17. Saghatelian, A., Sahakyan, L., Belyaeva, O., Maghakyan, N. Studying atmospheric dust and heavy metals on urban sites through synchronous use of different methods / J. Atmos. Pollut. 2, 2014, pp.12–16. <http://dx.doi.org/10.12691/jap-2-1-3>.
 - 18. Sahakyan, L.V. The assessment of heavy metal stream in the air basin of Yerevan. Chin. J. Geochem. 25, 2006, pp. 95–96. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02839921>.
 - 19. Tepanosyan G., Sahakyan L., Belyaeva O., Saghatelian A. Origin identification and potential ecological risk assessment of potentially toxic inorganic elements in the topsoil of the city of Yerevan, Armenia. Journal of Geochemical Exploration 167, 2016, pp. 1–11.
 - 20. Tepanosyan G., Maghakyan N., Sahakyan L., Saghatelian A. Heavy metals pollution levels and children health risk assessment of Yerevan kindergartens soils. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2017, 142, pp. 257-265; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.04.013>.
 - 21. Weng Q., Lu D., Schubring J. 2004. Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote Sensing of Environment, Elsevier Science Inc., Box 882 New York NY 10159 USA, 89, 467–483.

**Э.А. Лихачёва, Л.А. Некрасова,
И.В. Чеснокова, А.В. Морозова**

ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ОГРАНИЧЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЕТР И СТРАХОВАНИЕ КАК МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ УЩЕРБА

Вместо эпиграфа приведем слова Генриетты Алексеевны Приваловской: «*Из-за ускорения социально-экономического развития на фоне глобальных природных трансформаций его циклы как бы перестали попадать в ритмы самопроизвольных изменений природы. Это, видимо, затрудняет адаптацию хозяйственной деятельности к меняющейся природной среде и природной среды – к ускорению изменений в социально-экономическом развитии. По сути дела, наблюдается частичная потеря ими обюодной способности стихийно адаптироваться по отношению друг к другу. Теперь их взаимная адаптация становится предметом и заботой целенаправленной стратегии развития регионов*» [10].

Стратегию развития регионов определяет концепция «сбалансированного развития». С физико-географической и экологической позиций – сбалансированное развитие системы «общество – природа» (социо-экологическое) мы понимаем как сохранение динамически равновесного соотношения природных и социально-экономических компонентов системы «общество – природа» при формировании наиболее благоприятных условий среды жизни. Оно имеет экономические, экологические и технологические ограничения, определяемые материально-энергетическими и информационными возможностями природной среды (природными условиями и природным потенциалом), технологическими и экономическими возможностями общества [3–5].

В понятие «экологические ограничения» мы включаем:

– совокупность природных условий, создающих комфортные условия (обеспечивающих комфортное существование для определенного (ограниченного) числа жителей и определенного типа хозяйства; территории, освоение которых экологически безопасно при определенном типе воздействия (тундра – благоприятные условия для жизни северных народов и оленеводства с плотностью населения 1–2 чел./км²);

– природные геоморфологические условия, ограничивающие действия по освоению природных ресурсов (в том числе и территории). Примеры – эрозионно и карстово опасные территории, многолетняя мерзлота и территории, при освоении которых требуются дополнитель-

ные вложения для создания системы безопасности (на природоохранные мероприятия);

– совокупность геоморфологических явлений, возникающих вследствие экстремального проявления рельефообразующих природных (экзогенных и/или эндогенных) процессов, имеющих негативные социально-экономические последствия, а именно ухудшающих условия жизни и ведения хозяйства на время или навсегда, а также совокупность средств, необходимых для обеспечения экологически безопасной жизнедеятельности населения и ведения хозяйства [8].

В данной работе внимание акцентируется на таких геоморфологических явлениях, как эрозия, подтопление и наводнения, т. е. на тех, что являются наиболее ущербонесущими на Европейской части России (суммарный ущерб от наводнений, эрозии и подтопления наибольших размеров достигает в центральной части России). Концептуальная модель влияния эколого-геоморфологических ситуаций (и ограничений) на социально-экономическую привлекательность региона может быть представлена в следующем виде (рис. 1).

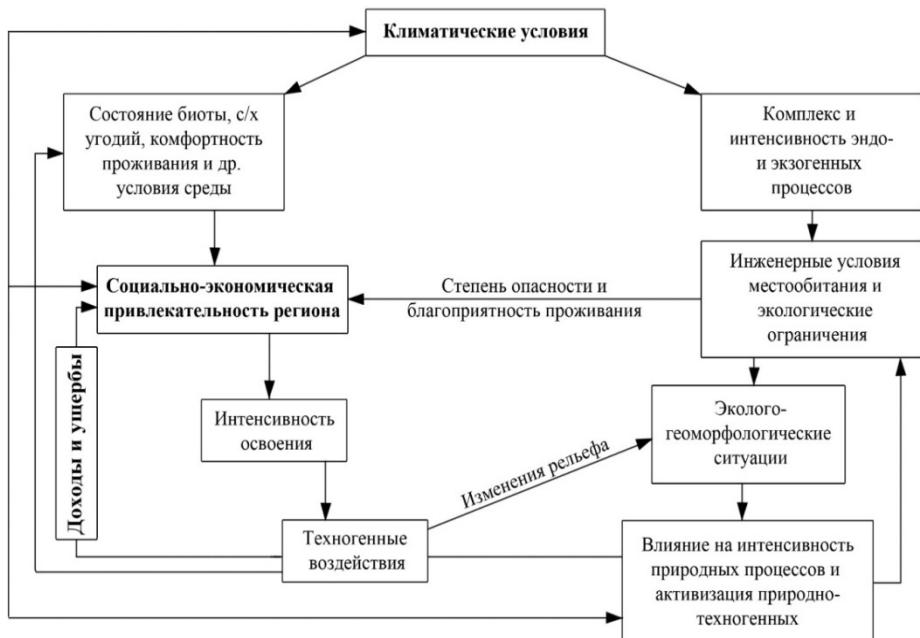


Рис. 1. Концептуальная модель влияния эколого-геоморфологических ситуаций (и ограничений) на социально-экономическую привлекательность региона

Сравнительный анализ среднемноголетних ущербов от эрозии показал, что на долю *Европейских регионов* приходится 62 % общей суммы ущербов. При этом южные регионы страдают больше, чем северные. Максимальные ущербы (до 100 тыс. условных единиц) зафиксированы в сельскохозяйственных регионах: Белгородской, Волгоградской, Саратовской, Курской, Воронежской и Самарской областях и Калмыкии. Вклад эрозии в общий ущерб этих регионов доходит до 60–80 % [11–13].

Согласно исследованию Всероссийского НИИ гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»), суммарно число опасных гидрологических явлений (наводнений, паводков и селей) за первое десятилетие XXI в. в России выросло в 1,5 раза по сравнению с 1990-ми годами.

В России ежегодно происходит 40–70 крупных наводнений. По данным Росгидромета, этим стихийным бедствиям подвержены около 500 тыс. км², наводнениям с катастрофическими последствиями – 150 тыс. км², где расположены порядка 300 городов, десятки тысяч населенных пунктов, большое количество хозяйственных объектов, более 7 млн га сельхозугодий. От наводнений страдает значительная часть регионов как сельскохозяйственных, так и промышленных, расположенных в бассейнах рек Волги, Дона, Кубани, Камы, Печоры (максимальные ущербы до 700 тыс. у.е.). Наибольший среднегодовой ущерб от наводнений отмечается в бассейне реки Волги. Наиболее часто наводнения происходят в бассейнах Средней и Верхней Оки, Верхнего Дона. Мощные снеговые и дождевые паводки возникают на крупных российских реках почти ежегодно [11–13].

Подтопление отмечается практически повсеместно, и ущербы от подтопления составляют до 800 тыс. у.е./год. Причем от подтопления страдают регионы с высокой степенью урбанизации. Следовательно, регионы с высоким социально-экономическим уровнем (и потенциалом) развития. Более половины российских городов в различной степени подтоплены [5–7, 12].

С ростом экономики увеличивается и ценность территории (один из основных принципов Рио-де-Жанейрской декларации по окружающей среде и развитию). И сколь ни малы были бы ущербы от природных факторов, они в любом случае являются свидетельствами недоучета особенностей развития природных процессов. Кроме того, на осваиваемой территории неизбежно возникает и комплекс *техногенных процессов*.

Комплекс техногенных процессов является относительным экономическим показателем и свидетельствует, некоторым образом, и о характере землепользования, и об экологических условиях проживания. Нами проведена экспертная оценка возможного ущерба от техногенных процессов в регионах РФ. Территории с высоким баллом вероятностного ущерба ха-

рактеризуются значительной техногенной (антропогенной) преобразованностью (трансформированностью) инженерно-геологических условий, прежде всего, за счет урбанизации и горнодобывающей промышленности.

Оценка ущерба проводилась с помощью определения риска-ущерба, под которым понималась вероятность и размеры качественных и количественных потерь от опасных процессов определенной интенсивности на определенной территории за определенный период времени. При оценке ущербообразующего воздействия техногенных процессов учитывались подтопление, геофизическое загрязнение (коррозия, тепловое, электромагнитное и вибрационное воздействие) и комплексные воздействия со стороны горно-геологических комплексов. Результаты оценки ущерба от техногенных факторов представлены на карте-схеме (рис. 2) с выделением 5 групп ущербов (1 – малый, 2 – незначительный, 3 – средний, 4 – повышенный, 5 – высокий). Косвенной характеристикой землепользования являются данные об образовании техногенных грунтов на территории Европейской территории России [2].

Ущербонесущие воздействия рассмотренных процессов можно регулировать, нейтрализовать или свести на минимум современными инженерными мероприятиями, в том числе созданием системы постоянного слежения и оповещения населения.

Восстановление хозяйства и его развитие требуют не только вложений в разработку новых технологий, в обеспечение безопасности новых предприятий, но и ревизии и оценки состояния всех старых инженерных санитарно-гигиенических сооружений, особенно в пограничных зонах между регионами и странами Содружества [8].

Одним из способов возмещения ущерба в результате разрушительных последствий опасных геологических процессов реально может быть *страхование*, которое в России существует с начала XVIII в. В настоящее время страхование от опасных процессов наиболее развито в США, Японии, Новой Зеландии и Китае. У нас в России, мы считаем, уже накоплен достаточный опыт в разных направлениях, чтобы реально на практике подойти к страхованию от опасных геологических процессов. Однако только сейчас создается информационная система страхования от опасных природных процессов, и социальные критерии оценки состояния экосистем при воздействии опасных гидрологических процессов еще разработаны не в полной мере [5, 12].

Для этого оценка геологической среды, в пределах которой формируются и проявляются опасные процессы, должна носить геолого-экономический характер, позволяющий объективно оценивать информацию о реальных и потенциальных потерях и обосновывать принятие соответствующих решений.

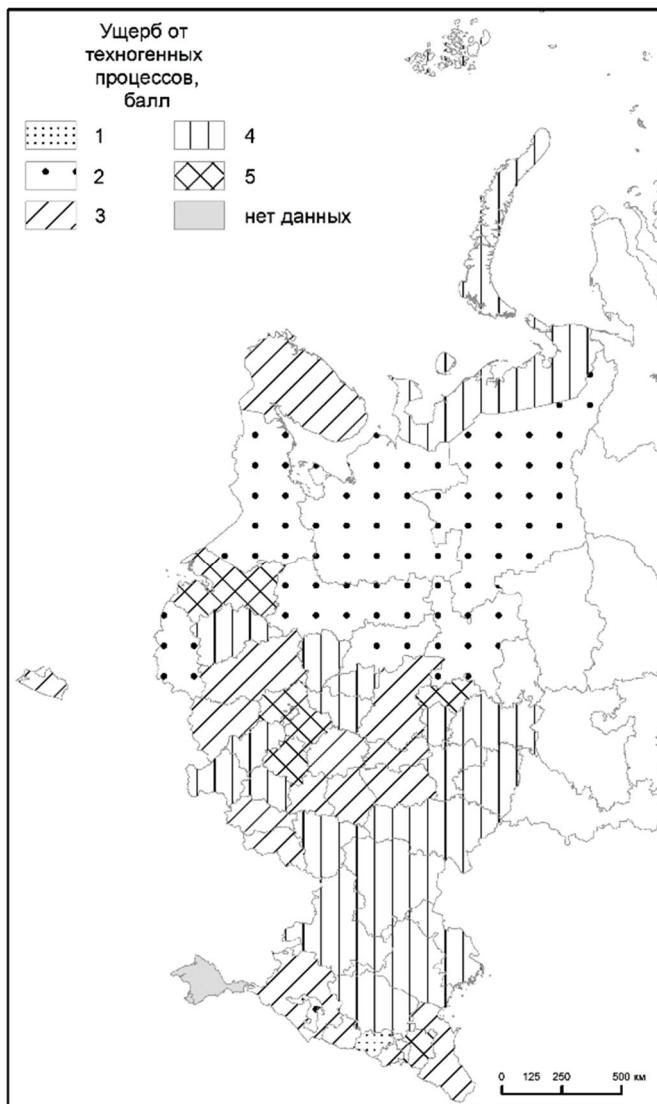


Рис. 2. Вероятностный ущерб от техногенных процессов (в баллах)

Различные классификации по оценке материального ущерба от воздействия опасных и неблагоприятных процессов порой могут быть несопоставимы. Одни оценивают степень опасности либо в рублях без указания курса валюты, либо в долларах США без учета уровня развития

экономики России. С точки зрения ряда экономистов, наиболее обоснованным представляется подсчет ущерба, измеряемый размером минимальной оплаты труда. Все подходы отражают социально-экономические приоритеты в определении ущерба. В то же время другие считают, что с экологических позиций они представляются недостаточно корректными. Вероятно, надо все-таки считать не «цену» жизни, а затраты на природоохранные и инженерные мероприятия, обеспечивающие сохранение этих жизней и комфортные условия проживания [12].

Геолого-страховые индексы представляют из себя оценочную систему [12]. Геолого-страховая оценка территории может отображаться индексом, составными частями которого являются: оценка соответствующего таксона геологического районирования, оценка степени опасности геологического процесса, оценка общей уязвимости урбанизированной среды, оценка вторичных природных и техногенных процессов (таблица).

Для большей наглядности мы построили карту-схему страховых рейтингов – типов, где показали особым знаком наиболее уязвимые регионы (рис. 3).

Обеспечение безопасности населения и минимизация негативных последствий опасных геологических процессов требуют проведения специальной государственной политики в этой области и экономических форм поддержки. Возрастающая с каждым годом урбанизация приводит к катастрофическим экономическим и социальным потерям в обществе. Поэтому оценка ущерба от опасных геологических процессов, выявление главных ущербообразующих факторов и способов смягчения последствий этих процессов являются чрезвычайно важными задачами.

Одной из важнейших задач исследований, связанных с оценкой страхового рейтинга, является создание для экономических регионов России специальных карт экологических (в том числе эколого-геоморфологических) ограничений, что позволит выявить пространственное соотношение территорий для разного рода природопользования, а также комфортных зон и зон, препятствующих (непригодных, а иногда опасных) развитию социально-экономической среды. Эти карты могут служить основой для создания системы экономической поддержки населения (включая страхование) в случае развития неблагоприятных природных (геологических) процессов.

На урбанизированных территориях особое значение приобретает отображение на картах участков, устойчивых и неустойчивых к определенным видам строительных нагрузок с характеристикой свойств и мощностей рельефообразующих отложений, количественных параметров благоприятных и неблагоприятных для строительства типов и форм видимого, а также погребенного рельефа (долинных, карстовых), активных

Страховые индексы по экономическим районам Европейской территории России

| Экономические районы | Экзодинамические условия (сейсмические и экзогенные) | Значение риска по уязвимости | | Наиболее ущербообразующие процессы | Наиболее уязвимые регионы | Страховой индекс территории |
|------------------------|---|------------------------------|--------------------|--|--|-----------------------------|
| | | основных промышленных фондов | населения | | | |
| Северный | В целом благоприятные | Пониженнное | Пониженнное | Подтопление, мерзлотные, наводнения | Республика Коми; Архангельская, Вологодская обл. | V |
| Северо-Западный | В целом благоприятные | Пониженнное | Пониженнное | Наводнения, подтопления | Ленинградская обл. | V |
| Центральный | Благоприятные (на большей части) в сочетании с относительно благоприятными | Умеренное | Умеренное | Оползни, подтопление, эрозия, карст | Московская, Тульская обл. | III |
| Центрально-Черноземный | Благоприятные и относительно благоприятные сейсмические и относительно благоприятные экзогенные | Пониженнное | Умеренное | Карст, оползни, подтопление, эрозия, наводнения | Воронежская, Курская, Липецкая обл. | IV |
| Волго-Вятский | Благоприятные сейсмические и относительно благоприятные экзогенные | Умеренное | Высокое | Подтопление, оползни, карст, наводнения | Чувашская республика; Нижегородская обл. | II |
| Поволжский | Благоприятные сейсмические и относительно благоприятные экзогенные | Умеренное | Умеренное | Подтопление, оползни, эрозия, карст | Волгоградская, Самарская, Саратовская, Ульяновская обл. | III |
| Северо-Кавказский | Сложное сочетание относительно благоприятных и неблагоприятных условий | Высокое | Высокое | Землетрясения, наводнения, подтопление, оползни, карст | Краснодарский край; республики: Дагестан, Чеченская, Северная Осетия | I |
| Калининградская обл. | В целом благоприятные | Пониженнное | Понижено-умеренное | подтопление | | V |

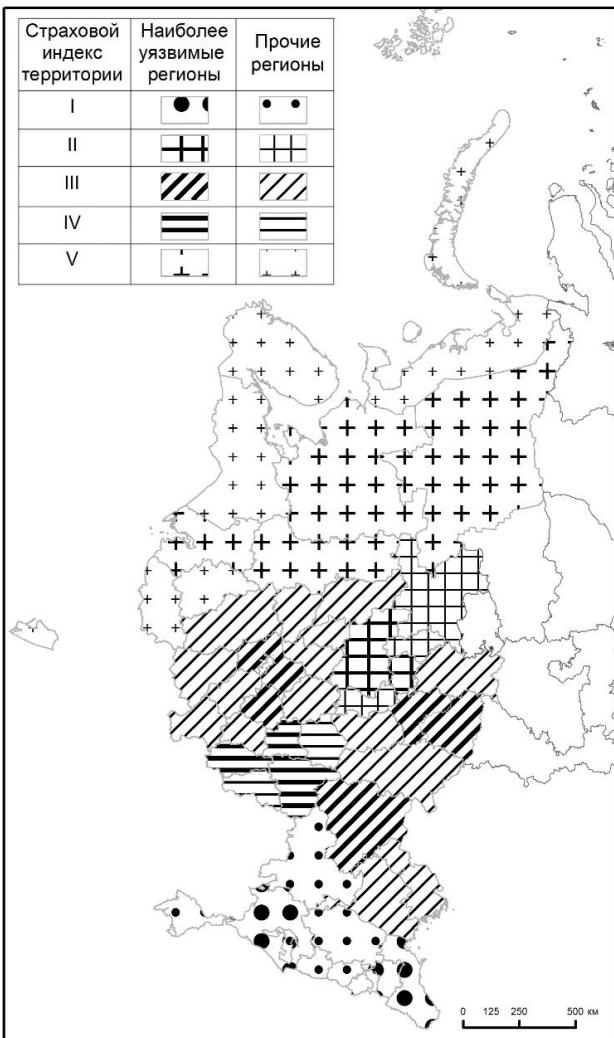


Рис. 3. Страховые рейтинги регионов РФ (см. таблицу)

рельефообразующих природных и природно-антропогенных процессов, в том числе активности современных медленных и быстрых (сейсмических) движений земной коры, активных линейных и площадных морфоструктур и др.

При картографической оценке геоморфологических условий для целей гидротехнического строительства акцентируется внимание на выделении участков сужения речных долин (для проектирования плотин) и их

расширений (для проектирования водохранилищ), изучении интенсивности эрозионных и аккумулятивных процессов в руслах и на склонах долин, возможности проявления процессов затопления и подтопления прилегающих территорий и т. д.

Достаточно широким является перечень лимитирующих условий для целей строительства дорог, продуктопроводов, каналов и других линейных сооружений и, в частности, участки локализации древних и современных оползней, обвалов, эрозионных, абразионных, карстовых, эоловых, супфозионно-просадочных форм, пролювиальных конусов, глубинной и боковой эрозии в руслах рек.

По существу, картографическая оценка территории по степени пригодности для разного рода природопользования позволяет выявить пространственное соотношение *комфортных зон* для развития антропосферы и зон (и очагов), представляющих угрозу для жизни людей [1].

Одним из вариантов подобных карт может быть составленная нами «Карта районирования территории России по степени экстремальности развития эколого-геоморфологических ситуаций» (масштаб 1 : 9 000 000) [2]. При разработке содержания карты мы опирались на концептуальную модель влияния эколого-геоморфологических ситуаций на социально-экономическую привлекательность регионов (см. рис. 1). Важно то, что здесь реализован подход к оценке эколого-геоморфологических ситуаций, который может быть использован при решении проблем регионального развития России в условиях глобальных изменений природной среды и климата.

Уменьшение опасности стихийных бедствий – это не только предупреждение катастроф и ослабление их последствий, но также и глубокое понимание того, какой ущерб опасные природные процессы могут принести местным жителям, промышленности, всей инфраструктуре и каким образом они отобразятся на стабильности различных политических систем и правительства.

Статья подготовлена по материалам исследований по теме ГЗ № 0148-2019-0005 и по проекту Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 53 «Пространственная реструктуризация России с учетом геополитических, социально-экономических и геоэкологических вызовов».

• Список литературы

1. Антропогенная геоморфология / отв. ред. Э.А. Лихачёва, В.П. Палиенко, И.И. Спасская. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. – С. 352–353.
2. Карта районирования территории России по степени экстремальности развития эколого-геоморфологических ситуаций. Масштаб 1 : 9 000 000. Авт. А.Е. Козлова,

- Г.П. Локшин, И.В. Чеснокова ; ред.: Э.А. Лихачёва, Д.А. Тимофеев, А.В. Кошкарев. – М.: ООО «ДиЭмБи», 2006, 1 л.
- 3. Кошкарев А.В., Мерзлякова И.А., Чеснокова И.В. Электронное картографирование природных рисков средствами ГИС // Прикладная геоэкология, чрезвычайные ситуации, земельный кадастр и мониторинг : сб. тр. (вып. 3). – М., 1999. – С. 155–169.
 - 4. Кошкарев А.В., Лихачева Э.А., Мерзлякова И.А., Козлова А.Е., Чеснокова И.В. Оценка эрозионной опасности Европейской территории России с помощью ГИС-технологий // Прикладная геоэкология, чрезвычайные ситуации, земельный кадастр и мониторинг : сб. тр. (вып. 4). – М.: ПОЛТЕКС, 2000. – С. 62–68.
 - 5. Кошкарев А.В., Чеснокова И.В., Мерзлякова И.А. Географические информационные системы в эколого-геоморфологических приложениях // Геоморфология. – 2002. – № 2. – С. 68–79.
 - 6. Кофф Г.Л., Чеснокова И.В. Информационное обеспечение страхования от опасных природных процессов. – М.: Политика. 1998. – 168 с.
 - 7. Лихачева Э.А., Бронгулеев В.В., Козлова А.Е., Кошкарев А.В., Чеснокова И.В., Мерзлякова И.А., Жидков М.П. Влияние изменений климата на геоморфологические процессы // Региональные аспекты развития России в условиях глобальных изменений природной среды и климата / отв. ред. В.М. Котляков. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – С. 12–35.
 - 8. Лихачёва Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология : словарь-справ. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. – С. 113.
 - 9. Likhacheva E.A., Nekrasova L.A., Kladovschikova M.E. Geomorphic assessment of territorial resources: scientific basis. Geography, environment, sustainability [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2018-28>.
 - 10. Приваловская Г.А., Волкова И.Н. Регионализация адаптивной стратегии социально-экономического развития в условиях глобальных изменений природной среды и климата // Экологические и социально-экономические аспекты развития России в условиях глобальных изменений природной среды и климата. – М.: ГЕОС, 1997. – С. 91–101.
 - 11. Разумов В.В. Переувлажнение и подтопление земель в регионах России. – М.: ООО «Феория», 2018. – 280 с.
 - 12. Чеснокова И.В., Локшин Г.П. Техногенные физические поля – свойства антропогенно-геоморфологических систем / отв. редактор докт. геогр. наук Э.А. Лихачёва. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2016. – 192 с.
 - 13. <https://news.rambler.ru/disasters/37002448-pavodki-navodneniya-i-podtoplenniya-v-rossii-v-2012-2017-gg-dose>. – Дата обращения: 04.03.19.
 - 14. <http://survincity.ru/2012/02/ushherby-ot-navodnenij>. – Дата обращения: 04.03.19.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ АЗЕРБАЙДЖАНА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ

Азербайджанская Республика расположена в восточной части Южного Кавказа – между 38–41 °С северной широты и 44–50 °С восточной долготы. Благодаря расположенности в данных географических широтах страна получает от солнца большое количество энергии. 65 % территории Азербайджана располагается в субтропическом, 32 % в умеренном и 3 % в холодном поясах [4].

Под климатическими ресурсами подразумевается число часов солнечного сияния, общее количество солнечной радиации, среднегодовая максимальная и минимальная температуры воздуха, сумма активных температур воздуха выше 10 °С, годовое количество атмосферных осадков, количество осадков в вегетационный период и т. д. Из них, на современном этапе, в целях «зеленой экономики» более целесообразно использовать солнечную и ветровую энергии.

Продолжительность солнечного сияния. Самое большее количество этого ресурса наблюдается в равнинных и предгорных частях республики, т. е. в Приаразской зоне Нахчыванской АР, на Абшеронском полуострове, Кура-Аразской низменности и составляет 2800–2500 часов за год (рис. 1).

На Гянджа-Газахской равнине и в Ганых-Айричайской долине продолжительность солнечного сияния несколько меньше – 2500–2200 часов. В высокогорных и среднегорных зонах Большого и Малого Кавказа и в целом в Ленкоранской области она составляет 2200–1900 часов. Таким образом, по всей территории республики, несмотря на сложные особенности рельефа, число часов солнечного сияния довольно велико и колеблется в пределах от 2800 до 1900 часов в год.

В годовом ходе наибольшая доля солнечного сияния приходится на лето и составляет примерно 35 % от годового количества.

Продолжительность солнечного сияния и количество дней без солнца в различных регионах Азербайджана приведены в таблице.

В годовом ходе продолжительности солнечного сияния наблюдается один максимум (июль, август) и один минимум (январь).

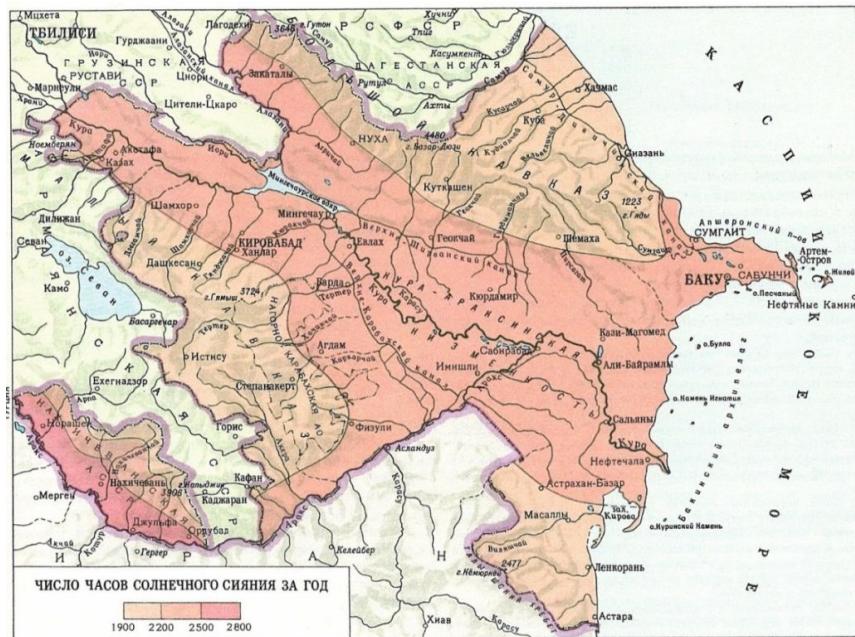


Рис. 1. Карта числа часов солнечного сияния за год на территории Азербайджана

Продолжительность солнечного сияния и количество дней без солнца в различных регионах Азербайджана

| Регион | Год | | Летний период | |
|-------------------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|
| | продолжительность солнечного сияния, часов | количество дней без солнца | продолжительность солнечного сияния, часов | количество дней без солнца |
| Приаразская зона Нахчыванской АР | 2700 | 38 | 1000 | 0 |
| Абшеронский п-ов | 2445 | 50 | 990 | 0 |
| Кура-Аразская низменность | 2340 | 59 | 915 | 2 |
| Прикуринская наклонная равнина | 2240 | 48 | 900 | 2 |
| Ганых-Айричайская долина | 2230 | 57 | 890 | 1 |
| Самур-Девечинская низменность | 2210 | 70 | 865 | 2 |

Суммарная солнечная радиация. Одним из основных показателей климатических ресурсов, как известно, является количество суммарной солнечной радиации, выражаемой в ккал/см² в год. В распределении годовых величин суммарной радиации по территории республики имеется следующая закономерность: на Куро-Аразской низменности она составляет 125–134 ккал/см² в год. Начиная с этой зоны в сторону Большого и Малого Кавказа, примерно до высоты 500–600 м над уровнем моря, этот показатель уменьшается до 120–125 ккал/см² в год. Далее величина суммарной солнечной радиации возрастает в высокогорных зонах Большого и Малого Кавказа и на высоте выше 3000 м над уровнем моря достигает 140–150 ккал/см². В Приаразской зоне Нахчыванской АР величина суммарной радиации составляет 150 ккал/см² в год. По мере возрастания высоты она несколько уменьшается, а в высокогорной зоне Зангезурского хребта достигает 150–160 ккал/см². В Ленкоранской низменности и предгорной зоне суммарная радиация за год составляет 130 ккал/см², далее уменьшается до 125–128 ккал/см² в зоне 300–400 м над уровнем моря, а на высоте 2000 м над уровнем моря составляет около 140–145 ккал/см² в год (рис. 2).

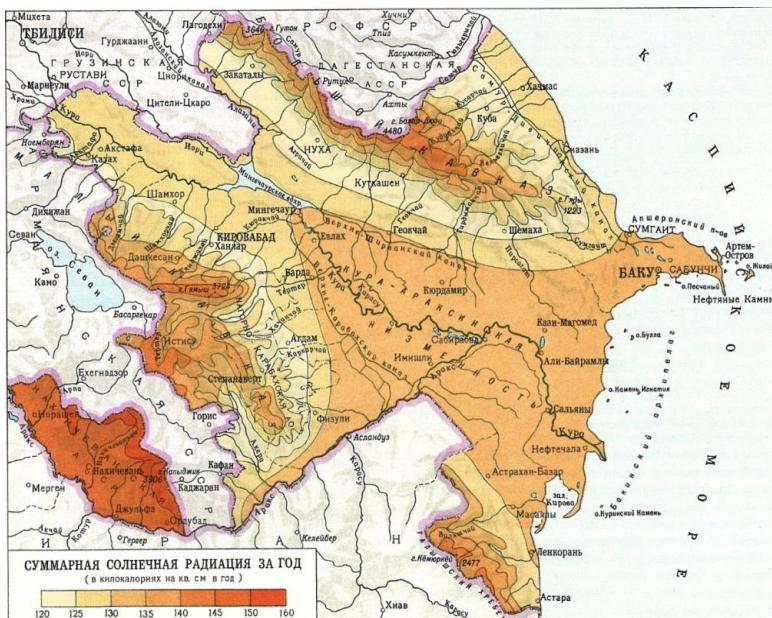


Рис. 2. Карта суммарной солнечной радиации за год на территории Азербайджана

В годовом ходе суммарной солнечной радиации повсеместно имеется один максимум (в июне или июле) и один минимум (в декабре или январе).

В сложных орографических условиях территории Азербайджана, часто на фоне макроатмосферных циркуляций, возникают местные атмосферные процессы, вызванные неравномерным нагреванием приземных слоев воздуха. Эти процессы обусловливают формирование в большинстве регионов Азербайджана горно-долинных и береговых ветров. На рис. 3 хорошо выражен суточный и годовой ход направления и скорости ветра.

В северо-восточной части Азербайджана в предгорной, равнинной и прибрежной зонах господствуют ветра северо-западного и восточного направлений. Преобладающие скорости 5–6 м/сек. Сильные и штормовые ветры отмечаются, в основном, в северо-западном и юго-восточном направлениях. Господствующая скорость ветра составляет здесь 6–10 м/сек. Иногда на Абшероне наблюдаются ветры, скорость которых достигает 30–40 м/сек [3].

В равнинной зоне предгорий южного склона Большого Кавказа в течение года преобладают ветры западных, северо-западных и восточных



Рис. 3. Карта «розы ветров» на территории Азербайджана

направлений. В этом районе чаще повторяются ветры со скоростью 2–5 м/сек. Максимальная их скорость здесь не превышает 20 м/сек.

В Лянкяран-Астаринском районе преобладающими направлениями ветра являются западное, северо-западное и юго-восточное. Господствующая здесь скорость ветра в 80 % случаев достигает 2–5 м/сек. Сильные и штормовые ветра здесь кратковременны и чаще наблюдаются во время северных ветров.

На Малом Кавказе преобладающая скорость ветра составляет 25 м/сек, иногда 6–10. Здесь чаще всего наблюдается ветер северо-западного и юго-восточного направлений.

В Нахчыванской АР по долине реки Араз господствуют ветры восточного направления, а в горных и предгорных районах – северо-восточные и южные. Здесь чаще повторяются ветры со скоростью 6–10 м/сек. Обычно такая скорость отмечается во время восточных и юго-восточных ветров.

Как было отмечено выше, Азербайджанская Республика имеет огромное количество альтернативных источников энергии. В Азербайджане понятие «зеленая экономика» используется с 2010-го года. Этот год в республике был объявлен «Годом экологии» и мероприятия, направленные на более эффективное решение экологических проблем, были признаны приоритетными. Основными задачами были оценка и определение путей использования ветровых, геотермальных, биоэнергетических ресурсов, а также усиление научно-исследовательских работ в этом направлении.

В 2008 г. было учреждено ОАО «Чистый Город», основной целью которого являлся сбор и утилизация твердых бытовых отходов.

В 1998 г. был принят план действия по Окружающей среде.

В принятом плане отмечались следующие проблемы окружающей среды Азербайджана: загрязнение отходами, образованными в результате промышленного и нефтяного производства; убытки при сборе и переработке репродуктивного сырья; опасность вымирания рода осетровых пород рыб в процессе загрязнения моря и чрезмерного их вылова; ухудшение качества воды, в том числе питьевой; нанесение ущерба посевным площадям эрозионными процессами, засоление и загрязнение почв химическими веществами, ухудшение системы орошения; нарушение биоразнообразия; причиненный вред каспийской прибрежной зоне в ходе колебания уровня моря.

В государственной политике Азербайджанской Республики обозначены три основных направления в отношении окружающей среды, которые соответствуют принципам «зеленой экономики»:

1. Рациональное использование природных богатств, потребление неисчерпаемых энергетических ресурсов и достижение энергетической эффективности для удовлетворения потребностей современного и будущего поколений [2].

2. Применение современных методов, основанных на принципе устойчивого развития для охраны окружающей среды и доведения уровня загрязнения до минимума.

3. Оценка глобальных экологических проблем на уровне национальных потребностей и определение путей их решения.

Ветровая энергия по себестоимости, экологической чистоте и неисчерпаемости является более выгодной, чем другие альтернативные источники (солнечная, гидроэнергия, геотермальная, биомасса). Ресурсы ветровой энергии на территории Азербайджана около 800 МВт в год. Это составляет 2,4 млрд кВт/час [1]. А это, в свою очередь, означает экономию 1 млн тонн условного топлива и предотвращение выброса огромного количества вредных веществ в атмосферу. С этой точки зрения, Абшерон более привлекателен, поскольку, как было отмечено выше, средняя годовая скорость ветра здесь составляет более 5–6 м/сек. В Азербайджане ежегодно производится 16–18 млрд кВт/час. энергии. При рациональном использовании только ветровых ресурсов можно получить 10–25 % от всей производимой в стране энергии [1].

В прибрежной зоне азербайджанской части Каспийского моря, расположенной примерно в 300 км, на высоте 40–50 м среднегодовая скорость ветра составляет более 7 м/сек [1]. Установив ветровое сооружение высотой 50 м на расстоянии 1,5 км от берега, мы можем в год получать 600 кВт энергии. Если мы будем рационально использовать скорость ветра в условиях Абшерона, то сможем производить 4–4,5 млрд кВт энергии в год [2].

15 октября 2005 г. азербайджанское правительство в целях стимуляции использования альтернативных энергетических ресурсов освободило от таможенных пошлин ввоз в страну ветряного энергетического оборудования. Начиная с 2009 г. государственными и негосударственными учреждениями проводились мероприятия в этом направлении. Были построены и начали функционировать солнечные энергетические станции в Гобустане, поселке Сураханы, острове Пираллахи, в Самухском и Гарадагском районах, в городах Сумгait и Нахчыван.

Например, на Сураханской солнечной энергетической станции (СЭС) установлено 8 тыс. панелей мощностью в 1,4 МВт, Пираллахинской СЭС – 1,1 МВт, Самухской СЭС – 1,0 МВт, Нахчыванской СЭС – 3,6 МВт.

В Сумгаите с 2016 г. функционирует ООО «Азгюнтех», где производится 2000 солнечных панелей [5].

Исследования показывают, что в Азербайджане мощность солнечной электроэнергии составляет 5000 МВт, ветровой энергии — 4500 МВт, биоэнергии — 1500 МВт, геотермальной энергии — 800 МВт.

Согласно принятому государством плану развития, к 2030 г. 30 % производимой в стране электроэнергии будут составлять альтернативные ее виды. Таким образом, климатические условия республики полностью дают возможность выполнения данного плана, что, в свою очередь, способствует развитию «зеленой экономики» в стране.

- **Список литературы**

1. Абдуллаев К.М., Лятифов Я.И., Абдуллаева Г.К. Энергетические ресурсы, производство электроэнергии и окружающая среда. Т. I. – Баку: Zaman, 2005. – 448 с. (на азерб. языке).
2. География Азербайджанской Республики. Физическая география. Т. I. – Баку: Avgora, 2015. – 530 с. (на азерб. языке).
3. Государственная программа по использованию альтернативных и возобновляемых энергетических источников в Азербайджанской Республике (Указ Президента АР от 21 октября 2004 г.) (на азерб. языке).
4. Национальный Атлас Азербайджанской Республики. – Баку, 2014.
5. Проблемы энергетики // Известия НАНА, серия естественные науки. – Баку, 2004 (на азерб. языке).

Х.М. Мухаббатов, Х.У. Умаров

СОСТОЯНИЕ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ГОРНЫХ ПАСТБИЩ ТАДЖИКИСТАНА

В течение последнего столетия на горных территориях Таджикистана идет процесс опустынивания. Оголяются горные склоны и мелкоконтурные равнинные участки, которые широко распространены в горах. Происходит интенсивный смыв почвы, который из года в год увеличивается.

По своим конечным экономическим, экологическим и социальным последствиям этот процесс представляет очень большую угрозу для страны. Последняя объясняется тем, что Таджикистан является горной страной, 93 % территории которой составляют горы. Все города и сельские населенные пункты, равнинные долины находятся в окружении гор.

Деградация горных территорий чревата деградацией населенных пунктов, деградацией всего сельского хозяйства, разрушением природной среды, её экосистем и, в конечном итоге, ведет к деградации самого человека. «Деградация, как отмечает проф. Санджив Бучар, оказывает целый ряд неблагоприятных воздействий: она уничтожает гидрологические функции водоразделов, снижая, таким образом, пользу окружающей среды для сельских общин, расположенных в верховьях и низовьях гор, и со временем, увеличивая экономическую, социальную и экологическую уязвимость фермеров и бедных домохозяйств» [4]. Деградация горных территорий в условиях Таджикистана выступает в качестве основного препятствия обеспечения устойчивого развития не только аграрного сектора экономики, но и всей страны.

Основным проявлением деградации горных территорий выступает опустынивание склонов гор. Оно носит исключительно антропогенный характер. Основными причинами опустынивания являются интенсивное использование крутосклонных территорий и стравливание пастбищ. В числе других причин можно назвать обезлесение, нерациональное орошение и нерациональное использование почв на пахотных землях.

Общая площадь пастбищ в Таджикистане составляет 2 771,5 тыс. га. Это 76,7 % всей площади сельскохозяйственных угодий республики. Нужно особо подчеркнуть, что в последние 25 лет прослеживается четкая тенденция к сокращению площадей под пастбищами. По сравнению с 1991 г., в 2015 г. пастбищные угодья сократились на 15,7 %. Это произошло по целому ряду причин. К ним, в частности, относится увеличение площадей под садами и виноградниками в предгорных, низкогорных и

среднегорных территориях. За указанный период времени они расширились на 40,7 %. Богарное садоводство и виноградарство и в будущем может отнимать значительные территории, которые в настоящее время служат в качестве зимних пастбищ.

Среди других причин деградации горных территорий – интенсивная распашка горных склонов. Склоны стали использовать для выращивания однолетних культур (обычно это пшеница), подвергая их эрозии и другим видам деградации. Эта тенденция только усилилась, когда тысячи людей остались без работы и стали выращивать зерновые культуры на небольших доступных им участках земли: чаще всего это горные склоны, прежде использовавшиеся в качестве пастбищ, или покрытые деревьями и кустарником территории. Там, где склоны можно было орошать, фермеры не контролировали полив и использовали избыточное количество воды, ускоряя эрозионные процессы, ведущие к оползням. Нередко такие явления провоцируют необратимость деградации пастбищ, т. е. их трансформацию в безжизненные пространства – в горные пустыни.

Наиболее уязвимыми в этом плане являются зимние круглогодичные пастбища, которые расположены недалеко или вокруг населенных пунктов, и которые испытывают наибольшее антропогенное давление. Зимние пастбища составляют 18,6 % от общей площади пастбищ, а круглогодичные – 10,1 %. Они находятся на высоте 500–1200 м над уровнем моря. На них произрастают эфемеры, эфемероиды и многолетние растения весенне-летней вегетации. Животноводческие хозяйства используют их в течение 120–150 дней. На таких пастбищах кормятся не только овцы и козы, но и крупный рогатый скот, а также лошади. Поэтому по сравнению с летними пастбищами здесь плотность скота намного выше, а следовательно, выше и степень их деградации. По этой причине урожайность таких пастбищ остается очень низкой (0,1–0,2 т сухой поедаемой массы с 1 га). Из-за высокой плотности скота и чрезмерной растоптанности таких пастбищ удельный вес поедаемой животными растительности снижается и составляет 30–40 %. При этом происходит ухудшение структуры поедаемой массы трав в плане обеспечения потребности организма животных. По этой причине во всех зимних пастбищах имеет место не увеличение, а снижение среднего веса животных. Такое пастбище обеспечивает лишь физическое выживание поголовья скота.

Круглогодичные пастбища расположены на высотах от 500 до 2500 м в зависимости от высоты нахождения сельских населенных пунктов, поселков и районных центров. Они либо окружают населенные пункты, либо находятся на расстоянии до 2–3-дневной дальности от последних, и охватывают близкие к населенным пунктам равнины, адыры, холмистые и предгорные, а также низкосклонные горные территории. Их раститель-

ность состоит из эфемеров и сообществ весенне-летней вегетации. К сожалению, из-за чрезмерного выпаса до 85–90 % круглогодичных пастбищ находятся в деградированном состоянии. В значительной своей части они превращены в залежи, а структура растительности имеет тенденции к обеднению. Эти пастбища используются в течение 310–320 дней в году, за исключением дней с экстремальными климатическими условиями. Из-за высокой плотности скота и круглогодичного использования урожай круглогодичных пастбищ составляет до 0,1 т сухой поедаемой массы на 1 га. Удельный вес поедаемой части растительности составляет от 30 до 35 %. При имеющейся тенденции интенсивной деградации пастбищ, расширении территории сельских населенных пунктов и росте давления животных на единицу площади таких пастбищ, будут расширяться площади с очень низкими уровнями урожайности, способными обеспечить лишь полуголодное существование животных.

Весенне-осенние пастбища составляют 18,8 % от общей площади пастбищ в стране. Они расположены вдоль невысоких горных хребтов (Сарсарак, Джиятау, Карагатай и т. д.), которые протягиваются с севера на юг. В пределах названных пастбищ расположены обширные территории с древесной и кустарниковой растительностью, фисташковые леса. Широко распространены многолетние растения, включая злаки, растущие в весенне-летнее время. Они, в зависимости от специфики местности, используются в течение 100–130 дней в марте–апреле и в сентябре–ноябре. По этой причине урожайность в них намного выше по сравнению с зимними и круглогодичными пастбищами и доходит до 0,4–0,7 т сухой поедаемой массы с 1 га. Здесь также выше удельный вес поедаемой части растительности – 45–55 % в зависимости от климатических условий и плотности скота. Соответственно, на названных пастбищах уровень деградированности ниже и площадей, где имеют место необратимые явления, меньше.

Летние пастбища составляют 52,7 % от общей площади пастбищ страны. По площади они превышают зимние пастбища в 2,9 раза. Указанные пастбища расположены на больших высотах – от 2200 до 3500 м над уровнем моря. Они характеризуются гемитрофитными альпийскими и субальпийскими, а также среднетравянистыми лугами. Широкое распространение имеет низкорослое разнотравье. По этим причинам естественный растительный покров отличается широким разнообразием и высокой урожайностью. В летних пастбищах вегетация растений совпадает с окончанием вегетации эфемеров, которые свойственны пастбищам зимним и круглогодичным. Они используются в течение относительно короткого времени (80–90 дней), хотя в советское время они использовались в течение 110–120 дней. Летние пастбища являются ведущей кормовой базой страны.

Ученые считают, что они используются неэффективно. Повышение эффективности их использования возможно путем совершенствования действующей системы отгонно-пастбищного животноводства.

В летних пастбищах урожайность трав составляет от 0,7–0,8 т до 1,0–1,3 т сухой поедаемой массы с 1 га. Здесь также высок удельный вес поедаемой растительности, который составляет от 60 до 65 % всего растительного покрова. Именно по этой причине после выпаса на летних пастбищах наблюдается увеличение живого веса скота. Это является показателем того, что летние пастбища в меньшей степени оказались деградированными.

Однако сказанное вовсе не является свидетельством того, что уровень деградации таких пастбищ не вызывает тревогу. Известный советский и таджикский географ проф. К.В. Станюкович отмечал, что вследствие перевыпаса в высокогорных районах Таджикистана расширились площади под колючетравными ассоциациями. «Прежде на их месте были степи или опустыненные степи, в которых постепенно хорошие кормовые травы выедались дикими и домашними животными, а колючие непоедаемые кузинии остались. Поэтому в Таджикистане во многих местах на месте степей с кормовыми травами и образовались особые ассоциации из колючих трав» [3, стр. 122]. С того времени площади пастбищ под колючетравными ассоциациями увеличились существенным образом. Нерадужную картину отмечает К.В. Станюкович и в отношении среднегорной растительности. Он указывает, что в пределах антропогенного ландшафта естественная растительность уничтожена. «На ныне существующих полях раньше росли рощи из берескета туркменской, облепихи, памирского тополя, между которыми были луговые поляны с осоками и кобрезиями, с ежей сборной, мятыником» [3, стр. 134].

Такая ситуация привела к резкому падению средней продуктивности пастбищ. В настоящее время средняя продуктивность пастбищ достигает 0,2–0,3 т кормовых единиц с 1 га. Это очень низкая продуктивность. Она совершенно недостаточна для удовлетворения потребностей животных в кормах в соответствующие периоды года.

Выше было указано, что в силу различного рода обстоятельств площади пастбищ в стране сокращаются. При этом абсолютно никакие меры по увеличению продуктивности пастбищ не предпринимаются. В то же время соответствующие государственные институты предали полному забвению то, что сложившаяся ситуация требует целенаправленного осуществления мероприятий по повышению плодородия пастбищных угодий. Это крайне необходимо, поскольку поголовье всех видов домашних животных растет весьма высокими темпами. Так, за период 1991–2015 гг. поголовье крупного рогатого скота увеличилось на 58,8 %, овец и коз – на 57,4 %, лошадей –

на 48,9 %, ослов – в 2,5 раза, кроликов – в 5,6 раз, яков – на 73,5 %. Однако из-за удельного сокращения кормов в стране наблюдается низкий уровень продуктивности животных. Средний удой молока в 2015 г. составил 1680 л от одной коровы. Это на 30,1 % меньше по сравнению с 1991 г. Такое обстоятельство также связано с абсолютным сокращением удельного веса кормовых культур в структуре посевов страны.

Правительством Республики Таджикистан был утверждён документ о втором этапе государственной программы развития пастбищ на период 2016–2020 гг. Однако ни одно положение данной программы к сегодняшнему дню не выполнено. В результате из года в год растёт разница между фактической и оптимальной плотностью животных на пастбищах. В масштабе страны реальная плотность поголовья превышает его оптимальный уровень на круглогодичных пастбищах в 10,5 раза, на зимних – в 4,3 раза, на весенне-осенних – в 3,1 раза. Исключение составляют летние пастбища, на которых имеет место обратная ситуация. Здесь реальная плотность животных в 2 раза меньше оптимальной. Однако последняя цифра вызывает серьёзные сомнения. Авторы этой статьи бывали почти во всех известных местных пастбищах страны – все они выглядят сильно деградированными. На некоторых из них высокий уровень распространённости колючетравных ассоциаций. Растительность на многих пастбищах составляет 55–65 %. При таких обстоятельствах вряд ли можно говорить о плотности животных, меньшей оптимальной величины.

В этом плане имеют место резкие различия между отдельными регионами. Например, в Согдийской области реальная плотность животных по сравнению с оптимальной их плотностью на круглогодичных пастбищах достигает 162,8 раза. В ГБАО между данными показателями по названным пастбищам имеет место полное равновесие. В этом же районе на летних пастбищах реальная плотность животных превышает оптимальный уровень в 21,4 раза. Однако в Раштской долине на тех же пастбищах реальная плотность скота превышает нормальный уровень в 1,4 раза. Вместе с тем нельзя не согласиться с тем, что летние пастбища в высокогорных и периферийных районах используются не в полной мере. В то же время можно наблюдать противоположную ситуацию, когда всё в пространстве вокруг горных населённых пунктов превращается в пустынные участки, и такие площади отличаются чёткой тенденцией к расширению. Пустынные площади ныне превышают 30 % всей площади круглогодичных пастбищ. Рост населения и соответствующее увеличение численности поголовья домашних животных являются факторами дальнейшего ускорения процессов опустынивания в горных местностях.

Для примера можно рассмотреть процесс опустынивания, наблюдаемый вокруг посёлка Мургаб в Восточном Памире. Исследования, выполненные иностранными учеными, показывают, что потребности половья, которое содержит местное население, удовлетворяются в 4 раза меньше по сравнению с нормативным рационом. Для того чтобы удовлетворить нормативные потребности, необходимо пасти скот в радиусе 14 км от данного населённого пункта. На близких расстояниях имеет место перевыпас скота и вследствие этого терескен – основная поедаемая животными трава, которая растёт на высокогорье, – почти полностью уничтожена. Аналогичная ситуация имеет место и вокруг соседнего селения Куна Курган. Она подтверждает предположение исследователей о том, что круглогодичное использование пастбищ выступает серьёзной угрозой для сохранения продуктивности пастбищ и их биологического потенциала.

В условиях высокогорья, как отмечают таджикские учёные Х. Мухабаттов и Н. Хоналиев, «естественные кормовые угодья, за исключением ограниченных по площади луговых и болотных участков, отличаются низкой продуктивностью, слабой поедаемостью, сравнительно низкими кормовыми достоинствами» [1, стр. 101].

В Западном Памире перевыпас скота в течение продолжительного периода времени привёл к уничтожению плодородного слоя почвы и оголению склоновых земель. Из-за действия данного фактора маломощные высокогорные пустынно-щебенчатые, каменистые, слаборазвитые, засолённые почвы, солончаки, высокогорные такыры, луговые и болотные, дерновые и полуторфяные почвы, постепенно теряя плодородный почвенный слой, превращаются в непочвенные образования. Последние в Язгуляме составляют 58,4 %, по Бартангу – 76,2 %, в Шугнане – 20,7 %, по Шахдаре – 49,7 %. Это данные 1993 г. По всей вероятности за последние 55 лет указанные цифры возросли существенным образом. Такие процессы наблюдаются во всех горных районах Таджикистана. Это в значительной мере связано с тем, что чрезмерная плотность скота, способствуя ликвидации поедаемой растительности, усиливает процессы ксерофитизации ареалов и видов растений. Тем самым происходит самоуничтожение растительных сообществ.

По мере роста высоты происходит замедление процессов почвообразования, т. е. чем выше, тем тоньше плодородный слой земли. Перевыпас скота не только разрушает структуру этого слоя почвы, но делает его уязвимым к эрозии в условиях гор с высоким уровнем атмосферных осадков. Другими словами, эрозия, причинённая перевыпасом скота, становится благоприятствующим фактором смыва почвы. В Западном Памире объем среднегодового смыва почвы на 1 га достигает 13 т. Согласно

данным ФАО, на целом ряде пастбищ смыв плодородного слоя составляет до 150 т в год с 1 га. Что касается эрозии пастбищных угодий, то она достигает 30 т на 1 га в год. Учёными произведены исследования устойчивости пастбищ к эрозионным процессам. Пороговое значение данного показателя в зависимости от условий отдельных регионов составляет от 6 до 11 т в год с 1 га. За данным пороговым значением начинаются процессы интенсивного смыва и уничтожения почвы и образования горных пустынь. Для того чтобы представить степень угроз этого процесса, следует добавить, что средние темпы почвообразования в условиях гор составляют 0,5–1 т в год на 1 га.

Эрозию почв необходимо рассматривать как угрозу экономической и, прежде всего, продовольственной безопасности страны. Согласно данным Национального плана по борьбе с опустыниванием Республики Таджикистан, почти все сельскохозяйственные угодья страны (98 % в 2007 г.) подвержены эрозии и эрозионные процессы идут очень быстро (в 1968 г. эрозии подвергались 68 % таких земель). Эрозия почвы является фактором нарастания опасности селевых потоков и ускорения процессов оврагообразования в горных районах.

Вопрос о причинах деградации пастбищ и опустынивания склонов весьма оживленно обсуждается среди специалистов и учёных. На наш взгляд, наиболее системные изложения причин даются разработчиками Национального плана действий по охране окружающей среды. По их мнению, отмеченные причины сводятся к следующим:

- несоответствующее использование предгорных земель; например, распашка крутосклонных земель, распашка вдоль контура, пренебрежение техникой контроля эрозии и несоблюдение цикла чередования севооборота и защитных насаждений для появления в почве органических веществ;
- несоблюдение условий выпаса скота, отсутствие инвестиций в защиту пастбищ и в систему кормопроизводства;
- вырубка деревьев и кустарников быстрее, чем они успевают вырасти (особенно на топливо);
- отсутствие инвестиций в консервацию и освоение земель;
- низкий контроль обезлесения и недостаточные инвестиции в восстановление зелёных насаждений;
- неудовлетворительное состояние сенокосов;
- нехватка фондов для восстановления лесов, распространения многолетних растений и других методов сохранения и использования ресурсов [2].

Эти причины в разных регионах проявляют себя по-разному. Например, в Восточном Памире нет лесов, но есть другие экосистемы,

которые препятствуют деградации пастбищ и расширению пустынных площадей. «Обитающие там кусты терескена играют важнейшую роль в стабилизации почвы. Когда жители не только Восточного Памира, но и соседних регионов перестали получать уголь, рост потребности в топливе привел к незаконному, по-коммерчески выгодному истреблению терескена на топливо. Кусты не просто вырубают, а выкорчевывают с корнем. Обезлесение, выпас скота, утрата зимних кормовых запасов и растущая потребность в топливе ведут к дальнейшему опустыниванию земель даже в очень отдалённых местах. Терескен восстанавливается крайне медленно, поэтому опустынивание может стать постоянным» [2, стр. 59].

Выше было отмечено, что вырубка лесов является одной из причин деградации пастбищ и опустынивания горных территорий. Леса защищают пастбища двояким образом: во-первых, развитая корневая система деревьев укрепляет почву и предотвращает случаи схода земельных масс, а также селевых потоков. Во-вторых, накопление и гниение листвы деревьев служит в качестве мощного органического удобрения и фактора повышения естественного плодородия пастбищ. Кроме того, нужно иметь в виду, что присутствие лесных массивов в ареалах распространения пастбищ способствует увеличению биоразнообразия в природе путём повышения устойчивости растительных и животных сообществ. Согласно исследованию группы европейских исследователей, леса и сельское хозяйство связаны на базе движения органических веществ от лесных массивов к сельскохозяйственным системам. Таким же образом имеет место переходное состояние между лесами и сельским хозяйством в динамике землепользования.

Поэтому весьма своевременным представляется реализация проектов по восстановлению лесов в ареалах, где широко представлены пастбища. Речь идёт о всех разновидностях пастбищ. Например, на круглогодичных пастбищах, расположенных вокруг и вблизи сельских населённых пунктов необходимо выращивать энергетические, строительные и продовольственные леса. В пределах зимних пастбищ необходимо создать леса многоцелевого назначения – рощи греческого ореха, фисташковые и миндальные леса, а также леса природоохранного назначения. В ареалах весенне-осенних пастбищ также представляется возможным создание лесов многоцелевого назначения, среди которых необходимо выделять коммерческие леса продовольственного характера, а также леса природоохранного назначения. Последние необходимо формировать в ареалах летних пастбищ.

В настоящее время много говорят о необходимости реформирования пастбищного сектора. На наш взгляд, такой подход является узким и не

может обеспечить получение желаемых результатов. Чтобы остановить процессы деградации пастбищ и опустынивания горных склонов, необходимо рассматривать взаимосвязи, которые вызывают эти явления, значительно шире. Эти связи выходят далеко за пределы пастбищ и животноводства и даже в ряде направлений приобретают макроэкономические оттенки и затрагивают экономическую политику государства. К более масштабным факторам продолжающейся деградации пастбищ относятся:

а) отсутствие в структуре инновационной политики мер по использованию новых технологий и методов восстановления пастбищ. Постановка вопроса об обводнении пастбищ как метода их восстановления является малограмотной и абсолютно неэффективной. Никто в соответствующих властных структурах не знает, каким образом избавиться от растоптанных пастбищ, как предотвратить тенденции нарастания разрушительного потенциала селевых потоков как результата струйчатой эрозии горных склонов. Нет специальной техники для восстановления пастбищ, для высева поедаемых трав и восстановления зелёного покрова;

б) абсолютно в общественном сознании не присутствует идея о том, что разрушение пастбищ и других горных экосистем, расширение площадей горных пустынь связаны с отсутствием «демографического перехода» в стране, что означает осознанное сокращение рождаемости, т. е. планирование семьи. Известно, что с увеличением численности сельского населения происходит увеличение поголовья животных. Высокие темпы естественного прироста населения, в конечном итоге, способствуют разрушению горных ландшафтов, ускорению деградации пастбищ. Государству необходимо осознать данную опасность, чтобы осуществить необходимые меры;

в) интересы устойчивого развития пастбищного сектора требуют взаимосвязанного рассмотрения различных видов содержания животных и, прежде всего, их стойлового и пастбищного разновидностей, связей между пастбищной кормовой базой и кормовой базой животноводства, которая опирается на пахотные земли и, в особенности, на орошаемую пашню. В Таджикистане имеет место противоестественная ситуация относительно кормовой базы, когда поголовье скота растёт высокими темпами, в то время как продуктивность естественных пастбищ снижается из-за перевыпаса скота, когда снижается удельный вес посевов кормовых культур в структуре посевных площадей и их продуктивность. Такая ситуация с неизбежностью приводит к деградации пастбищ из-за роста чрезмерного давления на них, а следовательно – и к опустыниванию горных территорий;

г) имеются серьёзные недостатки в развитии человеческого капитала. Прежде всего, это неутверждённость в общественном сознании в

стране тех опасностей, которые исходят из ускоряющихся процессов деградации горных территорий. Кроме того, в Таджикистане до сих пор отсутствует практика регулярного измерения водно-почвенного режима пастбищ. Такие измерения могли бы озвучить те опасности, которые исходят из ухудшения их состояния. НИИ и вузовские кафедры к этой тематике обращаются редко из-за отсутствия научных кадров, научного оборудования и должного финансирования. Ни один вуз и колледж не готовят квалифицированных специалистов в области пастбищ. Поэтому многие исследования в этой области представляются в неполном, несозревшем виде;

д) до сих пор в планировании использования пастбищ не утвержден ландшафтный подход. Только такой подход при разработке соответствующих мероприятий позволит выйти к реально осуществляемым мероприятиям по предотвращению деградации и опустынивания пастбищ. В этом плане наиболее продуктивным представляется позиция учёных Института географии РАН, которые выделяют три группы ландшафтов в целях ограничения масштабов антропогенного воздействия и использования адекватных механизмов регулирования:

1) ландшафты, которые нельзя использовать в качестве пастбищ в связи с ценными экологическими функциями территории. Речь идёт о высокогорных и среднегорных склоновых ландшафтах, которые выполняют водо- и почвозащитные функции;

2) ландшафты, использование которых в качестве пастбищ должно быть строго ограничено. К ним относятся ландшафты горных долин с различными экономическими функциями, противоэрэзионные, водозащитные, лесозащитные и т. д.;

3) ландшафты предгорий, использование которых не подлежит ограничению (за исключением культурно-ландшафтных элементов, например, исторических курганов, мест археологических раскопок, участков пойменных лесов и т. д.).

Нужно отметить, что в реальных условиях третья группа ландшафтов также требует ограничения использования в качестве пастбищ, поскольку на этих территориях частично расположены зимние, осенне-весенние и круглогодичные пастбища, которые отнюдь не находятся в лучшем положении.

Обеспечение устойчивого развития пастбищного сектора в значительной степени зависит от позитивных решений структурных и институциональных проблем. Среди структурных проблем наиболее серьёзной представляется изменение соотношений в структуре кормовой базы, а также в племенной структуре животных. Удельный вес пастбищ в структуре кормовой базы необходимо резко снизить. Это означает, что паст-

бища и пастбищные ресурсы нуждаются в проведении всеобъемлющего государственного мониторинга с учётом организаций гражданского общества. По результатам такого мониторинга необходимо:

- а) выполнение силами научных организаций страны повсеместных геоботанических исследований пастбищ;
- б) определение тех участков пастбищ, которые сильно деградированы и находятся под реальной угрозой опустынивания;
- в) утвердить правительственные решения о закрытии доступа любого поголовья скота к такого рода пастбищам;
- г) разрабатывать и осуществлять научнообоснованные мероприятия по восстановлению естественного плодородия таких пастбищ в течении короткого периода времени;
- д) всемерно использовать передовой опыт, накопленный во многих горных странах, по восстановлению естественного плодородия пастбищ. При этом необходимо на основе государственного централизованного финансирования перейти к использованию методов и подходов, а также новейших технологий по восстановлению деградированных пастбищ. Последние должны быть нацелены как на коренное, так и на поверхностное улучшение пастбищ и повышение удельного веса поедаемых трав до уровней научно обоснованных норм;

е) в пределах всех групп пастбищ запретить их распашку, в особенности на крутосклонных участках, где существует опасность смыва почвы и оголения склонов. Такая мера имеет жизненно важное значение. Исследования, выполненные Ю.П. Баденковым, показывают, что на участках, где имеет место распашка склонов под однолетними травами и под зерновыми культурами, потеря почвы достигает 42 т с 1 га, в то время как в лесных массивах такая потеря не превышает 1 т с 1 га. В последнем случае потеря почвы полностью компенсируется процессами почвообразования.

Запрет доступа животных к тем пастбищам, которые подвергались опасным деградационным процессам, предполагает необходимость сокращения поголовья мелкого рогатого скота. В то же самое время возникает потребность в повышение удельного веса посевов и урожайности кормовых культур. За последние 25 лет посевные площади под кормовыми культурами резко сокращены (с 226,6 тыс. га в 1991 г. до 102,4 тыс. га в 2015, т. е. более чем в 2,2 раза). В то же самое время урожайность кормовых культур по большинству из их разновидностей снизилась. Поэтому важно использование всех возможностей для существенного (многократного) увеличения зелёной массы с каждого гектара названных посевов. Не менее важно также, наряду со структурными изменениями, довести посевные площади кормовых культур

до 175–200 тыс. га, т. е. достичь значительного их увеличения в структуре посевных площадей.

Племенная структура поголовья скота также нуждается в существенных изменениях наряду с сокращением поголовья мелкого скота. Необходимо сократить поголовье крупного рогатого скота типов «льйдорї», т. е. местное. Оно малопродуктивное и требует выпаса на горных пастбищах. Одна корова голштейнской, карпатской или шведской породы в условиях стойлового содержания способна дать столько молока, сколько 10–11 коров местных пород. Поэтому представляется необходимым создание молочных кооперативов на базе использования племенного скота. При таком подходе не обязательно содержание коровы каждым домохозяйством. Корова содержится в одном, наиболее опытном домохозяйстве, а остальные 8–10 домохозяйств обязуются обеспечить корову кормами, а произведенное молоко идёт исключительно на личное потребление членов кооператива. Что касается производства товарного молока, то оно должно осуществляться специализированными хозяйствами.

Реформа в пастбищном секторе должна быть ориентирована на достижение целей устойчивого развития. Её осуществление представляется весьма сложным и в экономическом, и в социальном, и в техническом отношениях. В течение определенного промежутка времени возможно сокращение производства некоторых видов животноводческой продукции. Однако сознательное, целенаправленное допущение такого явления со временем может сулить высокую отдачу. Она, безусловно, является результатом восстановления естественных ландшафтов и сбалансированного сельского хозяйства. «Ландшафты – это территориальные комплексы любого ранга, состоящие из местностей, уроцищ, фаций и компонентов горных пород, почв, растительности… Это и отдельные деревья, скалы, водопады, каньоны, отдельные участки суши и т. д., которые представляют собой объект пристального внимания человека» [3, стр. 7]. В этом плане восстановление пастбищ может преследовать далеко идущие цели. Это в особенности касается местных пастбищ, которые по своим ландшафтным характеристикам представляют большую рекреационную и, в частности, туристическую ценность. Вполне возможно, что после восстановления бывшие пастбищные территории могут изменить своё прежнее назначение. В коммерческом плане реализация рекреационного призыва таких территорий может оказаться в плане экономической и социальной эффективности более значимой. Отсюда и возникает вывод о жёсткой необходимости осуществления радикального сдвига в соотношении между стойловым и пастбищным содержанием скота в пользу первого. Другие, даже промежуточные, возможности полностью исключаются.

В то же самое время необходимым представляется осуществление крупномасштабных противоэрозионных мероприятий, которые должны включать не только мероприятия профилактико-предупредительного характера, но и меры по борьбе против эрозии пастбищ. Это создание полезащитных лесных полос, устройство различных сооружений для задержания поверхностного стока, плотин, запруд в оврагах... Для борьбы с оврагами создаются лесные полосы из кустарников и высокостебельных растений. Однако самым важным является наличие специальной техники, способной работать на крутых склонах гор. Речь идёт о тракторах, культиваторах, экскаваторах, бульдозерах, которые были бы способны устранить наиболее деградированные участки пастбищных угодий, превратить их в места активных вегетаций насаждений и трав. Такая техника, к сожалению, в Таджикистане и в других странах СНГ не производится. Её необходимо покупать в европейских странах, а в будущем налаживать производство таких машин на базе некоторых машиностроительных предприятий Таджикистана. Следует отметить, что арендаторы пастбищ не располагают финансовыми возможностями для проведения обширных агротехнических мероприятий по реабилитации пастбищ. К тому же, средства механизации, способные выполнить восстановительные работы на склонах гор, отличаются высокими ценами. Поэтому эффективное восстановление пастбищ с учетом реабилитации естественных ландшафтов и биологического разнообразия в горных местностях возможно лишь при оказании системной финансовой помощи со стороны государства и международных финансово-экономических организаций, а также организаций и фондов по охране окружающей среды.

- **Список литературы**

1. Мухаббатов Х.М., Хоналиев Н.Х. Памир: ресурсный потенциал и перспективы развития экономики. – Душанбе: Мастер-принт, 2005.
2. Национальный план действий по охране окружающей среды. – Душанбе, 2006.
3. Природные ландшафты Таджикской ССР. – Душанбе: Дониш, 1991.
4. Sanjeev K. Bhuchar Rehabilitating Common Property Resources: Experiences from PARDYP // Sustainable Mountain Development in the greater Himalayan region ICI-MOD. – 2006. – № 51. – Pp. 19.

В.М. Плюснин, И.Н. Биличенко, С.А. Седых

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Введение

Исследование динамики горных геосистем под воздействием природных и антропогенных факторов и прогноз дальнейшего развития местностей в прибрежной зоне озера Байкал – одна из задач комплексного изучения Байкальской природной территории, определенной Федеральным законом «Об охране озера Байкал» [6]. Природные процессы, формирующие структуру геосистем, их функционирование и динамику, в последние годы претерпевают значительные изменения. С глобальным потеплением более интенсивно происходит таяние многолетней мерзлоты, поднимается верхняя граница леса в горах, уменьшается роль нивально-гляциальных процессов в ландшафтообразовании гольцовского пояса. Кроме того, в последние 25–30 лет интенсивно осваиваются прибрежные территории, примыкающие к Малому Морю озера Байкал. Наибольшую рекреационную нагрузку испытывают ландшафты в местах интенсивного отдыха – туристических баз, домов отдыха, автостоянок, у пересечений дорог. Они чаще всего расположены в прибрежной полосе, шириной всего около 100 м от берега озера. В результате улучшения транспортной доступности, увеличения количества личного транспорта увеличивается и количество отдыхающих, преимущественно в три летних месяца. Все это ведет к деструктивным изменениям растительного и почвенного покрова, загрязнению вод, усилинию действия опасных геоморфологических процессов и в целом – к ухудшению экологической обстановки.

Объект и методы исследования

Экспедиционные исследования авторов в 2017–2018 гг. проводились на ключевых участках восточного склона Приморского хребта от Сарминского гольца (1658 м) вдоль Ланинского ручья до Малого Моря. Оценку состояния природной среды выполняли по методике, разработанной А.В. Беловым [1]. Им в зависимости от состояния растительных сообществ, степени нарушенности и снижения их функциональной активности в геосистемах разработана градация состояния природной среды от коренного и хорошего, до удовлетворительного и критического. Кроме того, выделяются полностью измененные территории, где разме-

щены жилые постройки, рекреационные зоны, инженерная и транспортная инфраструктура.

Полевые описания на площадках 10×10 и 20×20 м проводились по разработанным ранее методикам [2]. Всего было задокументировано 127 площадок, материалы по которым послужили основой для создания ландшафтной карты ключевого участка. При картографировании использовались материалы космических съемок Landsat-5 TM, Landsat-8 OLI с разрешением на местности 30 и 15 м, Канопус-В (10,5 м), GeoEye (2,5 м) [5]. Расход воды в Ланинском ручье определялся ежедневно с помощью высокоточного электромагнитного измерителя скорости потока SEBA FlowSens. Атмосферные осадки, температура воздуха и почв оценивались с помощью автоматизированного атмосферно-почвенного измерительного комплекса АПИК (ИМКЭС СО РАН, г. Томск) [3].

Современная структура геосистем

Восточный макросклон Приморского хребта сложен породами архея и нижнего протерозоя – гранитами, диоритами, кварцитами, гнейсами и сланцами. Сарминский голец – уплощенная вершина с отдельными невысокими останцами и грубообломочным элювием, покрытым эпифитными лишайниками. Местами встречаются щебнистые грунты, где под действием морозного пучения формируются небольшие «пятна-медальоны», а на пониженных участках закрепилась горно-тундровая растительность.

Рельеф склона осложняет Обручевский разлом – сейсмодислокация, вытянутая в линию сбросовыми уступами с перепадом высот 500–800 м. Ниже уступа к Байкалу простирается подгорная наклонная равнина, сложенная аллювиально-пролювиальными отложениями четвертичного возраста.

Действие современных экзогенных процессов по всему макросклону зависит от основных орографических и климатических факторов: количества переходов через 0°C (интенсивность морозного выветривания), количества и интенсивности атмосферных осадков, крутизны склонов (плоскостной и струйчатый смывы, линейная эрозия, карст, супфозия), суровости зим (мерзлотные процессы на осипных шлейфах).

Резко континентальный климат, присущий Прибайкалью, находится также под воздействием водных масс Байкала. Происходит сдвиг экстремальных значений температур воздуха в годовом ходе – максимальные температуры воздуха отмечаются в августе, а минимальные в феврале. На побережье Байкала зимние температуры на $2\text{--}4^{\circ}\text{C}$ выше, чем на западном склоне Приморского хребта, а летние температуры примерно на

столько же градусов ниже [4]. Зимы малоснежные, годовое количество атмосферных осадков 100–400 мм, причем они выпадают в основном с мая по сентябрь, когда в атмосфере Сибири устанавливается циклоническая деятельность. Средняя месячная температура воздуха в январе–феврале составляет $-17,3^{\circ}\text{C}$, средние летние температуры колеблются около 15°C [5].

Верхняя гольцовская часть Сарминского гольца представлена горно-тундровыми лишайниками геосистемами с преобладанием кладонии (*Cladonia rangiferina*), алектории (*Alectoria ochroleuca*), пепельника (*Tephroseris porphyrantha*), гаспаринии изящной (*Gasparrinia elegans*) криоморфно-литоморфной серии. Пологие склоны заняты зарослями кедрового стланика (*Pinus pumila*), березы карликовой и круглолистной (*Betula nana*, *B. rotundifolia*) с редкими лиственницами (*Larix gmelini*) на литоземах и петроземах. Кедровые (*Pinus sibirica*) мохово-лишайниковые редколесья сочетаются с группировками кедрового стланика на мало-мощных торфяно-подзолах, грубогумусных криоземах. В понижениях, где концентрируются снежники, формируются разнотравно-хвощевые луговины с образованием криометаморфических глееземов.

Ниже, в среднегорье распространены лиственнично-кедровые с примесью пихты (*Abies sibirica*) кустарниково-зеленомошные леса на оподзоленных петроземах. Но подавляющую часть занимают лиственничные (*Larix sibirica*) леса с кустарниковым подлеском и злаково-разнотравным напочвенным покровом. Почвы дерново-подзолистые. В подлеске обычны кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus*), рододендрон даурский (*Rhododendron dauricum*), таволга средняя (*Spirea media*). Травянистая растительность представлена злаками и разнотравьем: горошком мышиным (*Vicia cracca*), кровохлебкой лекарственной (*Sanguisorba officinalis*), василисником малым (*Thalictrum minus*), вейником незамечаемым (*Calamagrostis neglecta*), княжиком сибирским (*Atragene sibirica*).

На крутых склонах Обручевского сброса (до $40\text{--}45^{\circ}$) от лесных опушек вниз по склону распространены дерновинно-злаковые, полынные и разнотравные степи, часто в сочетании с кустарниками – караганой карликовой (*Caragana pygmaea*) и кизильником черноплодным на мало-мощных грубоскелетных черноземовидных и темногумусовых почвах. Средообразующую роль выполняют ковыль байкальский и Крылова (*Stipa baicalensis*, *S. krylovii*), житняк гребенчатый (*Agropyron cristatum*), тонконог гребенчатый (*Koeleria cristata*). На выходах скальных пород и остан-

цах формируются низкотравные лиофильные степи на каштановых почвах, где эдификаторное значение имеют полыни – холодная (*Artemisia frigida*), каменная (*A. rupestris*), Ледебура (*A. ledebouriana*) и рассеченная (*A. laciniata*).

Подгорные подтаежные ландшафты вдоль подножия хребта представлены сухими разреженными лиственничными лесами на дерново-подзолистых почвах, в кустарниковом ярусе преобладают кизильник черноплодный, таволга средняя. По ложбинам водотоков распространены куртины кустарников с ивами копьевидной и енисейской (*Salix hastata*, *S. jenisseensis*), березами и лиственницами.

Нарушения растительности и почв

Лесные сообщества в последние годы часто подвергались пожарам. Особенно сильно пострадали кедровые леса, здесь торфянистый горизонт почв почти полностью выгорел. На гарях меняются природные режимы в геосистемах, снижается функциональная роль растительного покрова, уменьшается видовое разнообразие. Сильными лесными пожарами в 2013 и 2015 г. были полностью уничтожены значительные площади лиственничных лесов на восточных склонах Приморского хребта. Выгорела не только древесная, кустарниковая и травяная растительность, но и почва до минерального горизонта. Лишенные органического слоя участки, находящиеся в условиях повышенной инсоляции и недостатка влаги, скорее всего, со временем зарастут степной растительностью. Сейчас же здесь не наблюдается всходов древесных пород и кустарников. В оставшихся после пожаров лесах исчезает подлесок, изреживается древостой, уплотняется, а в некоторых местах исчезает лесная подстилка.

В местах интенсивного отдыха, как организованного, так и неорганизованного, наибольшую нагрузку испытывают территории учреждений отдыха, палаточные лагеря, кемпинги, автостоянки, дороги, располагающиеся в прибрежной полосе Байкала. На ограниченных участках побережья расширяется площадь вытоптанной территории. На растительный покров и верхний горизонт почв оказывается как прямое механическое воздействие (проезд автомобилей, установка палаток, организация костищ), так и косвенное влияние через ухудшение физических и химических свойств почв. Эти изменения выражаются в уменьшении площади и мощности плодородного слоя почв путем смыва незакрепленного растительностью слоя, а также увеличения плотности почв. При постоянном рекреационном воздействии травяной напочвенный покров претерпевает значительные изменения – упрощается структура, происходит обеднение

видового состава, уменьшается противоэррозионная устойчивость как к водной, так к ветровой эрозии.

Редкостойные лиственничные леса захламляются мусором. На деревьях обнаружены механические повреждения – сломаны ветки, сбита кора наездом транспорта, части обгорелые стволы, оголены корни деревьев. Остепненность территории позволяет передвигаться на автомобилях без дорог в различных направлениях. Из-за этого формируется сеть нарушенных участков с образованием промоин вдоль колей стихийных дорог.

Постоянные рекреационные нагрузки ведут к общему снижению проективного покрытия травяной растительностью, формируется пятнистость, неравномерность покрова, увеличивается количество устойчивых к вытаптыванию и синантропных видов – одуванчика байкальского и тощего (*Taraxacum baicalense*, *T. macilentum*), пырея ползучего (*Elytrigia repens*), лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis*), крапивы узколистной и жгучей (*Urtica angustifolia*, *U. urens*).

Состояние природной среды

На исследуемой территории с очень хорошей природной средой остаются гольцовые округловершинные горно-тундровые с каменистыми россыпями геосистемы. Преимущественно ненарушенные горно-тундровые сообщества выполняют водонакопительные функции в грунтах, регулирующие поверхностный и подземный сток. Мерзлотостабилизирующая функция выполняет роль регулятора режима мерзлотных процессов, а развитие горно-тундровых сообществ создает условия для сохранения их фитоценоразнообразия.

Коренные вершинные горно-тундровые лишайниковые на мелкоглыбовых россыпях с редким кедровым стлаником геосистемы сохраняют свою стабильность. Действующие процессы – физическое выветривание коренных пород, мерзлотное пучение и просадки грунтов, нивация в местах концентрации снежников, а также лишайниковая и пионерная травяно-кустарничковая растительность выполняют важную ландшафтноформирующую функцию.

Небольшие ненарушенные участки в понижениях рельефа и по долинам ручьев заняты осоковыми болотами, выполняющими водо-сборные и водонакопительные функции. Сырые ерниковые заросли, кроме мерзлотостабилизирующей функции, служат еще и стацией для грызунов и птиц.

Территории с хорошей природной средой отличаются относительно слабой антропогенной нарушенностью структуры и функций раститель-

ности. К ним относятся подгольцовые кедрово-стланиковые на коллювиальных осыпях и грубо скелетных подзолах с преобладанием мерзлотных процессов и горно-таежные редуцированного развития лиственнично-березовые с елью сообщества на дерновых кислых почвах. Здесь не ведется активная хозяйственная деятельность, но слабое нарушение растительности (преимущественно пирогенное) снизило ее основные функции. На крутых склонах в кустарниковых (преимущественно кедрово-стланиковых) геосистемах при пожарах нарушились снегонакопительные, противолавинные, водостокоформирующие и биостационные функции. Правда восстановление этих геосистем происходит быстро (через год–два), как и возобновление их функций.

К территориям с удовлетворительным качеством природной среды относятся участки, на которых растительность антропогенно преобразована и ее средозащитные функции ослаблены. Здесь в лиственничных с березой и сосной голубично-багульниковых и травяно-зеленомошных на дерновых и перегнойных почвах геосистемах активно развиваются деструктивные процессы, высока опасность негативных природных процессов. Склоновые светлохвойные леса кустарниково-травяные на петротемах, подвергшиеся пожарам, слабо восстанавливаются. Но функции стокорегулирования, формирования почв и закрепительные противоэрозионные значительно снижены, поэтому велика опасность образования промоин, оврагов, каменных рек и селей.

Места постоянного рекреационного воздействия, где практически уничтожены редкостойные лиственничные кустарниково-травяные леса на элювиальных песках и делювиальных суглинках, а также участки горных степей, нарушенные пожарами и вытоптанные рекреантами, относятся к территориям с плохим (критическим) состоянием природной среды. Они сконцентрированы на небольших участках побережья озера Байкал. Эти локальные территории утратили многие защитные функции растительности и вряд ли в дальнейшем восстановят свою коренную структуру.

Заключение

Площадь выявленных деструктивных изменений растительного и почвенного покрова на Маломорском побережье озера Байкал с каждым годом увеличивается. Сокращение площадей лесов вследствие пожаров, изменение структуры растительности, снижение активности процессов возобновления ведет к ослаблению функциональной роли растительности в геосистемах. Коренная растительность здесь значительно наруше-

на, а ее средоформирующие и средозащитные функции изменены или ослаблены.

Природоохранным законодательством предусмотрена регламентация хозяйственной деятельности в центральной экологической зоне Байкальской природной территории, куда входит исследуемый участок. Такая регламентация направлена на сохранение стокорегулирующих, водоохраных и противоэрозионных функций растительности прибрежных территорий. Это возможно только через восстановление и сохранение коренной растительности. Дальнейшее экстенсивное рекреационное использование территории Маломорского побережья чревато обострением экологических проблем озера Байкал.

• Список литературы

1. Белов А.В., Соколова Л.П. Роль растительности Прибайкалья в формировании качества природной среды // География и природные ресурсы. – 2015. – № 2. – С. 39–46.
2. Видина А.А. Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтным исследованиям. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. – 120 с.
3. Кичигина Н.В., Губарева Т.С., Шамов В.В., Гарцман Б.И. Трассерные исследования формирования речного стока в бассейне озера Байкал // География и природные ресурсы. – 2016. – № 5. – С. 60–69. – DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2016-5(60-69)
4. Максютова Е.В., Воропай Н.Н. Изменения гидротермических условий вегетационного периода на Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. – 2016. – № 5. – С. 20–28. – DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2016-5(20-28)
5. Плюснин В.М., Биличенко И.Н., Седых С.А. Пространственно-временная организация горных геосистем Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. – 2018. – № 2. – С. 52–62. – DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(52-62).
6. Федеральный закон «Об охране озера Байкал» № 94-ФЗ от 1 мая 1999 г.

Н.В. Михальчук, А.Н. Мялик

ФОНОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ КАК ОСНОВА ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ОЦЕНОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ

Программа Организации объединенных наций по охране окружающей среды (UNEP) определяет «зеленую» экономику как инструмент, приводящий к повышению благосостояния людей и социального равенства и значительно снижающий неблагоприятное воздействие на окружающую среду и риски экологической деградации. Согласно [9], «зеленая» экономика определяется как модель организации экономики, направленная на достижение целей социально-экономического развития при существенном сокращении экологических рисков и темпов деградации окружающей среды.

Среди экологических рисков деградация земель и химическое загрязнение почв признаны одними из основных угроз национальной безопасности Республики Беларусь [12]. Актуальность этих проблем отмечена также в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г., где стратегической целью развития АПК Беларуси определяется формирование конкурентоспособного на мировом рынке и экологически безопасного производства.

С учетом социально-экономических условий, перспектив, целесообразности, международных обязательств в ряду приоритетных направлений развития «зеленой» экономики в Республике Беларусь названо создание условий для производства органической продукции. Согласно ст. 14 Закона Республики Беларусь от 9 ноября 2018 г. № 144-З «О производстве и обращении органической продукции» при производстве органической продукции запрещается использовать земельные участки ... и (или) их части, подвергшиеся загрязнению отходами, химическими и радиоактивными веществами».

Природные и аграрные ландшафты юго-запада Беларуси подвержены влиянию выбросов тяжелых металлов (ТМ) и иных веществ-загрязнителей из техногенных источников, что создает потенциальную опасность включения токсичных элементов в пищевые цепи и ограничивает возможности получения высококачественной сельскохозяйственной

продукции. Данный субрегион Беларуси отличается развитой транспортной инфраструктурой, интенсивными формами ведения аграрного производства, сравнительно высоким промышленным потенциалом. Кроме того, рассматриваемая территория находится под влиянием трансграничного переноса загрязняющих веществ из индустриально развитых регионов Европы. Все эти факторы обусловливают актуальные и потенциальные риски загрязнения почв и растительности ТМ.

Методические подходы к оценке загрязнения почв ТМ имеют свою основу – кларк – естественное фоновое содержание элемента в почвах. Как правило, они базируются на значениях кларков по А.П. Виноградову [2]. Вместе с тем, исследованиями белорусских геохимиков установлено, что для территории Беларуси в целом характерно нижекларковое содержание микроэлементов (МКЭ) в почвах [4, 8] и оно существенно отличается от широко используемых кларков А.П. Виноградова для почв мира. В этой связи оценка экологической опасности загрязнения почв ТМ и накопления их в растительности может проводиться по отношению к региональным кларкам (для территории Республики Беларусь) или к среднему фоновому содержанию. Данные показатели в их региональном и субрегиональном измерениях являются геохимическим эталоном, который может использоваться при решении широкого круга как научных, так и практических задач, в том числе в сфере производства органической продукции.

Геохимический фон является важной базисной характеристикой при количественной оценке техногенной или природной аномалии; это один из важнейших методологических подходов при определении состояния и уровня техногенного загрязнения абиотических компонентов и биоты. В эколого-геохимическом отношении фоновые территории могут считаться наиболее благоприятными для жизнедеятельности человека, хотя и на них в условиях юго-запада Беларуси отмечаются биогеохимические проявления с дефицитом некоторых жизненно важных элементов, в частности J, Se, Co.

Нами рассматриваются восемь элементов, которые всегда включаются в группу ТМ: Zn, Cu, Mn, Pb, Cd, Ni, Co и Cr. При этом часть исследуемых элементов – Zn, Cu, Mn, Co – входят в группу почвенных МКЭ. Эколого-геохимическую оценку осуществляли не только по санитарногигиеническим нормативам (ПДК/ОДК), но и с учетом региональных и субрегиональных особенностей. С этой целью вычисляли коэффициент концентрации элемента (K_c) как отношение реального его содержания в почве (С) к фоновому (C_ϕ): $K_c = C / C_\phi$. Содержание ТМ и МКЭ определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе SOLAAR

MkII M6 Double Beam AAS. В связи с тем, что в работах по мониторингу окружающей природной среды за фоновое обычно принимается нативное количество химических элементов в приповерхностной толще почвы [13], преимущественное внимание в наших исследованиях было уделено горизонту A1 (A пах).

Наибольшую опасность в системе почва–растение представляют подвижные формы ТМ (доступные для растений), аккумулирующиеся в приповерхностном слое почвы и характеризующиеся высокой биохимической активностью и способностью накапливаться в биосредах. Поэтому содержание подвижных форм ТМ в почве является одним из важнейших показателей, определяемых при почвенно-геохимическом мониторинге окружающей среды.

Неоднородность природных условий на территории юго-западной части Белорусского Полесья обусловила формирование различных типов почв. Нами наиболее детально рассмотрены две категории: дерново-подзолистые песчаные (Д-ПП), как наиболее распространенные в условиях Полесья среди минеральных почв, и карбонатные почвы гидрогенного генезиса, отличающиеся ярко выраженной спецификой в накоплении и перераспределении микро- и макроэлементов [5].

Первая группа почв широко и интенсивно используется в сельскохозяйственном производстве под пашню и пастбища; Д-ПП почвы характеризуются малой мощностью гумусового горизонта, редко превышающего 20 см, и низким содержанием гумуса – 1,8–2,3 %. Показатель pH находится в пределах 4,6–5,5 (от кислой до слабокислой).

Наиболее типичными представителями карбонатных почв гидрогенного генезиса являются дерновые заболоченные карбонатные (ДЗК) различной степени увлажнения. Они отличаются ограниченным распространением в регионе (до 2,0 % пахотных почв); содержание гумуса составляет 4–9 % и более. Реакция среды этих почв нейтральная или слабощелочная. Ранее нами установлена высокая буферность ДЗК почв в отношении их загрязнения ТМ [7] – элементы-загрязнители в 2,1–4,6 раза менее доступны растениям, чем в условиях дерново-подзолистых почв. Данная особенность ДЗК почв позволяет относить их к категории пригодных для производства экологически чистой продукции.

Установлены следующие особенности накопления ТМ и МКЭ в приповерхностном слое указанных почв (табл. 1 и 2).

Главной геохимической особенностью Д-ПП почв Брестского Полесья является невысокое содержание большинства исследуемых элементов в сравнении как с кларками для почв мира, так и с региональными кларками.

Таблица 1

Содержание и коэффициенты вариации валовых и подвижных форм ТМ в верхнем 0–10 см слое фоновых и пахотных дерново-подзолистых песчаных почв на территории юго-западной Беларуси

| | | Zn | Cu | Mn | Pb | Cd | Ni | Co | Cr |
|----------------------------|----|------------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Валовое содержание | | | | | | | | | |
| Природный региональный фон | 1* | 7,39±0,38 | 1,27±0,09 | 107,32±12,02 | 5,59±0,63 | 0,05±0,02 | 0,60±0,18 | 0,26±0,09 | 1,88±0,24 |
| | 2 | 13,77 | 18,05 | 29,62 | 29,66 | 96,20 | 81,01 | 94,74 | 34,36 |
| Пахотные почвы | 1 | 12,65±0,92 | 2,52±0,22 | 115,2±10,8 | 5,98±0,28 | 0,18±0,02 | 1,80±0,19 | 1,10±0,10 | 5,55±0,28 |
| | 2 | 28,28 | 35,30 | 35,09 | 19,07 | 36,20 | 42,73 | 36,79 | 20,41 |
| Подвижные формы | | | | | | | | | |
| Природный региональный фон | 1 | 3,07±0,26 | 0,93±0,12 | 39,00±8,93 | 4,56±0,70 | 0,02±0,02 | 0,00±0,00 | 0,08±0,07 | 0,77±0,14 |
| | 2 | 18,83 | 28,49 | 51,19 | 34,18 | 140,06 | 0,00 | 189,81 | 39,58 |
| Пахотные почвы | 1 | 2,35±0,14 | 0,59±0,07 | 36,67±3,12 | 3,31±0,21 | 0,07±0,01 | 0,22±0,03 | 0,19±0,02 | 0,56±0,05 |
| | 2 | 21,55 | 45,32 | 30,72 | 22,52 | 35,63 | 41,77 | 36,11 | 32,54 |

*1 – среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего, 2 – коэффициент вариации (V), %.

Таблица 2

Содержание и коэффициенты вариации валовых и подвижных форм тяжелых металлов в верхнем 0–10 см слое фоновых и пахотных дерновых заболоченных карбонатных почв на территории юго-западной Беларуси

| | | Zn | Cu | Mn | Pb | Cd | Ni | Co | Cr |
|----------------------------|----|------------|-----------|--------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Валовое содержание | | | | | | | | | |
| Природный региональный фон | 1* | 20,21±1,64 | 5,56±0,45 | 210,95±13,29 | 10,96±0,61 | 0,56±0,03 | 15,98±2,38 | 2,92±0,23 | 24,44±2,38 |
| | 2 | 26,89 | 26,6 | 20,9 | 18,52 | 15,59 | 49,29 | 26,44 | 32,31 |
| Пахотные почвы | 1 | 9,49±0,54 | 3,46±0,34 | 459,39±79,83 | 4,24±0,31 | - | 4,97±0,9 | 1,27±0,1 | 7,35±1,36 |
| | 2 | 14,06 | 24,45 | 42,57 | 18,08 | - | 44,54 | 18,47 | 45,24 |
| Подвижные формы | | | | | | | | | |
| Природный региональный фон | 1 | 4,77±0,34 | 1,82±0,26 | 269,17±23,61 | 5,59±0,43 | 0,18±0,02 | 2,13±0,22 | 1,12±0,11 | 1,83±0,38 |
| | 2 | 38,89 | 78,87 | 48,05 | 35,05 | 52,02 | 47,50 | 43,69 | 95,29 |
| Пахотные почвы | 1 | 5,11±0,59 | 1,98±0,12 | 250,21±28,9 | 2,59±0,29 | 0,14±0,01 | 2,85±0,45 | 0,54±0,07 | 4,11±0,96 |
| | 2 | 28,15 | 15,32 | 28,29 | 27,17 | 19,17 | 38,82 | 30,55 | 57,20 |

*1 – среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего, 2 – коэффициент вариации (V), %.

Дефициту этих элементов в данных почвах способствует низкое их содержание в материнских породах (перемытых и переотложенных водно-ледниковых песках), а также малая гумусность, высокая кислотность, повышенная водопроницаемость почвогрунтов, химическая инертность основного почвообразующего минерала – кварца. Все это способствует выносу большинства МКЭ за пределы почвенного профиля [8].

Особенно низким для рассматриваемых почв как природных ландшафтов, так и пахотных угодий является содержание Со: оно соответственно составляет 0,26 и 1,10 мг/кг почвы, что в 38,5 и 9,1 раза ниже в сравнении с кларком почв мира (10,0 мг/кг), а также в 23,1 и 5,5 раза меньше по отношению к региональному кларку для почв Беларуси (6,0 мг/кг). Полученные нами результаты хорошо корреспондируют с данными украинских исследователей, согласно которым в северной части Волынской области 98 % проб аналогичных почв оказались с недостатком данного элемента [3]. Вместе с тем, Со принадлежит к числу особо биологически важных элементов, влияющих на обмен веществ и кроветворение при синтезе гемоглобина в составе витамина В₁₂. В свою очередь витамин В₁₂ повышает общую устойчивость человеческого организма к онкологическим заболеваниям. Особенно опасен недостаток Со на территориях, загрязненных искусственными радионуклидами.

В пахотных Д-ПП почвах содержание валовых форм рассматриваемых ТМ и МКЭ находилось или на уровне значений, характерных для природных аналогов (как у Pb и Mn), или превышало их, иногда существенно – в 3,0–4,2 раза для Cr, Ni, Cd, Со. Разница между фоновыми и сельскохозяйственными почвами в содержании подвижных фракций элементов была не столь выраженной, как у валовых форм. Примечательно, что в пахотных почвах зафиксированы более низкие, чем в природных аналогах (на фоне большей вариабельности значений в первых из них) уровни биофильных элементов (Zn на 30,6 %, Cu на 57,6 %), а также таких опасных поллютантов, как Cr и Pb (более, чем на 37,0 %). Характерно, что накопление подвижных форм Pb в почвах природного фона может достигать 0,8 ПДК.

Усредненное содержание валовых форм всех ТМ и МКЭ в поверхностном слое ДЗК почв оказалось существенно более высоким, чем в Д-ПП почвах (см. табл. 2). Особенно интенсивно накапливаются здесь Cr и Ni (в 13–26 раз), Cd и Со (в 11,2 раза), Zn и Cu (в 2,7–4,4 раза). При этом содержание Cd превышает уровень ПДК (0,5 мг/кг), концентрация Ni составляет 0,8 ПДК (20,0 мг/кг), содержание Pb и Со находится на уровне 0,3–0,4 ПДК, остальных элементов – менее 0,2 ПДК. Характерно, что содержание большинства ТМ в сельскохозяйственных аналогах дан-

ных почв оказалось гораздо более низким: Ni и Cr – в 3,2–3,3 раза, Zn, Co и Pb – в 2,1–2,6 раза, Cu – в 1,6 раза. Исключением является Mn, накопление которого в 1,7 раза превысило значение для фоновых почв.

В отношении всех без исключения элементов отмечены более высокие уровни накопления подвижных форм ТМ и МКЭ в карбонатных почвах по сравнению с дерново-подзолистыми. Наиболее существенная разница наблюдалась в аккумуляции рассеянных элементов – Ni, Co и Cd – в 9–14 и более раз. Содержание биофильных элементов (Zn, Cu и Mn), а также Cr в сравнительном плане было менее контрастным. Примечательно, что как в дерново-подзолистых, так и в карбонатных пахотных почвах содержание подвижных форм Pb оказалось более низким (в 2,2 раза), чем в фоновых почвах. Кроме Pb в пахотных карбонатных почвах более низкие уровни подвижных форм характерны для Co (в 2,1 раза) и Cd (в 1,3 раза). В отношении остальных элементов загрязнение находилось на уровне природного фона или превышало его, как у Mn (в 1,2 раза) и Cr (в 2,2 раза).

Следовательно, в условиях преимущественно атмосферного загрязнения окружающей среды ТМ аккумулируются, прежде всего, в верхнем 0–10-см слое почвы. В условиях ненарушенных почв это ведет к заметному их обогащению ТМ, особенно Pb. Для пахотных почв подобное накопление элементов не характерно вследствие перемешивания почв при вспашке и искусственного разбавления, частичного выноса ТМ с урожаем, дефляции и поверхностного смыва. Названными причинами и объясняется более высокое содержание некоторых ТМ и МКЭ в поверхностном слое естественных почв по сравнению с их пахотными аналогами.

Установлено, что наиболее высокие уровни накопления Pb, достигающие значения ПДК, зафиксированы в пахотных почвах, испытывающих влияние автомагистрали M-1/E-30 Брест – Москва с интенсивным движением. В этих почвах отмечены также более высокие, по сравнению с фоновыми, концентрации подвижных форм Cd, Ni, Cr, Cu (табл. 3). В целом, формула геохимической специализации элементов для пахотных Д-ПП почв юго-запада Беларуси имеет вид: Pb_{2,8} > Cu_{2,0} > Ni_{0,7} > Cd_{0,7} > Zn_{0,4}; для аналогичных почв в зоне влияния автомагистрали M-1/E30: Pb_{8,1} > Cu_{4,2} > Ni_{2,1} > Cd_{1,3} > Zn, Mn_{0,8}.

Обращает на себя внимание повышенное содержание подвижных форм ряда ТМ и МКЭ в поверхностном горизонте почв в ареале Национального парка «Беловежская пуща» (южная и юго-западная его части и прилегающие территории). Почвенные образцы отбирались в лесных сообществах сосняков черничных, ельников сосново-черничных на дерново-палево-среднеподзолистых почвах, развивающихся на двучленных

Таблица 3

Содержание подвижных форм ТМ в почвах фоновых ландшафтов и сельскохозяйственных угодий на территории юго-западной Беларуси

| Почва | Содержание элемента, мг/кг | | | | | | | |
|--|----------------------------|------|-------|--------|------|------|------|------|
| | Zn | Cu | Mn | Pb | Cd | Ni | Co | Cr |
| Среднее фоновое содержание для почв Беларуси [9] | 5,40 | 0,30 | 51,90 | 1,20 | 0,10 | 0,30 | - | - |
| Дерново-подзолистые песчаные почвы | 1* | 3,07 | 0,93 | 39,00 | 4,56 | 0,02 | - | 0,08 |
| | 2 | 2,35 | 0,59 | - | 3,31 | 0,07 | 0,22 | 0,19 |
| | 3 | 8,03 | 1,33 | 248,80 | 4,23 | 0,08 | 0,34 | 0,70 |
| | 4 | 4,44 | 1,25 | 40,61 | 9,67 | 0,13 | 0,63 | 0,31 |
| | | | | | | | | 1,05 |

*1 – субрегиональный природный фон для почв юго-запада Беларуси, 2 – субрегиональный фон для пахотных почв, 3 – природный фон в ареале НП «Беловежская пуща», 4 – пахотные почвы в зоне влияния а/м М-1/Е30.

супесчано-песчаных почвообразующих породах или на песках, подстилаемых суглинками. В подобных почвах содержание подвижного Mn, достигающее 250 мг/кг, примерно в 5 раз больше по сравнению с фоновыми содержаниями в почвах Беларуси и в 6,4 раза выше субрегионального фона для юго-запада республики. Вместе с тем, полученные результаты хорошо согласуются с данными, приведенными в [7] для перегнойно-аккумулятивного горизонта подзолов Беловежской пущи. Сравнительно большое содержание Mn, сопоставимое с его накоплением в ДЗК почвах, отличающихся наличием мощных геохимических барьера, обусловлено, прежде всего, его биологическим аккумулированием в условиях очень длительного взаимодействия лесной растительности с почвой, столь свойственного массиву коренных лесов Беловежской пущи. Это обстоятельство, по видимому, является определяющим и в отношении содержания других элементов, прежде всего Zn, превышающего 8,0 мг/кг (максимальное значение среди всех сравниваемых почв). Необходимо также учитывать, что данная территория находится под влиянием трансграничного переноса загрязняющих веществ; ТМ антропогенного происхождения чаще всего попадают в почву из воздуха в виде твердых и (или) жидких осадков. Лесные массивы с их развитой контактирующей поверхностью особенно интенсивно задерживают ТМ, в результате чего повышается их содержание и в почвенном покрове. Кроме того, среди почвообразующих пород в ареале Беловежской пущи чаще отмечаются супесчаные отложения и суглинки, отличающиеся в сравнении с типично полесскими песчаными отложениями более высоким содержанием большинства элементов, что также оказывает влияние на их накопление в почвах. Перечисленные факторы обусловили следующий ряд в формуле геохимической специализации элементов: Mn_{4,8} > Cu_{4,4} > Pb_{3,5} > Zn_{1,5} > Ni_{1,1} > Cd_{0,8}.

В этой связи представляется не вполне корректным использовать показатели накопления ТМ и МКЭ в почвах под коренными массивами лесов, в том числе относящихся к заповедному фонду, в качестве фоновых. В каждом конкретном случае, сообразно целям исследования, фон должен быть специфичен: «фоновый уровень для почв лесопокрытых территорий», «фоновый уровень для почв луговых угодий» и т.п. Кроме того, должен быть усилен контроль качества некоторых видов продукции побочного лесопользования, получаемой как в зонах загрязнения, так и на условно «чистых» территориях; в первую очередь это касается грибной продукции.

Особый интерес и актуальность представляют исследования, касающиеся изучения накопления ТМ и МКЭ видами растений, использующими

мися в хозяйственной деятельности человека (пищевыми, лекарственными, медоносными, кормовыми и др.). Для установления фоновых уровней содержания ТМ в объектах растительного мира были выполнены отборы почвенных и растительных образцов в естественных (природных) и природно-антропогенных ландшафтах юго-запада Беларуси преимущественно в границах физико-географических округов Припятское Полесье и Брестское Полесье. В табл. 4 представлены уровни содержания ТМ и МКЭ в различных видах дикорастущих и культивируемых растений, которые можно рассматривать как фоновые для территории юго-западной части Беларуси.

Данные по микроэлементному составу дикорастущих лекарственных растений показывают, что наименее интенсивно накапливаются такие токсические ТМ, как Cd и Pb. Их содержание в органах и тканях лекарственных растений не превышает 0,5 мг/кг, а в ряде видов находится на пределе обнаружения. Только в листьях голубики болотной (*Vaccinium uliginosum L.*) содержание Cd превышает 1,00 мг/кг, в то время как у близкородственных ему видов (черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus L.*) и брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea L.*), собранных в одних и тех же фитоценозах, содержание данного элемента в сухих листьях не превышает 0,05 мг/кг.

Фоновые уровни содержания Ni также одни из самых низких и практически у всех дикорастущих видов ниже 1,00 мг/кг. Только у вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris (L.) Hull*), лещины обыкновенной (*Corylus avellana L.*), малины обыкновенной (*Rubus idaeus L.*), чабреца ползучего (*Thymus serpyllum L.*) и брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea L.*) они варьируют от 1,05 до 1,81 мг/кг. В листьях голубики болотной (*Vaccinium uliginosum L.*) фоновый уровень содержания данного элемента также самый высокий и равен 2,04 мг/кг.

Элементы биофильной группы (Cu, Zn, Mn и Fe) содержатся в существенно более высоких количествах и убывают в направлении $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu}$. Тем самым, биогеохимический ряд, выявленный для дикорастущих лекарственных растений юго-запада Беларуси, является типичным для естественных экосистем. В наиболее широком диапазоне изменяются фоновые уровни содержания Mn – от 2,96 мг/кг в плодах калины обыкновенной (*Viburnum opulus L.*) до 376,36 мг/кг в листьях черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus L.*).

Особенности накопления ТМ культивируемыми плодово-ягодными растениями аналогичны тем, которые выявлены для дикорастущих. Pb и Cd в них также содержатся в наиболее низких количествах, при этом

Таблица 4

Фоновые уровни содержания ТМ и МКЭ в объектах растительного мира в условиях юго-запада Беларуси

| Название вида | Часть растения | Содержание ТМ, мг/кг сухой массы | | | | | | |
|---|----------------|----------------------------------|------|------|--------|------|--------|--------|
| | | Pb | Cd | Cu | Zn | Ni | Mn | Fe |
| <i>Дикорастущие лекарственные растения</i> | | | | | | | | |
| Багульник болотный (<i>Ledum palustre L.</i>) | трава | 0,13 | 0,00 | 5,18 | 29,97 | 0,62 | 77,89 | 40,67 |
| Береза бородавчатая (<i>Betula pendula Roth</i>) | листья | 0,12 | 0,11 | 3,20 | 133,68 | 0,59 | 243,53 | 57,97 |
| Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea L.</i>) | листья | 0,13 | 0,01 | 4,18 | 28,95 | 1,05 | 204,89 | 36,73 |
| Вереск обыкновенный (<i>Calluna vulgaris (L.) Hull</i>) | трава | 0,26 | 0,04 | 4,28 | 27,61 | 1,81 | 373,19 | 119,31 |
| Голубика болотная (<i>Vaccinium uliginosum L.</i>) | листья | 0,16 | 1,11 | 4,90 | 49,82 | 2,04 | 219,00 | 48,94 |
| Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare L.</i>) | трава | 0,52 | 0,08 | 7,27 | 81,85 | 0,59 | 84,04 | 182,71 |
| Зверобой прорыцавленный (<i>Hypericum perforatum L.</i>) | трава | 0,07 | 0,32 | 8,10 | 56,2 | 0,79 | 120,83 | 66,23 |
| Земляника лесная (<i>Fragaria vesca L.</i>) | листья | 0,20 | 0,13 | 4,94 | 25,02 | 0,30 | 363,34 | 127,15 |
| Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus L.</i>) | листья | 0,08 | 0,10 | 3,72 | 28,34 | 0,18 | 50,24 | 64,74 |
| | плоды | 0,00 | 0,01 | 2,83 | 9,03 | 0,10 | 2,96 | 13,28 |
| Клевер луговой (<i>Trifolium pratense L.</i>) | трава | 0,00 | 0,03 | 7,19 | 28,89 | 0,26 | 30,75 | 57,13 |
| Крапива двудомная (<i>Urtica dioica L.</i>) | трава | 0,05 | 0,01 | 5,64 | 32,27 | 0,35 | 149,9 | 98,23 |
| Лещина обыкновенная (<i>Corylus avellana L.</i>) | листья | 0,12 | 0,03 | 4,54 | 19,00 | 1,15 | 327,42 | 70,75 |
| Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>) | листья | 0,03 | 0,15 | 5,02 | 25,37 | 1,68 | 362,04 | 67,44 |

Продолжение табл. 4

| Название вида | Часть растения | Содержание ТМ, мг/кг сухой массы | | | | | | |
|---|----------------|----------------------------------|------|------|-------|------|--------|--------|
| | | Pb | Cd | Cu | Zn | Ni | Mn | Fe |
| Мать-и-матчеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara L.</i>) | листья | 0,23 | 0,12 | 4,79 | 14,68 | 0,22 | 33,15 | 276,9 |
| Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia L.</i>) | листья | 0,14 | 0,04 | 3,77 | 20,10 | 0,58 | 174,81 | 68,03 |
| | плоды | 0,00 | 0,01 | 2,61 | 5,21 | 0,00 | 29,2 | 13,65 |
| Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium L.</i>) | трава | 0,02 | 0,20 | 8,03 | 38,68 | 0,68 | 79,10 | 142,85 |
| Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense L.</i>) | трава | 0,06 | 0,02 | 4,33 | 20,04 | 0,95 | 18,80 | 544,26 |
| Чабрец ползучий (<i>Thymus serpyllum L.</i>) | трава | 0,51 | 0,25 | 5,07 | 60,44 | 1,14 | 147,44 | 254,09 |
| Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus L.</i>) | листья | 0,06 | 0,05 | 5,65 | 29,59 | 0,94 | 376,36 | 31,48 |
| <i>Культивируемые плодово-ягодные растения</i> | | | | | | | | |
| Арония черноплодная (<i>Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott</i>) | листья | 0,05 | 0,13 | 3,09 | 26,76 | 0,51 | 226,58 | 41,72 |
| | плоды | 0,00 | 0,03 | 2,61 | 7,11 | 0,27 | 21,42 | 13,17 |
| Виноград прибрежный (<i>Vitis riparia L.</i>) | листья | 0,18 | 0,01 | 3,74 | 18,87 | 0,33 | 52,17 | 75,45 |
| | плоды | 0,00 | 0,00 | 3,26 | 6,39 | 0,02 | 10,04 | 15,6 |
| Вишня обыкновенная (<i>Cerasus vulgaris Mill.</i>) | листья | 0,05 | 0,04 | 2,73 | 21,93 | 0,31 | 49,11 | 62,47 |
| | плоды | 0,00 | 0,01 | 1,42 | 4,66 | 0,01 | 7,01 | 13,91 |
| Груша обыкновенная (<i>Pyrus communis L.</i>) | листья | 0,14 | 0,07 | 3,60 | 29,92 | 0,41 | 83,86 | 53,99 |
| | плоды | 0,00 | 0,01 | 1,79 | 4,78 | 0,13 | 5,45 | 8,20 |
| Земляника садовая (клубника) (<i>Fragaria × ananassa Duchesne ex Weston</i>) | листья | 0,02 | 0,00 | 3,12 | 20,94 | 0,14 | 71,08 | 53,18 |
| Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus L.</i>) | листья | 0,03 | 0,05 | 3,29 | 25,78 | 0,24 | 111,92 | 60,18 |
| | плоды | 0,00 | 0,01 | 3,17 | 21,31 | 0,27 | 15,45 | 36,37 |
| Слива домашняя (<i>Prunus domestica L.</i>) | листья | 0,15 | 0,00 | 3,55 | 19,76 | 0,23 | 55,93 | 74,53 |
| | плоды | 0,00 | 0,00 | 1,88 | 7,39 | 0,14 | 7,38 | 9,71 |
| | листья | 0,09 | 0,01 | 2,01 | 12,80 | 0,20 | 42,96 | 109,54 |
| | плоды | 0,04 | 0,02 | 2,60 | 6,27 | 0,16 | 10,00 | 27,45 |

Окончание табл. 4

| Название вида | Часть растения | Содержание ТМ, мг/кг сухой массы | | | | | |
|---|----------------|----------------------------------|------|------|-------|------|-------|
| | | Pb | Cd | Cu | Zn | Ni | Fe |
| Смородина черная (<i>Ribes nigrum L.</i>) | листья | 0,02 | 0,00 | 2,45 | 18,93 | 0,20 | 41,78 |
| | плоды | 0,00 | 0,01 | 2,60 | 9,09 | 0,08 | 6,45 |
| Яблоня домашняя (<i>Malus domestica Borkh.</i>) | листья | 0,16 | 0,01 | 3,93 | 13,22 | 0,5 | 54,98 |
| | плоды | 0,00 | 0,00 | 1,61 | 1,76 | 0,01 | 3,16 |
| <i>Культивируемые пряно-ароматические растения</i> | | | | | | | |
| Мята длиннолистная (<i>Mentha longifolia (L.) Huds.</i>) | листья | 0,3 | 0,01 | 6,47 | 30,77 | 0,40 | 44,03 |
| Мята перечная (<i>Mentha × piperita L.</i>) | листья | 0,06 | 0,00 | 8,50 | 58,6 | 0,21 | 46,73 |
| <i>Огородные культуры</i> | | | | | | | |
| Латук посевной (салат) (<i>Lactuca sativa L.</i>) | листья | 0,21 | 0,47 | 3,82 | 51,73 | 0,65 | 95,60 |
| Лук репчатый (<i>Allium cepa L.</i>) | луковицы | 0,35 | 0,01 | 1,96 | 29,06 | 0,04 | 7,10 |
| Морковь посевная (<i>Daucus sativus (Hoffm.) Röhl. ex Pass.</i>) | корнеплоды | 0,00 | 0,10 | 4,00 | 21,33 | 0,00 | 9,51 |
| Рукола посевная (<i>Eruca vesicaria (L.) Cav.</i>) | листья | 0,50 | 0,25 | 4,87 | 64,32 | 0,62 | 30,07 |
| Укроп огородный (<i>Anethum graveolens L.</i>) | листья | 0,00 | 0,14 | 4,46 | 36,69 | 0,45 | 26,53 |

содержание Cd в плодах выявлено лишь у единичных видов (аронии черноплодной (*Aronia melanocarpa (Michx.) Elliott*), вишни обыкновенной (*Cerasus vulgaris Mill.*), малины обыкновенной (*Rubus idaeus L.*) и др.) на пределе обнаружения (не более 0,01 мг/кг сухой массы). Важно отметить, что уровни содержания рассматриваемых элементов в органах культивируемых растений несколько ниже, чем у дикорастущих. Возможно, данная закономерность объясняется систематической принадлежностью большинства плодово-ягодных растений к семейству розоцветные (*Rosaceae*), а также тем, что для почв естественных экосистем юго-запада Беларуси установлены более высокие уровни содержания Pb, чем для их антропогенно-преобразованных аналогов [6]. Фоновые уровни содержания Zn и в особенности Cu также существенно ниже у культивируемых растений, поскольку почвы большинства агрофитоценозов юго-запада Беларуси отличаются низкой обеспеченностью рядом МКЭ (в том числе и Cu) [11].

Фоновые уровни содержания элементов в огородных культурах, установленные для сельских территорий Брестского, Ивацевичского и Малоритского районов подтверждают описанные выше закономерности в накоплении ТМ растениями. Важно отметить, что у огородных культур раннего срока созревания и листовых овощей (латук посевной (*Lactuca sativa L.*), укроп огородный (*Anethum graveolens L.*) и др.) риск повышенного накопления ряда ТМ существует даже при выращивании в условно чистых (фоновых) регионах.

Однако необходимо учитывать, что наиболее информативным показателем, необходимым для выявления особенностей накопления ТМ и МКЭ растениями является коэффициент накопления (K_h), показывающий способность растений усваивать элементы из почвы и вычисляемый как отношение средней концентрации элемента в золе растений к его содержанию в соответствующей почве: $K_h = C_{раст.}/C_{почв.}$ [14]. В соответствии с этим по величине аккумуляции ТМ растения условно подразделяют на макро- ($K_h > 2$), микро- ($K_h = 1-2$) и деконцентраторы (с $K_h < 1$) [1].

В табл. 5 представлены значения K_h ТМ, выявленные для некоторых дикорастущих лекарственных растений в почвенно-геохимических условиях юго-запада Беларуси. Данные показатели, как и величины содержания ТМ и МКЭ в органах и тканях растений, также широко изменяются как по отдельным видам, так и по элементам. Следовательно, способность различных растений накапливать отдельные элементы в разных количествах является видоспецифичной. Наиболее низкие коэффициенты накопления установлены для Pb и Fe. В более высоких концентрациях растения способны накапливать Cd и Ni. При этом значения K_h кадмия

Таблица 5

Коэффициенты накопления ТМ и МКЭ некоторыми дикорастущими лекарственными растениями

| Вид | Значение K _н | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| | Pb | Cd | Cu | Zn | Ni | Mn | Fe |
| Багульник болотный (<i>Ledum palustre</i> L.) | 0,01 | 0,00 | 7,62 | 9,11 | 1,26 | 16,68 | 0,07 |
| Береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth) | 0,02 | 2,20 | 4,85 | 31,53 | 1,64 | 18,45 | 0,07 |
| Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) | 0,02 | 0,25 | 7,60 | 11,49 | 4,56 | 68,99 | 0,06 |
| Вереск обыкновенный (<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull) | 0,05 | 1,33 | 8,07 | 11,70 | 9,05 | 15,39 | 0,10 |
| Голубика болотная (<i>Vaccinium uliginosum</i> L.) | 0,02 | 27,75 | 8,17 | 13,95 | 6,18 | 48,67 | 0,09 |
| Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.) | 0,07 | 1,00 | 0,85 | 1,77 | 0,65 | 0,60 | 0,11 |
| Зверобой проры扎ленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.) | 0,01 | 6,40 | 0,63 | 3,50 | 0,74 | 1,80 | 0,04 |
| Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.) | 0,02 | 13,00 | 6,96 | 7,03 | 1,11 | 9,51 | 0,21 |
| Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.) | 0,00 | 0,33 | 1,85 | 4,33 | 0,36 | 0,28 | 0,01 |
| Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.) | 0,005 | 0,14 | 3,26 | 6,67 | 0,95 | 2,29 | 0,03 |
| Лещина обыкновенная (<i>Corylus avellana</i> L.) | 0,01 | 0,37 | 10,09 | 5,25 | 3,49 | 10,31 | 0,11 |
| Малина обыкновенная (<i>Rubus idaeus</i> L.) | 0,00 | 3,75 | 10,68 | 7,07 | 5,09 | 5,49 | 0,10 |
| Мать-и-матчеха обыкновенная <i>Tussilago farfara</i> L. | 0,27 | 6,00 | 4,06 | 1,40 | 0,78 | 0,71 | 0,75 |
| Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.) | 0,00 | 2,50 | 0,80 | 2,59 | 0,27 | 0,48 | 0,03 |
| Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.) | 0,01 | 0,50 | 0,19 | 0,84 | 0,19 | 0,15 | 0,09 |
| Чабрец ползучий (<i>Thymus serpyllum</i> L.) | 0,13 | 6,25 | 5,33 | 6,10 | 4,38 | 1,91 | 0,50 |
| Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.) | 0,007 | 1,25 | 8,31 | 7,75 | 3,03 | 19,07 | 0,07 |

могут изменяться в широком диапазоне даже у близкородственных видов, произрастающих в идентичных почвенных и фитоценотических условиях, – от 0,00 у багульника болотного (*Ledum palustre L.*) до 27,75 у голубики болотной (*Vaccinium uliginosum L.*). Такие биофильные элементы, как Cu, Zn и Mn накапливаются растениями более интенсивно, а значения K_n одни из самых высоких. Однако в разрезе отдельных видов данные показатели также могут существенно изменяться. В соответствии с вышесказанным можно предположить, что на накопление различными видами растений ТМ могут оказывать влияние различные как эндогенные (генетическая предрасположенность, биоморфологические и экологические особенности видов), так и экзогенные (содержание ТМ в почвах, уровень их плодородия, кислотность) факторы.

Полученные результаты показывают, что фоновые уровни содержания ТМ в дикорастущих и культивируемых растениях юго-западной части Беларуси позволяют говорить в целом о достаточно благоприятной экологической обстановке в данном регионе. Следовательно, в пределах данной территории возможен сбор экологически чистой дикорастущей продукции растительного происхождения (пищевых, лекарственных, пряно-ароматических растений). Однако ряд проанализированных видов имеют специфические особенности в накоплении отдельных ТМ, которые могут быть обусловленные как почвенно-геохимическими факторами мест произрастания самих растений, так и их эколого-биоморфологическими особенностями и систематическим положением таксонов. В соответствии с этим даже в пределах естественных экосистем некоторые виды (например, голубика болотная (*Vaccinium uliginosum L.*) обладают генетической предрасположенностью к повышенному накоплению отдельных элементов.

Таким образом, установлены субрегиональные (для юго-запада Беларуси) фоновые уровни содержания валовых и подвижных форм ТМ и МКЭ в дерново-подзолистых песчаных и дерновых заболоченных карбонатных почвах, а также в тканях и органах отдельных видов дикорастущих и культивируемых растений, которые могут быть использованы как основа для сравнительных оценок при производстве органической продукции на основе принципов «зеленой» экономики. Повышенное содержание подвижных форм большинства исследованных ТМ и МКЭ (особенно Mn, Cu и Pb) выявлено в почвах южного и юго-западного секторов НП «Беловежская пуща», что ограничивает возможности использования соответствующих показателей в качестве фоновых при проведении мониторинговых исследований.

Часть результатов, представленных в данной статье получена при выполнении проектов БРФФИ НАУКА-М № Х16М-057 и БРФФИ-Брест № Х17Б-002, а также при выполнении комплексной оценки агроэкологического состояния территорий агроусадеб Каменецкого района в рамках реализации проектной инициативы «Органическое производство и продвижение экопродукта «Водар Белавежжса» посредством использования потенциала субъектов агроэкотуризма и актива местного сообщества».

- **Список литературы**

1. Antosiewicz, D.M. Adaptation of plants to an environment polluted with heavy metals / D. M. Antosiewicz // Acta Soc. Bot. Pol. – 1992. – V. 61. – Pp. 281–299.
2. Виноградов, А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах / А.П. Виноградов. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – 236 с.
3. Вступ до медичної геології / За редакцією Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. – Київ : Вид-во «Академпрес», 2010. – Т. 2. – 448 с.
4. Лукашев, К.И. Химические элементы в почвах / К.И. Лукашев, Н.Н. Петухова. – Минск : Наука и техника, 1970. – 228 с.
5. Михальчук, Н.В. Подвижные формы тяжелых металлов и микроэлементов в почвах карбонатного ряда юго-запада Беларуси / Н.В. Михальчук // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. науок. – 2017. – № 3. – С. 90–97.
6. Мялик, А.Н. Субрегиональный природный фон содержания тяжелых металлов и микроэлементов в дерново-подзолистых почвах северо-западной части Припятского Полесья / А.Н. Мялик, М.М. Дащкевич // Изв. Гомельск. гос. ун-та им. Ф. Скорины. Естеств. науки. – 2017. – № 6 (105). – С. 37–43.
7. Ничипорович, Д.В. Динамика некоторых химических свойств почв в сосновых и еловом лесах / Д.В. Ничипорович // Беловежская пуща. Исследования. – Минск : Урджай, 1968. – Вып. 2. – С. 57–68.
8. Петухова, Н.Н. К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецов // Докл. АН Беларуси. – 1992. – Т. 36. – № 5. – С. 461–465.
9. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21.12.2016 г. № 1061 «Об утверждении Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года».
10. Состояние природной среды Беларусь: Экологический бюллетень 2010 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Минскпроект, 2011. – 398 с.
11. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.] ; под ред. В.В. Лапа. – Минск : Беларусь : наука, 2007. – 390 с.
12. Указ Президента Республики Беларусь от 09.11.2010 г. № 575 «Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь».
13. Фоновое количество тяжелых металлов в почвах юга Западной Сибири / В.Б. Ильин [и др.] // Почвоведение. – 2003. – № 5. – С. 550–556.
14. Ялынская, Н.С. Накопление микроэлементов и тяжелых металлов в растениях рыбоводных прудов / Н.С. Ялынская, А.Г. Лопотун // Гидробиологический журн. – 1993. – Т. 29, № 5. – С. 40–46.

**Григореску И., Думитрашку М., Вринкяну А.,
Думитрикэ К., Куксикса Г., Мокану И., Митрикэ Б.**

ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА РУМЫНСКОЙ РАВНИНЕ В СВЯЗИ С РАЗВИТИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Введение

Увеличение спроса на производство экологически чистой энергии сопровождается возникновением новых проблемных вопросов, связанных с разнообразием, доступностью и эффективностью источников энергии, а также воздействием данных видов энергетики на окружающую среду. Производство энергии может сопровождаться интенсивным или экстенсивным использованием земель и тем самым выступать в качестве еще одной причины разрушения среды обитания и уменьшения биоразнообразия, что, в первую очередь, сказывается на особо чувствительных экосистемах [1, 2]. Солнечная энергия известна как один из наиболее устойчивых источников энергии, однако ее использование сопровождается рядом проблем, связанных с землепользованием. Размещение солнечных фотоэлектрических элементов (PV) требует значительных площадей земли, которые зачастую превышают площадь сельскохозяйственных и других угодий [3, 4, 5]. Румыния считается страной с высоким потенциалом использования возобновляемых источников энергии, однако они не используются в полной мере [6]. В попытке достичь целевых показателей ЕС в области энергоэффективности энергетический сектор Румынии в последние годы претерпел значительные изменения. Особое внимание уделяется развитию солнечной энергетики. Наиболее значительными ресурсами солнечной энергии характеризуются низменности и слабохолмистые равнины в южных и юго-восточных частях страны (например, в дельте Дуная, на плато Добруджа и на Румынской равнине), главным образом, в связи с высокими значениями солнечной радиации и продолжительности солнечного сияния [7] (рис. 1). В Румынии структура использования возобновляемой энергии была диверсифицирована в период 2013–2017 гг. Из всех видов возобновляемой энергии наибольшее увеличение было характерно для солнечной – более чем на 800 %, хотя с точки зрения вклада в структуру возобновляемой энергии она находится внизу списка (2 %) после гидроэнергетики (23 %) и ветра (12 %), опережая только биомассу (1 %) (согласно <http://version1.sistemulenergetic.ro/>). В производстве

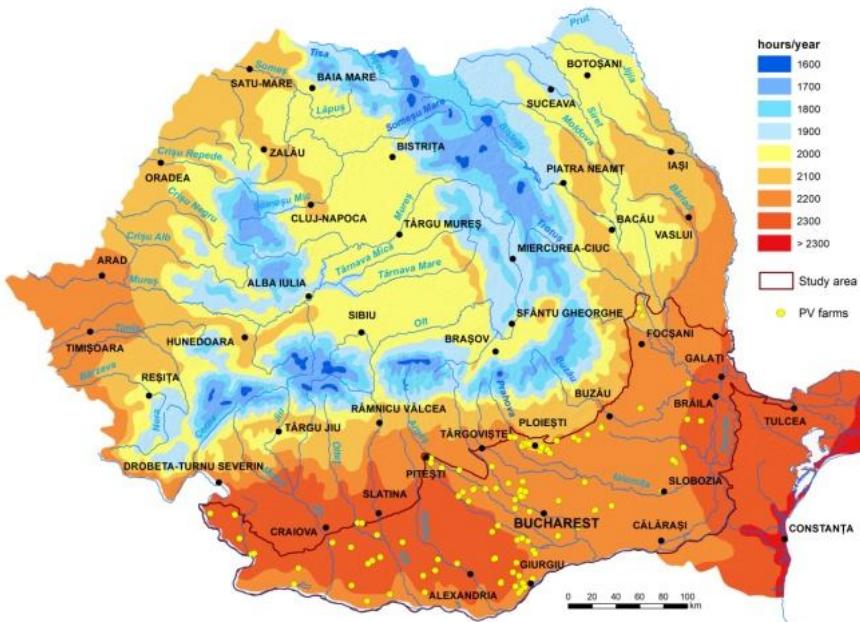
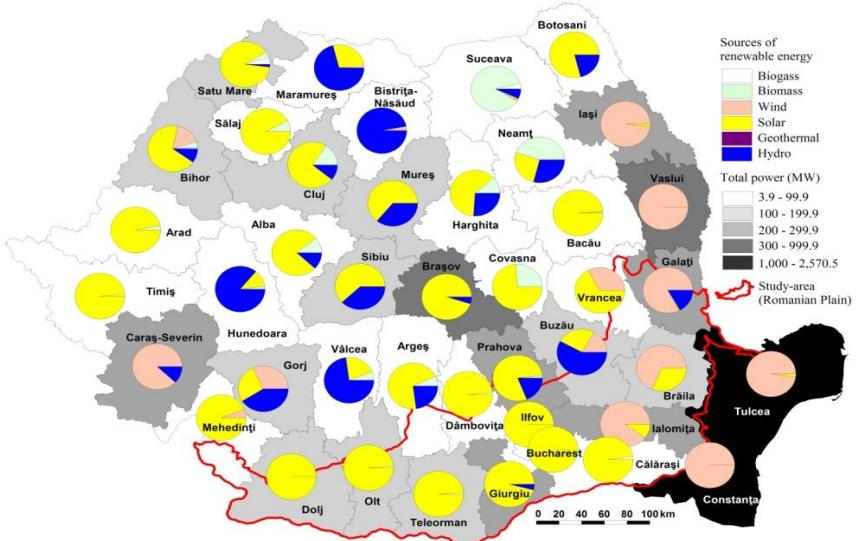


Рис. 1. Продолжительность солнечного сияния (часов в год) на территории Румынии и распределение фотоэлектрических хозяйств на Румынской равнине

электроэнергии в Румынии наблюдается схожая ситуация: в 2018 г. наибольшую долю занимали гидроэлектростанции (29 %), за которыми следовали уголь (25 %), атомная энергия (18 %), природный газ (15 %), ветер (10 %), солнечная энергия (2 %) и биомасса (1 %) (согласно <http://statistici.insse.ro/shop/>) (рис. 2). Солнечная энергетика включена в энергетический баланс страны с 2012 г. [8].

В условиях быстрой трансформации и роста энергетического сектора оценка результатов прошлых, настоящих и будущих проектов развития возобновляемых источников энергии имеет важное значение для предотвращения негативных экологических последствий [2]. В данной работе основное внимание уделяется оценке изменений в землепользовании, связанных с фотоэлектрическими хозяйствами, и их экологическими последствиями на Румынской равнине. В процессе исследования решались задачи по картографированию фотоэлектрических (PV) хозяйств (ферм) на Румынской равнине, анализу основных факторов, способствующих развитию PV ферм, выявлению основных изменений в землепользовании в связи с размещением PV ферм и их экологических последствий.



**Рис. 2. Структура производства электроэнергии с использованием возобновляемых источников в Румынии в 2018 г. в разрезе административных округов (согласно [### Объект исследования](http://www.transselectrica.ro/documents/10179/32316/7productie21.pdf/f0e4a9cc-42e5-4d07-9189-e421659664c7; в списке указаны только гидроэлектростанции, появившиеся после 2009 г.)</p>
</div>
<div data-bbox=)**

Румынская равнина расположена на юге Румынии, занимает площадь более 52 600 км² (21 % территории страны). Это вторая по величине крупная форма рельефа после Карпат (28 %) [9]. Румынская равнина является основным сельскохозяйственным регионом страны из-за её специфических природных условий: низких абсолютных высот (до 300 м), пологих склонов, больших площадей, занятых высокоплодородными почвами, относительной однородностью морфо-гидрографических и климатических условий, высокой долей пахотных земель (более 80) [10]. Климат умеренно-континентальный с субсредиземноморским влиянием в западной части, засушливым в восточной части и переходным в центральной части региона, где смешиваются оба указанных типа [11]. Таким образом, благоприятные условия окружающей среды (климат, топография) способствуют развитию PV ферм в большом количестве. В период 2010–2017 гг. было построено 110 PV ферм на площади 1393 га. Их размещение по территории исследуемого района неравномерно. Наибольшая концентрация PV ферм в округах Джурджу (20), Прахова (19), Дымбовица (15) и Телеорман (10) (рис. 3).

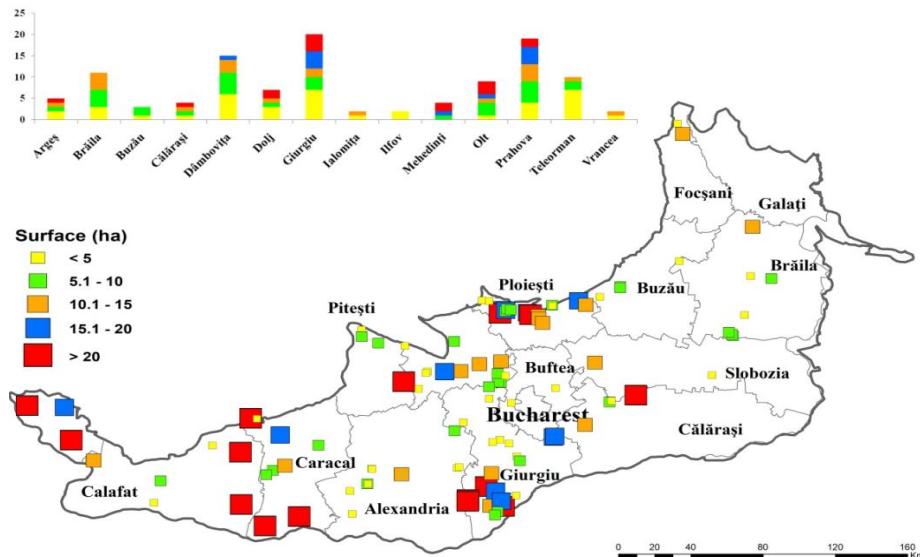


Рис. 3. Распределение и площадь PV ферм на территории Румынской равнины

В геоморфологическом отношении значительная доля PV ферм сгруппирована на равнинах Телеорман (33,6 %) и Яломица (26,4 %) с менее плодородными почвами (рис. 4). Установленная мощность PV ферм, как правило, низкая; почти 30 % установок вырабатывают менее 3 МВт, из которых 17 % ниже 1 МВт. Более крупные системы (более 9 МВт) покрывают только 13 % территории, большинство из которых расположены в округах Прахова, Джурджу и Долж.

Методика исследования

Оценка распределения полей фотоэлектрических элементов (солнечных батарей) выполнена с помощью анализа спутниковых снимков (Landsat 7 ETM и Landsat 8 OLI, 2018) для всей Румынской равнины. Полученные пространственные данные были дополнены сведениями об установленной мощности и типе каждого PV поля, предоставленными предприятием Transelectrica. Для того, чтобы подчеркнуть влияние PV ферм на землепользование, были рассчитаны несколько статистических и пространственных показателей: доля/площадь PV ферм на уровне административного округа; доля PV ферм в каждой категории землепользования (на основе CORINE Land Cover 2012); расстояние до леса. На основании полученных статистических данных определено существующее и потенциальное воздействие фотоэлектрических установок на окружающую среду и ее компоненты.

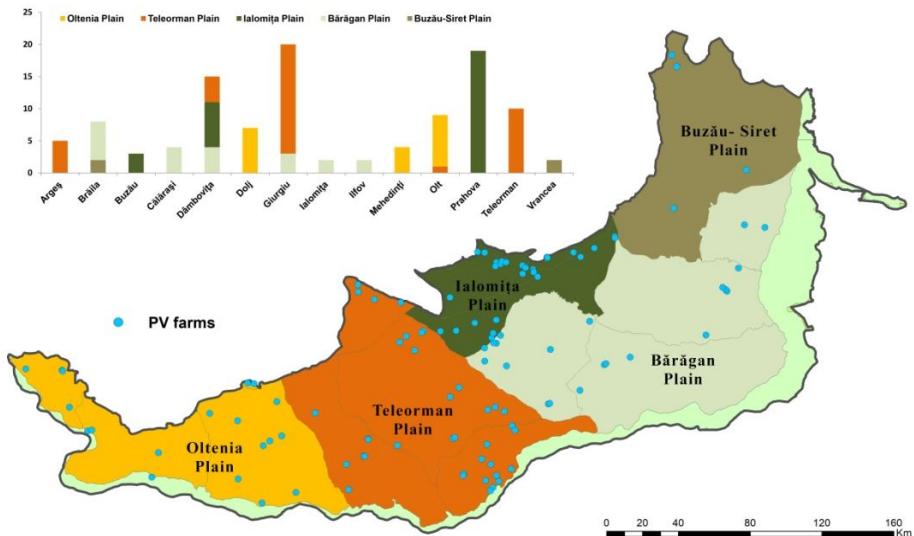


Рис. 4. Количество и распределение PV ферм по геоморфологическим районам и административным округам на территории Румынской равнины

Основные изменения в землепользовании, связанные с фотоэлектрическими хозяйствами

Почти 80 % площади Румынской равнины занимают сельскохозяйственные угодья (в основном пахотные земли – 71 %), за которыми следует естественная и полунатуральная растительность (почти 12 %). Водно-болотные угодья и водоемы (4 %) расположены вдоль р. Дунай и её основных притоков (Олт, Жиу, Аргейш). Искусственный (преобразованный) покров занимает почти 7 % территории и включает в себя застроенные участки различного назначения: жилые районы, коммерческие объекты, спортивные и развлекательные объекты, автомобильные и железнодорожные сети, места добычи полезных ископаемых, здания для сельскохозяйственной и промышленной деятельности и т. д. (рис. 5).

Несмотря на то, что рассматриваемый регион обеспечивается чистой и бесперебойной энергией, получая значительные экологические выгоды по сравнению с обычными источниками энергии [12], экологические последствия использования PV ферм могут быть не только положительными (например, использование/повторное использование деградированных земель), но и отрицательными (загрязнение окружающей среды, деградация земель и др.).

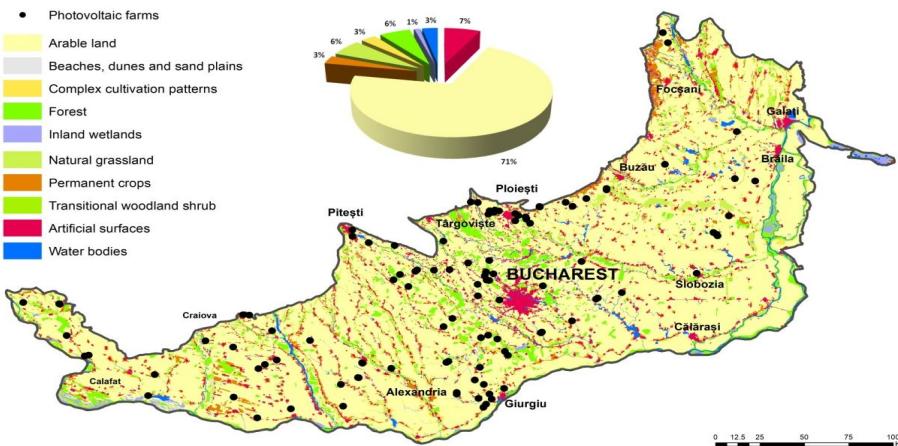


Рис. 5. Распределение и структура видов земель на Румынской равнине (на основе CORINE Land Cover 2012)

Как правило, воздействие PV ферм на ландшафт и окружающую среду может происходить с разной интенсивностью на протяжении всего их жизненного цикла (т. е. строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации) [12, 13]. Воздействие на почвенный покров и структуру землепользования является одним из наиболее заметных, вызывающих как изменения ландшафта, так и другие косвенные экологические последствия (например, деградация земель, фрагментация среды обитания).

Воздействие PV установок на землепользование зависит от нескольких факторов, таких как: топография местности, площадь поверхности, покрываемая PV фермами, тип использования земли. Воздействие сопровождается как изменением структуры землепользования, так и изменением динамики использования земли в течение определенного периода времени [14, 15]. В частности, сельскохозяйственные угодья чаще других используются для размещения PV установок (особенно крупных), далее следуют закустаренные земли и пастбища [4, 5]. Использование деградированных земель для размещения фотоэлектрических систем может уменьшить использование сельскохозяйственных земель для этих целей [16]. Фотоэлектрические системы, скорее всего, будут влиять на качество и продуктивность почвы при установке на сельскохозяйственных землях (в основном пахотных) [12], приведут к фрагментации ландшафта и потере биоразнообразия, создавая барьеры на путях миграции различных видов животных [13].

PV установки могут влиять и на визуальное восприятие ландшафта в зависимости от их размера или местоположения, особенно в районах с наиболее красивыми сохранившимися естественными пейзажами [15, 17].

В исследуемом районе наибольшая доля PV ферм (79 %) расположена на неорошаемых пахотных землях, за которыми следуют пастбища, промышленные и коммерческие объекты, пригородные территории и виноградники. Наибольшая доля PV ферм приходится на четыре уезда (Джурджу, Прахова, Дымбовица и Олт) (рис. 6). Размещение новых фотоэлектрических систем с большей вероятностью будет приводить к изменениям в структуре землепользования и изъятию высококачественных земель из сельскохозяйственного оборота [18].

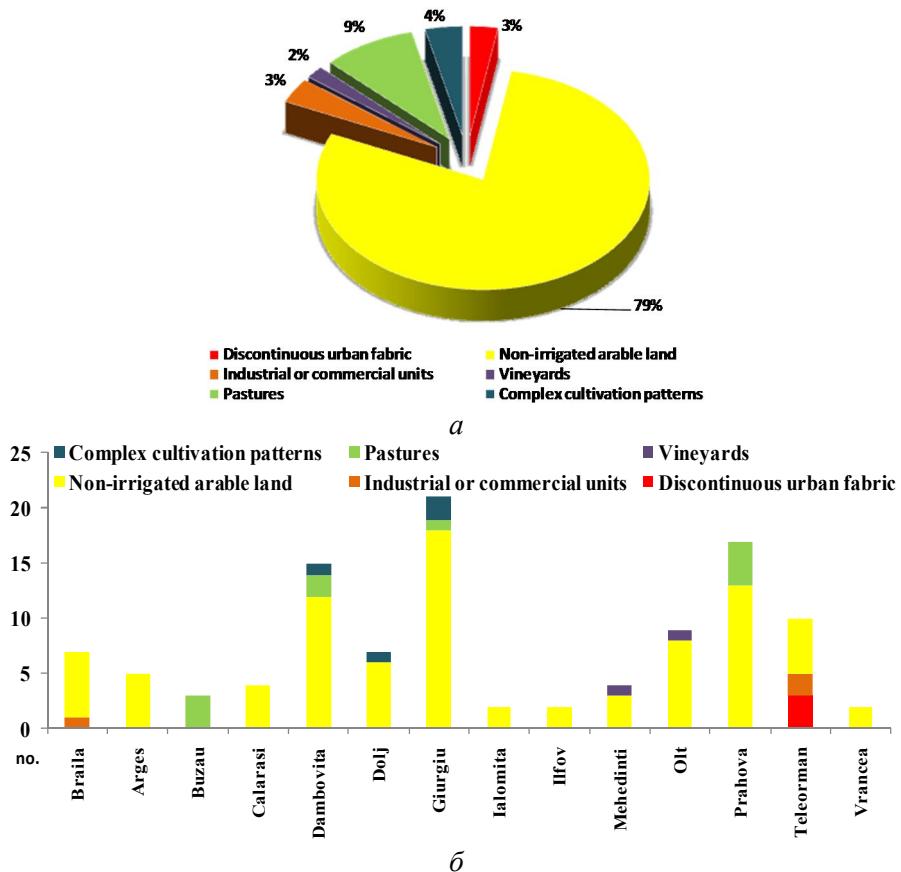


Рис. 6. Распределение PV ферм по категориям землепользования на Румынской равнине в целом (а) и в административных округах (б)

Выводы

Солнечная энергия – одна из наиболее подходящих альтернатив ис-
копаемому топливу, особенно в связи с необходимостью смягчения по-
следствий изменения климата и обеспечения долгосрочной энергетиче-
ской безопасности [13]. Принятие технико-экономических мер, направ-
ленных на повышение энергоэффективности и устранение загрязняюще-
го воздействия производства и потребления энергии за счет использова-
ния возобновляемых источников энергии, является одной из ключевых
целей Энергетической стратегии Румынии на 2016–2030 гг. Таким обра-
зом, как в ЕС, так и на национальном уровне, увеличение доли солнечной
энергии стало одним из главных достижений в области энергоэффектив-
ности. В Румынии солнечная энергия является важной частью нацио-
нальной системы использования возобновляемой энергии, что в целом
положительно влияет на местную экономику. Это влияние произошло на
всех территориальных уровнях с учетом конкретных природных, законо-
дательных и экономических факторов. На национальном уровне была
отмечена диверсификация возобновляемых источников энергии и произ-
водства электроэнергии (с 2012 г.), сопровождаемая постоянным ростом
производителей солнечной энергии (от одного производителя в 2009 г. до
576 в 2016 г.). Румынская равнина обладает значительным энергетиче-
ским потенциалом благодаря благоприятным биофизическим факторам.
Интенсивность солнечного излучения может превышать здесь
1350 кВтч/м²/год, а продолжительность солнечного сияния – более
2300 час/год.

Фотоэлектрические установки в основном сконцентрированы в окру-
гах Джурджу, Прахова и Дымбовица, занимая неорошающие пахотные
земли (79 %), а также пастбища, пустыри, промышленные и коммерче-
ские зоны. Хотя солнечные энергетические системы являются чистым и
устойчивым источником энергии, они имеют и негативные последствия
для окружающей среды, что в целом влияет на землепользование и
ландшафт, на экосистемы. Сельские общины могут быть основными бе-
нефициарами развития возобновляемых ресурсов в целях содействия
устойчивому развитию.

Использование возобновляемых источников солнечной энергии яв-
ляется частью сложного процесса, осуществляемого Румынией, который
включает в себя переход к зеленой экономике, адаптацию к изменениям
климата и уменьшение негативного воздействия человеческой деятель-
ности на окружающую среду. Данный процесс обеспечивает благоприят-
ные условия для устойчивой занятости населения и развития инфра-
структуры благодаря прогрессу в исследованиях и разработках, «озеле-

нении» отраслей, образования и повышении квалификации для зеленой экономики и т. д. В данных условиях расширение солнечных PV ферм и обеспечение зданий фотоэлектрическим оборудованием – это меры, которые могут быть приняты для более эффективного использования солнечного потенциала и поддержки развития сельских районов. Общие результаты исследований раскрывают текущее и потенциальное воздействие PV ферм, чтобы понять взаимосвязь между окружающей средой и использованием возобновляемых источников энергии, а также поддержать научно-обоснованные решения для устойчивого развития.

Благодарности

Данная работа выполнена при поддержке проекта PN-III-P1-1.2-PCCDI-2017-0404/31PCCDI/2018 (UEFISCDI).

• Список литературы

1. Aman, M.M., Solangi, K.H., Hossain, M.S., Badarudin, A., Jasmon, G.B., Mokhlis, H., Bakar A.H.A., Kazi, S. N. (2015). A review of Safety, Health and Environmental (SHE) issues of solar energy system. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41, 1190–1204.
2. Bergmann, A., Colombo, S., Hanley, N. (2008). Rural versus urban preferences for renewable energy developments. Ecological economics, 65(3), 616–625.
3. Brlteanu (2016), Unitriuile de relief, on Rombnia. Naturr ei Societate (coord. Brlteanu D., Dumitracu M., Geacu S., Mitricr B., Sima M.), Editura Academiei Rombne, pp. 82–101.
4. Bogdan O. (2005), Clima in vol. Geografia Rombniei, Cmpia Rombnr, Dunrrea, Podieul Dobrogei, Litoralul Rombnesc al Mrii Negre ei Platforma Continentalr, V, pp. 47–64, Edit. Academiei Rombne, Bucureti.
5. Castillo, C. P., e Silva, F. B., Lavalle, C. (2016). An assessment of the regional potential for solar power generation in EU-28. Energy Policy, 88, 86–99.
6. Colesca, S. E., Ciocoiu, C. N. (2013). An overview of the Romanian renewable energy sector. Renewable and sustainable energy reviews, 24, 149–158.
7. Dale, V.H., Efroymson, R.A., & Kline, K.L. (2011). The land use–climate change–energy nexus. Landscape ecology, 26(6), 755–773.
8. Denholm, P., Margolis, R. M. (2008). Land-use requirements and the per-capita solar footprint for photovoltaic generation in the United States. Energy Policy, 36(9), 3531–3543.
9. Guerin, T. (2017). Using agricultural land for utility-scale photovoltaic solar electricity generation. Agricultural Science, 29(1), 40.
10. Hernandez, R.R., Easter, S.B., Murphy-Mariscal, M.L., Maestre, F.T., Tavassoli, M., Allen, E.B., Barrows C.W., Belnap J., Ochoa-Hueso R., Ravi S., Allen, M.F. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy, Renewable and sustainable energy reviews, 29, 766–779.
11. Hernandez, R.R., Hoffacker, M.K., Murphy-Mariscal, M.L., Wu, G.C., Allen, M.F. (2015). Solar energy development impacts on land cover change and protected areas. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(44), 13579–13584.
12. McDonald, R. I., Fargione, J., Kiesecker, J., Miller, W. M., Powell, J. (2009) Energy sprawl or energy efficiency: climate policy impacts on natural habitat for the United States of America. PloS one, 4(8), e6802. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0006802>

13. Posea Gr., Iordan I. (2005), Cumpăra României. Caracterizare generală în vol. Geografia României, Cumpăra României, Dunarea, Podișul Dobrogei, Litoralul Românesc al Mării Negre și Platforma Continentală, V, pp. 27–31, Edit. Academiei Române, București.
14. Scheidel, A., Sorman, A. H. (2012) Energy transitions and the global land rush: Ultimate drivers and persistent consequences. *Global Environmental Change*, 22(3), 588–595.
15. Soare E. (2008) Durata de strălucire a Soarelui. *on Clima României, Române* (Coord. Sandu I., Pescaru I., Poiană I., Geicu A., Cândea I., Tășteanu D.), Editura Academiei Române, 105–114.
16. Tsoutsos, T., Frantzeskaki, N., Gekas, V. (2005). Environmental impacts from the solar energy technologies. *Energy Policy*, 33(3), 289–296.
17. Turney, D., Fthenakis, V. (2011). Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 3261–3270.
18. Wu, Grace C. (2018) Land Use in Renewable Energy Planning, PhD diss., UC Berkeley, 187 p, <https://cloudfont.escholarship.org/dist/prd/content/qt6152r5cv/qt6152r5cv.pdf>.

ТРАНСФОРМАЦИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ВОЗРОЖДЕНИЕ КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА В ПОСЛЕВОЕННОЙ ТУЗЛЕ И ЕЕ ОКРЕСТНОСТЯХ

Введение

Развитие городов в Боснии и Герцеговине в значительной степени находится под влиянием социально-экономических и культурных отношений, существенно измененных в результате последней войны. Хотя опыт городского планирования в социалистический период в бывшей Югославии характеризовался рядом проблем, связанных, в первую очередь, с практической реализацией планировочных решений, нормативно-правовая база в Боснии и Герцеговине в значительной степени была заимствована из более раннего югославского периода. Эта система государственного планирования не дала результатов для улучшения или исправления реальных проблем городской среды в послевоенном обществе. Осознание этого факта и стремление к переменам растут, особенно в больших индустриальных городах. Город Тузла являлся одним из самых промышленно развитых городов Югославии. Будучи региональным промышленным центром и важным центром экономического развития, Тузла пережил драматические культурные и экономические изменения в последние годы. Целью данной работы является оценка культурного ландшафта в контексте культурно-географических исследований, выявление городских особенностей Тузлы, а также некоторых экологических и культурных преобразований ландшафтов, которые были прямо или косвенно затронуты войной и деградировали.

Культурный ландшафт в контексте культурно-географических исследований

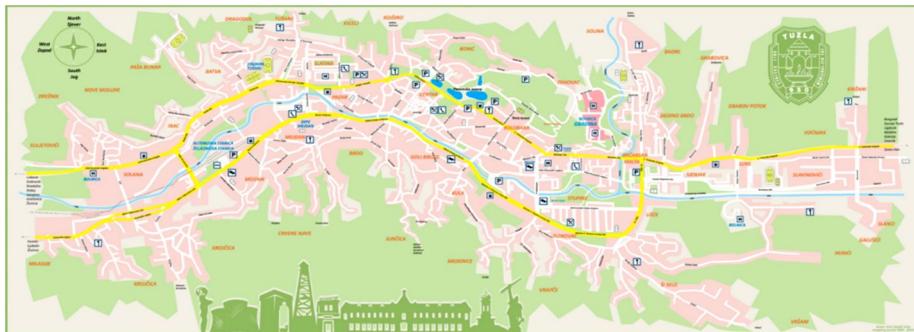
Ландшафт как культурное явление впервые начал рассматриваться с географических позиций в эпоху Возрождения в XV в., когда появились первые живописные изображения культурного ландшафта, подчеркивающие его визуальный характер. Позже, во второй половине XIX в., концепция культурного ландшафта (ландшафта, измененного деятельностью человека) стала объектом исследования в нескольких университетах в Германии и Франции. В начале XX в. подход к изучению культурного ландшафта был ориентирован, прежде всего, на культурные продукты и создающие их процессы.

Социальные и демографические изменения, а также динамичный процесс урбанизации в 1960–1970-х годах повлияли на географические подходы к изучению ландшафта. Знаки, символы, значение ландшафта и процессов в культурном ландшафте стали важными аспектами, подчеркиваемыми культурной географией [8]. География начала рассматривать культуру, как набор символовических ресурсов, которые помогают людям размышлять об окружающем их мире. В целом география исследует как пространственные закономерности и процессы становятся частью культурных процессов, и одновременно наблюдает за существованием и использованием определенных типов мест в стране [12]. Интерес к исследованию ландшафтов и мест постепенно возрастал. Например, гуманистическая география начала концентрироваться на значении и важности пространства (чувства места) в противовес традиционному географическому подходу к пониманию культурного ландшафта.

Все больше внимания уделяется таким вопросам, как самобытность культурного ландшафта. Понятие культурной идентичности ландшафта относится к самому ландшафту и его характеристикам, которые создают уникальность места. Этими характеристиками могут быть материальное или нематериальное наследие, искусственные сооружения, способ землепользования и т. д. Это также может быть связано с людьми и их использованием ландшафта для конструирования их индивидуальной или коллективной идентичности [17]. В любом случае характер или идентичность являются существенными свойствами ландшафта [1]. В настоящее время возрастает внимание к изучению взаимодействия человека с ландшафтом, влияния окружающей среды на человека и качество жизни [5, 11].

Область изучения

После Сараево и Баня-Луки Тузла является третьим по величине городом в Боснии и Герцеговине (рисунок). Согласно результатам первой послевоенной переписи населения, в 2013 г. население Тузлы составляло 110 979 человек, проживающих на территории 66 местных административно-территориальных единиц [21]. Тузла занимает около 98 км², географически относится к региону северо-восточной Боснии и является одним из ведущих экономических, культурных, образовательных, медицинских и туристических центров страны. Город имеет длинную историю промышленного развития из-за богатых залежей каменной соли и угля, которые добывались здесь в течение нескольких столетий. В период после Второй мировой войны местные минерально-сырьевые ресурсы стали основой ускоренного развития данного региона [6].



Физическая карта г. Тузлы [23]

Однако процесс ускоренного развития имел и негативную сторону. Поскольку доминирующими отраслями промышленности на протяжении длительного времени были энергетика и добыча полезных ископаемых, значительное расширение этих отраслей привело к возникновению многочисленных проблем. Длительные и ускоренные процессы урбанизации и индустриализации способствовали загрязнению, деградации и истощению почв города Тузлы и его окрестностей.

Спустя пятьдесят лет во время распада бывшей Югославии в 1990-х годах производство в Тузле упало на 80 %, что привело к упадку промышленного сектора и росту безработицы. Послевоенный период и последующий экономический подъем выдвинули на передний план ряд проблем постиндустриального развития Тузлы [7].

В докладе о развитии Тузлы (*Invest in Tuzla, 2015*) указывается, что экономическое развитие города в настоящее время основано на новой философии устойчивого развития, которая означает ориентацию на туризм, экологически чистую энергетику, энергоэффективность и развитие сектора информационных технологий. Таким образом, произошло резкое изменение специфики города, ранее известного своими угольными заводами и дымным небом.

Изменения в пространственной организации города Тузлы

Тузла является специфическим урбанистическим социумом с мульти-этнической и мульти-религиозной составляющей. После гражданской войны это был, вероятно, единственный муниципалитет, в котором ненационалистические и многоэтнические партии смогли победить с решающим большинством на первых многопартийных выборах в Боснии в 1990 г., а также на вторых выборах в 1996 г. и сформировать самоуправление [2, 20]. Ненационалистическое правительство Тузлы остается у власти до сегодняшнего времени.

Одной из целей политической элиты Тузлы было радикальное преобразование образа города. Горнодобывающая и энергетическая промышленность позволили городу развиваться, и он стал одним из наиболее развитых городов в бывшей Югославии. При этом не было необходимости инвестировать в развитие туризма на основе культурного и исторического наследия [4]. В послевоенный период курс экономического развития Тузлы резко изменился, и в настоящее время туризм и сопутствующие услуги являются наиболее важным сектором экономики города. Крупнейший и старейший промышленный центр в Боснии утратил свой прежний облик города горнодобывающей и «грязной» промышленности и превратился в город культуры и туризма.

Активная добыча каменной соли в течение нескольких веков привела к тому, что в Тузле и ее окрестностях начались драматические явления обрушения грунта, которые к 2000 г. привели к образованию провалов даже в центре города. В то время новый мэр города нанял группу экспертов для создания водоемов-резервуаров для аккумуляции откаченной соленой воды и поддержания стабильного уровня подземных вод. Тузла стал уникальным городом, где в центре расположены соленые озера, соленые водопады и пляж. Создание Паннонских озер было завершено в 2012 г.

В окрестностях Тузлы в результате открытой добычи угля появились новые водоемы – шахтные озера. Эти озера представляют собой специфические искусственные образования, возникшие в результате заполнения водой горных выработок после прекращения добычи угля. Создание, поддержание и сохранение водно-болотных экосистем на деградированных территориях представляет собой важный шаг в осуществлении положений международных документов, подписанных и ратифицированных Боснией и Герцеговиной [15].

Военные действия привели к созданию дополнительных уязвимых групп населения, таких как беженцы, перемещенные лица или инвалиды войны. В кантоне Тузла насчитывалось около 580 000 внутренне перемещенных лиц, в том числе более 80 000 беженцев, в основном мусульман, перемещенных с территории, которая в настоящее время находится под юрисдикцией Сербской Республики [19]. В соответствии со Стратегией развития города Тузлы на 2017–2021 гг., в рамках проекта СЕР II, реализованного в сотрудничестве между городом Тузла и Федеральным министерством по делам перемещенных лиц и беженцев, планировалось построить жилые кварталы в городской черте по принципу некоммерческого жилья до конца 2018 г., однако этот процесс еще не завершен. В таблице показано, как наиболее значительные трансформационные процессы проявляются в отдельных типах городских зон.

Главные трансформационные процессы, их возникновение и проявление в урбанизированных зонах Тузлы

| Наиболее значимые изменения в культурном ландшафте | Трансформационный процесс | Урбанизированная зона |
|---|---|-------------------------------------|
| В сфере местного правительства | Современная политика – развитие туризма и сопутствующих отраслей, укрепление социально-экономического статуса | Историческое ядро, внутренний город |
| Окружающая среда, ландшафт и региональное планирование | Инновация в локальной политике, разработка экологического проекта «культура» и сохранение историко-культурных ценностей | Внутренний город, периферия |
| Захиста природного и культурного наследия | Захиста антропогенных болот и водных экосистем на месте затопленных шахт | Периферия |
| Качество жизни | Ухудшение качества жизни во время/после войны (жилищная политика, особенно после войны 1992–1995 гг. и после экономического кризиса 2014 г.) | Внутренний город, жилые комплексы |
| Землепользование | Неконтролируемое использование соляных скважин в городе и его окрестностях привело к массовому опустошению, что привело к провалам и оползням | Внутренний город, периферия |
| Локальная идентификация | Трансформация вида города от добывающего и энергетически ориентированного города к туристической направленности | Внутренний город, периферия |
| Неравенство и социальная справедливость, связанные с ландшафтом | Потеря довоенного социального обеспечения, беженцы, послевоенная безработица, бедность | Внутренний город |

Заключение

Целью данной работы являлась оценка современного состояния культурного ландшафта города Тузлы и его окрестностей. Тузла был затронут военным конфликтом в бывшей Югославии, в постконфликтный период характеризовался значительным оживлением. В настоящее время экономическое развитие города основано на принципах устойчивого развития, Тузла открыта для альтернативных способов управления, постепенно становится одним из самых перспективных туристических объектов с прекрасной природой и богатой историей. Развитие туризма вызвало значительные изменения в структуре городской территории, в частности, благодаря расширению санаторно-оздоровительного комплекса Паннонских соленых озер. Ближайшей задачей является дальнейшее раз-

вление туризма (оздоровительного, походно-рекреационного, зимнего, транзитного) на основе природного и историко-культурного наследия и обеспечение его конкурентоспособности на фоне других городов. Вторая задача – предотвращение загрязнения и деградации окружающей среды, обеспечение адекватного качества жизни.

Работа выполнена при поддержке Агентства Научных Грантов VEGA (номер гранта 2/0013/18).

• Список литературы

1. Antrop, M. (2003). The Role of Cultural Values in Modern Landscapes. The Flemish example. In H. Palang, G. Fry (Eds.), *Landscape Interfaces: Cultural Heritage in Changing Landscapes*, Kluwer Academic Publishers, pp. 91–108.
2. Armakolas, I. (2011). The ‘Paradox’ of Tuzla City: Explaining Non-nationalist Local Politics during the Bosnian War’. *Europe-Asia Studies*, 63, 2, pp. 229–261.
3. Asadpour, A. (2016). From Landscape of Conflict to Landscape of Defense, Concepts and Relations of Landscape to War. *Manzar*, No. 34, pp. 50–57.
4. Bakalović, M. Neolitsko kulturno nasledje Tuzle kao značajan faktor njene savremene turističke ponude available online: <http://muzejibtuzla.podkonac.org/wp-content/uploads/sites/7/2014/10/08-2005-Mirsad-Bakalovi%C4%87-NEOLITSKO-KULTURNO-NASLIJE%C4%90E-TUZLE-KAO-ZNA%C4%8CAJAN-FAKTOR-NJENE-SAVREMENE-TURISTI%C4%8CKE-PONUDE.pdf> (Accessed 4 April 2019).
5. Bickhard, M.H. (1992). How Does the Environment Affect the Person? In Winegar, L.T., Valsiner, J. (Eds.), *Children’s Development Within Social Context, Metatheory and Theory*, Vol. 1, pp. 63–92.
6. Calori, A. (2015). Salt and Socialism: A Deconstruction of Tuzla’s Political, Identity in the Context of the Bosnian Conflict. *Ethnopolitics Papers*, No. 35, pp. 1–29.
7. Castán Broto, V. (2013). Employment, environmental pollution and working class life in Tuzla, Bosnia and Herzegovina. *Journal of Political Ecology*, Vol. 20, pp. 1–13.
8. Crouch, D. (2010). Flirting with Space: Thinking Landscape Relationally. *Cultural Geographies*, 17, 1, pp. 5–18.
9. Grad Tuzla. (2015). *Invest in Tuzla*.
10. Grad Tuzla. (2016). Strategija neprofitno-socialnog stanovanja grada Tuzle, 2017–2021. Catholic Relief Services, pp. 1–62.
11. Ira, V. (2010). Krajina, človek a kvalita života. *Folia geographica* 16, Prešov, p. 72–78.
12. Ira, V., Uher, A. (2018). Kultúrna krajina ako kultúrny a časovo-priestorový fenomén. *The Environment*, Vol. 52, No. 4, pp. 195–199.
13. Jahić, E. (2013). Fragmented transformation of the central urban space in post-Dayton Tuzla town. Conference Paper, International Conference on Hazards and Modern Heritage, Sarajevo.
14. Jahić, E., Dragin, A., Romelić, J. (2014). Industrial Heritage in Tuzla Canton Tourist Offer. *Turizam*, Vol. 18, Issue 2, pp. 44–58.

15. Kamberović, J. (2014). Kopovska jezera Tuzlanskog kantona. Baština sjeveroistočne Bosne 7. JU Zavod za zaštitu i korištenje kulturno-historijskog i prirodnog naslijeđa Tuzlanskog kantona, pp. 238–250.
16. Nezirović, S. (2016). Revitalization of Degraded Areas of the Tuzla Basin and Forming Artificial Lakes in the Function of Tourism Development. Aerul și Apa: Componente ale Mediului. 241–248. ISSN 2067-743X (Print).
17. Ramos, I. L., Bernardo, F., Carvalho Ribeiro, S., Van Eetvelde, V. (2016). Landscape identity: Implications for policymaking. Land Use Policy, Vol. 53, 36–43.
18. Stjepić Srkalović, Ž., Ahmetbegović, S., Gutić, S. (2016). Način korištenja, ugroženost i devastacija tla na području grada Tuzle. Zbornik radova PMF, Svezak Geografija, Vol. 12, No. 12, Tuzla. 105–112.
19. Tuzla. (2017). City Synthesis Report. Social Sustainability & Citizen Engagement Urban Partnership Program II.
20. ŽILIĆ M. (2001). Tuzla od izbora do agresije. Sarajevo, Promocult.
21. <http://fzs.ba/> (Accessed 25 March 2019).
22. <http://marketintelligence.unwto.org/content/pannonian-salt-lakes-tuzla-municipality-tuzla>. (Accessed 25 March 2019).
23. <http://www.omladinabih.net/tuzlamap/> (Accessed 25 March 2019).
24. <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/coming-clean-air-bosnia-and-herzegovina> (Accessed 25 March 2019).

АННОТАЦИИ

B.M. Котляков

E-mail: vladkot4@gmail.com

ГЕОГРАФИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Аннотация. География в своём развитии прошла долгий путь. В конце XX в. для семьи географических наук характерны глобализация, гуманизация и экологизация. География остаётся в системе наук о Земле с двумя главными ветвями – природной и общественной. В статье приведены два примера – недавнее обнаружение истока крупнейшей реки мира Амазонки и открытие пятого по величине среди пресных озёр подлёдного озера Восток в Антарктиде. В географии по-прежнему существует немало фундаментальных проблем, решение которых возможно лишь в тесной координации разных групп учёных – немалую роль в этом призван играть Объединённый научный совет по фундаментальным географическим проблемам МААН.

Ключевые слова: природа, окружающая среда, общественная география, глобальное потепление, циклическое развитие природы, подлёдное озеро Восток.

V.M. Kotlyakov

GEOGRAPHY IN THE MODERN WORLD

Abstract. Geography has come a long way in its development. At the end of the 20th century, globalization, humanization, and greening are the features of the geographical sciences family. Geography remains in the system of Earth Sciences with its two main branches – natural and human. The paper presents two examples – the recent discovery of the source of the world's largest Amazon River and the discovery of the subglacial Lake Vostok in Antarctica, which is the fifth largest freshwater lake on the Earth. There are still many fundamental geographical problems that can only be solved by the close coordination of groups of scientists. In this process, the Joint Scientific Council for Fundamental Geographical Problems of the International Association of the Academies of Sciences plays a significant role.

Keywords: nature, environment, human geography, global warming, cyclic development of nature, subglacial Lake Vostok.

К.Н. Дьяконов, А.Ю. Ретеюм

E-mail: diakonov.geofak@mail.ru; aretejum@yandex.ru

РОЛЬ ГЕОГРАФИИ НА ПЕРЕХОДНОМ ЭТАПЕ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

Аннотация. В работе представлен опыт использования рекомендаций Повестки дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 г. С учетом качества существующей базы статистических данных по России выбраны 25 показателей позитивных сдвигов и 25 показателей негативных явлений, мешающих устойчивому развитию. Обобщение материалов статистической службы свидетельствует о том, что в России в последние 18 лет происходит усиление позитивных процессов при некотором ослаблении отрицательных факторов развития. Суммарный индекс развития страны, определяемый путем сложения 50 частных индикаторов, указывает на тенденцию к повышению степени ее системной устойчивости. Важно, что полученный результат не пре-

терпевает значительных изменений при сложении только четных или нечетных индикаторов, т.е. при сокращении их числа в 2 раза.

Ключевые слова: индикаторы, устойчивое развитие, Россия, суммарный индекс развития.

**K.N. Dyakonov, A.Ju. Retejum
THE ROLE OF GEOGRAPHY IN TRANSITION
TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

Abstract. The paper presents the experience of using the recommendations of the UN Agenda for sustainable development for the period up to 2030. Taking into account the quality of the existing database of statistical data on Russia, 25 indicators of positive changes and 25 indicators of negative phenomena hindering sustainable development were selected. Summarizing the data of the statistical service shows that in Russia in the last 18 years there has been a strengthening of positive processes with some weakening of the negative factors of development. The total development index of the country, determined by adding 50 private indicators, indicates a tendency to increase the degree of its systemic stability. It is important that the result does not undergo significant changes when adding only even or odd indicators, i.e. when reducing their number by 2 times.

Keywords: indicators, sustainable development, Russia, total development index.

Л.М. Корытный, Т.И. Зaborцева, О.В. Евстропьева
E-mail: kor@irigs.irk.ru; zabti@irigs.irk.ru; ledotop@irigs.irk.ru
**ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ
РАЗВИТИИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

Аннотация. Срединность местоположения Байкальского региона в азиатской части страны, сложившийся транспортный каркас и соседские хозяйствственные связи, социально-экономический потенциал и байкалоцентричность модели развития выделяют этот регион как базовый плацдарм для формирования «зеленой» экономики – магистрального пути для создания условий решения задач по созданию благоприятных условий и повышению качества жизни населения. Рассмотрены в русле «зеленой» экономики в Байкальском регионе перспективные производственные направления – санитарно-защитная инфраструктура, возобновляемая солнечная и ветровая энергетика, бутилирование байкальской воды, а также представитель творческого направления – традиционные ремесла. Закономерно продвижение социально-экономического развития территории в формате технопарков и научно-производственных кластеров. Сквозным приоритетным направлением в Байкальском регионе в условиях сложившихся природоохраных ограничений является экологический туризм в его четырех разновидностях: на ООПТ, этнотуризм, сельский туризм и активный туризм.

Ключевые слова: Байкальский регион, «зеленая» экономика, территориальное развитие, экологический туризм, байкалоцентрическая модель развития.

**L.M. Korytny, T.I. Zabotseva, O.V. Evstropyeva
GREEN ECONOMY IN THE SOCIO-ECONOMIC
DEVELOPMENT OF THE BAIKAL REGION**

Abstract. Central location of the Baikal region in the Asian part of the country, existing transport frame and neighboring economic relations, socio-economic potential and the Baikal-centric development model, all contribute to define this region as a basic springboard for the formation of green economy as the main route for creating favorable conditions and improving the life quality of population. Considered are the promising production areas in the light of

green economy in the Baikal region, namely sanitary protection infrastructure, renewable solar and wind energy, bottling Baikal water, as well as a representative of creative direction traditional handicrafts. It is natural to promote the socio-economic development of the territory in the form of technology parks and research and production clusters. Ecotourism in its four varieties – specially protected areas, ethnic-tourism, rural tourism, and active tourism – is a cross-cutting priority in the Baikal region under the conditions of the existing environmental restrictions.

Keywords: Baikal region, green economy, territorial development, ecological tourism, Baikal-centric development model.

A.K. Тулохонов, Е.Ж. Гармаев, Л.Г. Намжилова, Т.А. Болданов

E-mail: aktulohonov@binm.ru; garend1@yandex.ru;

nelga@binm.ru; tamir2002@mail.ru

О ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ АГРАРНОЙ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА ОЗ. БАЙКАЛ)

Аннотация. В статье обосновываются возможности и перспективы развития экологичного сельского хозяйства и производства экологически чистых сельскохозяйственных продуктов в Байкальском регионе, что сложилось исторически, в условиях режима особого природопользования и экологических ограничений хозяйственной деятельности. Показано, что развитие адаптивного природопользования и органического сельского хозяйства, являющихся одним из приоритетных направлений зеленой экономики, могут не только обеспечить продовольственную безопасность населения как региона, так и далеко за его пределами, но и полностью соответствуют задачам устойчивого развития и сохранения природной среды в бассейне оз. Байкал – участка мирового природного наследия.

Ключевые слова: Байкальский регион, участок мирового природного наследия, экологические ограничения, адаптивное аграрное природопользование, органическое сельское хозяйство, экологически чистая продукция, зеленая экономика.

A.K. Tulokhonov, E.Zh. Garmaev, L.G. Namzhilova, T.A. Boldanov
ABOUT THEORY AND PRACTICE OF AGRARIAN
GREEN ECONOMY IN THE CONDITIONS OF ECOLOGICAL
RESTRICTIONS (ON THE EXAMPLE OF LAKE BAIKAL BASIN)

Abstract. The article substantiates the opportunities and prospects for the development of environmentally friendly agriculture and the production of environmentally friendly agricultural products in the Baikal region, which has developed historically, under conditions of a regime of special nature use and environmental restrictions of economic activity. It is shown that the development of adaptive environmental management and organic agriculture, which is one of the priorities of the green economy, can not only ensure the food security of the population both in the region and far beyond its borders, but also fully comply with the objectives of sustainable development and preservation of the natural environment in the lake basin Baikal – World Natural Heritage Site.

Keywords: Baikal region, World natural heritage site, environmental restrictions, adaptive agricultural management, organic agriculture, organic production, green economy.

А.А. Чибильев, Ю.А. Гулянов, С.В. Левыкин

E-mail: orensteppe@mail.ru

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ
АГРОЛАНДШАФТОВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РЕГИОНОВ
ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ НА ПРИНЦИПАХ ЗЕЛЁНОЙ ЭКОНОМИКИ**

Аннотация. В статье теоретически обосновываются принципы перехода к зелёной экономике, как новой экономической стратегии, направленной на преодоление обострившихся вызовов современности, связанных с политической и социальной напряжённостью, истощением природных ресурсов, изменением климата, дефицитом питьевой воды и продовольствия. Анализируются основные проблемы природопользования, характерные для степных регионов Европейской России и Урала при современном геоэкологическом состоянии ландшафтов. Раскрываются перспективные технологические решения, внедрение которых гарантирует поддержание социальной и продовольственной безопасности, обеспечит неистощительное использование почвенно-земельных ресурсов и снижение антропогенной нагрузки на природные экосистемы, сохранение биологического разнообразия в степных регионах при их земледельческом использовании.

Ключевые слова: деградация сельхозугодий, биологическое разнообразие, продовольственная безопасность, зелёная экономика, агроландшафтный оборот, природоцентрические технологии.

A.A. Chibilev, Yu.A. Gulyanov, S.V. Levakin

**GEOECOLOGICAL BASES OF AGRICULTURAL OPTIMIZATION OF
EUROPEAN RUSSIA AGROLANDSCAPES, ON GREEN ECONOMY PRINCIPLES**

Abstract. The article theoretically substantiates the principles of transition to a green economy, as a new economic strategy aimed at overcoming the heightened challenges of our time related to political and social tensions, depletion of natural resources, climate change, shortage of drinking water and food. The main problems of nature management characteristic for the steppe regions of European Russia and the Urals with the current geo-ecological state of landscapes are analyzed. Perspective technological solutions are revealed, the introduction of which guarantees the maintenance of social and food security, will ensure the sustainable use of soil and land resources and reduce the anthropogenic load on natural ecosystems, preserve biodiversity in the steppe regions during their agricultural use.

Keywords: degradation of farmland, biological diversity, food security, green economy, agrolandscape turnover, nature-like technologies.

М.И. Струк

E-mail: Struk-17@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ БЕЛАРУСИ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ПЕРЕХОД К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ**

Аннотация. Рассмотрены предпосылки перехода к «зелёной» экономике в Беларуси на основе анализа действующей в стране системы государственного экономического и экологического прогнозирования, а также динамики экономического развития и связанных с ним воздействий на окружающую среду в 2000-е гг. Выявлена общая тенденция к снижению этих воздействий и прямая зависимость темпов такого снижения от темпов экономического роста. Определены условия и основные направления действий по улучшению оцениваемых предпосылок, которые заключаются в обеспечении стабильного эко-

номического роста и создании механизма координации государственных программ экологической направленности, соответственно.

Ключевые слова: государственное прогнозирование, воздействия на окружающую среду, экономическое развитие, зеленая экономика, Беларусь.

M.I. Struk
**INFLUENCE OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF BELARUS
ON THE ENVIRONMENT AND TRANSITION TO A GREEN ECONOMY**

Abstract. The prerequisites for the transition to a “green” economy in Belarus based on an analysis of the country's system of state economic and environmental forecasting, as well as the dynamics of economic development and the associated environmental impacts in the 2000s, are considered. A general tendency to reduce these impacts and direct dependence of the rate of such a decrease in the rate of economic growth was revealed. The conditions and main directions of actions to improve the estimated prerequisites, which are to ensure stable economic growth and create a mechanism for coordinating environmental programs of the state, are determined.

Keywords: state forecasting, environmental impact, economic development, green economy, Belarus.

Н.А. Соболев, Е.А. Белоновская, А.Н. Кренке, К.Н. Кобяков,

С.В. Титова, А.А. Тицков, Н.Г. Царевская

E-mail: sobolev_nikolas@jgras.ru

**ВЕЛИКИЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ ПРИРОДНЫЙ МАССИВ
КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕЛЁНОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ В СТРАНАХ И РЕГИОНАХ СНГ**

Аннотация. По промежуточным результатам картографирования Великого Евразийского природного массива (ВЕПМ) отмечаются разнонаправленные изменения его состояния при некотором увеличении площади деградировавших экосистем. Обсуждается необходимость дополнить экологический каркас экологическими терминалами для обеспечения доступа населения к экосистемным услугам по месту проживания и основной деятельности. На примере национального парка «Валдайский» показана возможность сохранения полноценной биоты в староосвоенных регионах и целесообразность развития сельского туризма для поддержания традиционного агроландшафта, к которому адаптирована биота. Ставится вопрос о проектировании экологических коридоров между ВЕПМ и национальным парком «Валдайский», между указанным национальным парком и трансграничными природоохранными территориями, предлагаемыми различными авторами.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, территориальная охрана природы, трансграничное сотрудничество, экологический каркас, экологические коридоры, экологические терминалы, экосистемные услуги, Валдайский национальный парк, Российская Федерация, Республика Беларусь, Панъевропейская экологическая сеть.

*N. A. Sobolev, E.A. Belonovskaya, A.N. Krenke, K.N. Kobyakov,
S.V. Titova, A.A. Tishkov, N.G. Tsarevskaya*
**GREAT EURASIAN NATURE MASSIVE AS THE BASE
OF GREEN INFRASTRUCTURE FORMATION
IN COUNTRIES AND REGIONS OF CIS**

Abstract. According to the intermediate results of Great Eurasian Nature Massive (GEMN) mapping, the changes of various directions of its state during some increase of the area of degraded ecosystems are highlighted. The need to add ecological carcass by ecological terminals for the providing of access for the population to ecosystem services by living place and main occupation is considered. On the example of 'Valdaiskiy' national park, the ability for full biota saving in old mastered regions and the expediency of rural tourism development for traditional agro landscape support, to which biota is adapted is shown. The question is about ecological corridors design between GEMN and 'Valdaiskiy' national park and between the national park and transboundary environmental territories, suggested by a number of authors.

Keywords: specially protected nature territories, territorial nature protection, trans-boundary cooperation, ecological carcass, ecological corridors, ecological terminals, ecosystem services, 'Valdaiskiy' national park, Russian Federation, Republic of Belarus, Pan-European ecological network.

A.A. Тишков, Е.А. Белоновская, Н.Г. Царевская
E-mail: tishkov@igras.ru

**УЧЕТ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВАЛДАЙСКИЙ»
КАК УСЛОВИЕ ПЕРЕХОДА РЕГИОНА К ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ**

Аннотация. В докладе обосновывается возможность учета в рамках оценки объемов и стоимости экосистемных услуг национального парка «Валдайский» вклада озеро-водохранилищ (водоресурсные, водосберегающие и водорегулирующие функции) и рекреации в экологическое состояние Верхне-Волжской и Невско-Ладожской водных систем и региональную экономику, что важно для будущего межрегионального рынка экологических компенсаций и платежей, формирования рекреационного кластера, а также для повышения качества водопользования в самых густонаселенных регионах России – Санкт-Петербурге и Москве. Обосновывается необходимость учета экосистемных услуг ООПТ (в нашем случае национального парка Валдайский) для их интеграции в региональную экономику, в т. ч. ее «зеленую» составляющую.

Ключевые слова: экосистемные услуги, озера-водохранилища, плата за воду, рекреационные нагрузки, особо охраняемые природные территории (ООПТ), национальный парк «Валдайский», сток, защита почв, водорегулирующие, водоресурсные, рекреационные, биопродукционные и ассимиляционные функции, чужеродные виды.

A.A. Tishkov, E. A. Belonovskaya, N. D. Tsarevskaya
**ACCOUNTING OF THE ECOSYSTEM SERVICES OF THE NATIONAL PARK "VALDAI"
AS A CONDITION FOR THE TRANSITION OF THE REGION TO A GREEN ECONOMY**

Abstract. The report substantiates the possibility of taking into account the assessment of the volume and cost of ecosystem services of the Valdai national Park – the contribution of lakes-reservoirs (water resource, water-saving and water-regulating functions) and recreation to the ecological state of the upper Volga and Nevsko-Ladoga water systems and the regional economy,

which is important for the future of the interregional market of environmental compensation and payments, the formation of a recreational cluster, as well as to improve the quality of water use in the most densely populated regions of Russia – St. Petersburg and Moscow. The necessity of taking into account the ecosystem services of protected areas (in our case, the Valdai national Park) for their integration into the regional economy, including its "green" component.

Keywords: ecosystem services, lakes-reservoirs, water charges, recreational loads, nature protected areas (NPA), Valdai national Park, runoff, soil protection, water regulation, water resources, recreation, productivity of ecosystems, assimilation functions, alien species.

B.A. Снытко, Н.А. Озерова

E-mail: vsnytko@yandex.ru; ozerova-nad@yandex.ru

БЕРЕЗИНСКАЯ ВОДНАЯ СИСТЕМА

КАК ПРИМЕР СОТВОРЧЕСТВА ЧЕЛОВЕКА С ПРИРОДОЙ

Аннотация. Концепция с сотворчества человека с природой была предложена В.Б. Сочавой в 1970-е гг. Гидротехнические сооружения и всё, что с ними связано, он относил к проблеме сотворчества. Рассмотрена Березинская водная система – транспортный водный путь, соединивший в начале XIX в. бассейны Днепра и Западной Двины. Она использовалась главным образом для сплава леса. В последней четверти XIX в. был произведен капитальный ремонт шлюзов и расчистка каналов от наносов. Несмотря на пристальное внимание государства к этому водному пути, выдержать конкуренцию с железными дорогами Березинская водная система не смогла и в XX в. была заброшена. В годы Великой Отечественной войны ее шлюзы были взорваны. В послевоенное время некоторые шлюзы были восстановлены и стали частью гидрографической сети Березинского биосферного заповедника.

Ключевые слова: Березинская водная система, памятник гидротехники, сплав леса, транспортный водный путь.

V.A. Snytko, N.A. Ozerova

BEREZINA WATER SYSTEM: THE HISTORY OF CONSTRUCTION AND EXPLOITATION

Abstract. The concept of human co-creation with nature was proposed by V.B. Sochava in the 1970s. He attributed to the problem of co-creation the hydraulic structures and everything connected with them. Berezina water system is a transport waterway which connected the basins of the Dnieper and the Western Dvina at the beginning of the XIX century. Berezina water system has been used mainly for timber rafting. In the last quarter of the XIX century, the gateways of Berezina water system was overhauled and its channels were cleared from sediments. Despite the attention of the state, Berezina water system failed the competition with railways, that's why in the XX century it was abandoned. Gateways were blown up during the Second World War. After the war, some of them had been restored. Now some of the gateways have become a part of the hydrographic network of Berezinsky Biosphere Reserve.

Keywords: Berezina water system, the monument of hydraulic engineering, rafting of the forest, transport waterway.

С.В. Левыкин, А.А. Чибилев, Ю.А. Гулянов, И.Г. Яковлев

E-mail: orensteppe@mail.ru

СОЗДАНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ОСНОВ РАЦИОНАЛЬНОГО СТЕПНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. Обсуждаются институциональные проблемы рационального степного природопользования при переходе к постиндустриальному обществу и построению зеленой экономики. Рассматривается системный институциональный подход, в том числе с реализацией исследовательского мегапроекта «Географическая изменчивость и адаптация степей под влиянием природных и антропогенных факторов» и национального проекта «Степи России». В качестве предложений развиты представления о степном агроэкологическом каркасе постцелинного пространства и его основных элементах, а также системы природоподобных технологий управления степными агроландшафтами.

Ключевые слова: зеленая экономика, институциональный подход, степной мегапроект, агроэкологический каркас, постцелинное пространство, природоподобные технологии.

*Levykin S.V., Chibilev A.A., Gulyanov Yu.A., Yakovlev I.G.
ESTABLISHMENT OF THE INSTITUTIONAL BASE OF RATIONAL NATURE
MANAGEMENT IN THE STEPPE TO BUILD A GREEN ECONOMY*

Abstract. There were considered institutional problems of rational steppe management in a course of a transition towards the postindustrial society and establishment of a green economy. A system institutional approach is revealed including a realization of the research mega-project “A geographical changeability and adaptation of steppe under the impact of environmental and anthropogenic factors” and the national project “Steppes of Russia”, which for a suggestion has been developed about notions of a steppe agroecological framework of the post-virgin land space and its main components, as well as a system of nature-like technologies of steppe landscapes management.

Keywords: green economy, institutional approach, steppe mega-project, agroecological framework, post-virgin land space, nature-like technologies.

*Л.А. Кравчук, В.С. Хомич, М.И. Струк, Е.В. Санец,
Е.П. Овчарова, С.Г. Живнач, Ю.А. Романкевич*

E-mail: kravchu-k@yandex.by

ПРИРОДНЫЙ КАРКАС КАК ОСНОВА ЗЕЛЕНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Аннотация. Рассматривается концептуальная схема организации природного каркаса урбанизированной территории, как составной части ее градостроительной структуры, выполняющей функции экологической стабилизации городской среды и организации мест отдыха населения. Она состоит из природного каркаса собственно городской и пригородной территории. Включает узловые элементы – ядра (высокопродуктивные, значимые для отдыха и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия природные и природно-антропогенные объекты), линейные – экологические коридоры (на основе долинных комплексов рек, оврагов, балок, клиньев леса, насаждений и др.) и точечные элементы (отдельные объекты не имеющие связи с ядрами и коридорами). Помимо ядер и коридоров выделяются буферные зоны и участки реабилитации для устойчивого функционирования каркаса и сохранения его непрерывности.

Ключевые слова: город, урбанизированная территория, природный каркас, экологические ядра и коридоры.

*L.A. Kravchuck, V.S. Khomich, M.I. Struck, E.V., E.V. Sanets,
A.P. Aucharova, S.G. Zhivnach, U.A. Romankevich*

**NATURAL FRAMEWORK AS THE BASE
OF THE GREEN INFRASTRUCTURE OF URBAN TERRITORY**

Abstract. The conceptual scheme of the organization of the natural framework of urbanized territory, as a composed part of its town-planning structure, performing the functions of the ecological stabilization of urban environment and the organization of recreational places for the population is considered. It consists of the natural framework of proper urban and suburban areas. It includes nodal elements – cores (highly productive, natural and natural-anthropogenic objects that are significant for rest and preservation of biological and landscape diversity), linear – ecological corridors (based on the valley complexes of rivers, ravines, beams, forest wedges and other green areas) and point elements (separate objects not having connections with cores and corridors). Despite cores and corridors buffer zones and rehabilitation areas for the framework stable functioning and the maintaining of its continuity are highlighted.

Keywords: city, urbanized territory, natural framework, ecological cores and corridors.

V.A. Rakovich, N.N. Бамбалов

E-mail: mire4@tut.by; humico@ecology.basnet.by

**РЕАБИЛИТАЦИЯ НАРУШЕННЫХ БОЛОТ
В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ**

Аннотация. Одним из основных направлений использования деградированных торфяных месторождений должно стать их повторное заболачивание, которое позволит возобновить болото- и торфообразовательные процессы, а также восстановить их биосферные функции. В результате восстановления болот снижается пожароопасность и экономические затраты на их ликвидацию, уменьшится выброс в атмосферу парниковых газов. Восстановление нарушенных болот на выработанных торфяных месторождениях позволит также получать растительную биомассу, которая может быть применена в энергетических целях. Это биосферно-совместимый путь получения возобновляемого энергетического сырья, так как болотный процесс при этом не прекращается, не нарушается экологическая ситуация, а в атмосферу не поставляются дополнительные количества углекислого газа от сжигания ископаемых топлив.

Ключевые слова: восстановление нарушенных болот, повторное заболачивание, парниковые газы, выращивание болотных растений в энергетических целях.

V.A. Rakovich, N.N. Bambalov

**REHABILITATION OF DEGRADATED SWAMPS
FOR THE DEVELOPMENT OF GREEN ECONOMY**

Abstract. One of the main directions of the use of degraded peat deposits should be their re-bogging, which will allow renewing bog- and peat-forming processes, as well as restoring their biosphere functions. As the result of swamps restoration, fire danger and economic costs for their elimination will decrease, and greenhouse gas emissions will decrease. Restoration of disturbed swamps in developed peat deposits will also allow obtaining plant biomass, which can be used for energy purposes. This is the biosphere-compatible way of obtaining renewable energy raw materials, since the bog process does not stop, the ecological situation is not disturbed, and the additional amounts of carbon dioxide from the combustion of fossil fuels are not supplied to the atmosphere.

Keywords: disturbed swamps restoration, rewetting, greenhouse gases, cultivation of wetland plants for energy purposes.

Куксика Г.¹, Думитрикэ К.²,
Думитрашку М.³, Григореску И.⁴, Вриняну А.Г⁵
E-mail: ¹mondy_ghe@yahoo.com; ²geocrsiro@yahoo.com;
³stefania_dumitrascu@yahoo.com; ⁴inesgrigorescu@yahoo.com;
⁵vrintceanu.alexandra94@yahoo.com

ОЦЕНКА НАДЗЕМНОЙ ЛЕСНОЙ БИОМАССЫ В РУМЫНИИ

Аннотация. Из всех ресурсов биомассы лесная биомасса играет важную роль в контексте изменения климата, поскольку она хранит большие запасы углерода, особенно в надземной зоне. По этим причинам оценка биомассы имеет жизненно важное значение для количественного мониторинга потоков углерода, причем больший упор делается на разработку точных и простых в использовании методов. В этом исследовании оценка ресурсов надземной биомассы леса (НЗБ) была основана на аллометрических уравнениях, применяемых к двум преобладающим видам в лесах Румынии (*Picea abies* и *Fagus spp.*). Два набора пространственной информации от платформ *Copernicus* и *NASA* формируют основу, данные из которой были получены, проанализированы и обработаны. Полученная карта показывает дифференцированное распределение значений в зависимости от физико-географических характеристик, отраженных главным образом в высотном районировании лесов, преобладающих лесных видов и их аллометрических характеристик, а также социально-экономических моделей и моделей землепользования. Все вышеперечисленное отражается в прошлой и настоящей динамике лесных районов. В целом была оценена общая масса около 1 345 000 000 т, в среднем 147 т/га и с максимальными значениями, полученными в Карпатах, и минимальными в равнинных районах и дельте Дуная. Расчетная карта НЗБ может стать источником важной информации, особенно для региональной и национальной оценки накопления углерода.

Ключевые слова: лесная биомасса, потоки углерода, ресурсы, Румыния.

G. Kucsicsa, C. Dumitrică,
M. Dumitrascu, I. Grigorescu, A. Vrînceanu
ESTIMATION OF ABOVE-GROUND FOREST BIOMASS IN ROMANIA

Abstract: Of all biomass resources, forest biomass plays an important role in the context of climate change as it stores large carbon reserves, especially in its above-ground area. For these reasons, biomass estimation is vital in quantitative carbon flow monitoring, with an increasing emphasis on developing accurate and easy-to-use methods. In this study, the estimation of the forest above-ground biomass (AGB) resources was based on the allometric equations applied to two predominant species in Romania's forests (*Picea abies* and *Fagus spp.*). Two sets of spatial information from *Copernicus* and *NASA* platforms form the basis wherefrom data was derived, analyzed and processed. The map obtained shows a differentiated distribution of the values, depending on the physical-geographical characteristics mainly reflected in the altitudinal zoning of the forests, the predominant forest species and their allometric characteristics, as well as the socio-economic and land use patterns. All of the above are mirrored in the past and present dynamics of the wooded areas. Overall, a total mass of approx. 1,345,000,000 tons was estimated, with an average of 147 tons/ha and with maximum values obtained in the Carpathian Mountains and minimum in the plain areas and the Danube Delta. The estimated AGB map may become important information, particularly for the regional and national carbon stock assessment.

Keywords: forest biomass, carbon flow, resources, Romania.

Ю.И. Винокуров, Б.А. Красноярова
E-mail: bella@iwep.ru
**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ И
ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА В АЛТАЙСКИХ РЕГИОНАХ**

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые понятия «зеленой экономики» и «экологического туризма» и обсуждаются модели их развития в алтайских регионах, которые в качестве одного из приоритетных направлений своего развития называют туризм, в том числе экологический. Авторы настаивают, что туризм – это, прежде всего, один из видов хозяйственной деятельности, в своем развитии несущий определенное воздействие на окружающую природную среду, особенно если он осуществляется на территории особо охраняемых природных территорий.

Ключевые слова: Алтай, рекреация и туризм, особо охраняемые природные территории, устойчивое развитие.

Yu.I. Vinokurov, B.A. Krasnoyarova
ECOLOGICAL TOURISM AND GREEN ECONOMY IN THE ALTAI REGIONS

Abstract. The article considers the key concepts of "green economy" and "ecotourism" and discusses the models of their development in the Altai regions, the development of which is oriented mainly to tourism, in particular, ecotourism. The authors consider that tourism is, first of all, one of the types of economic activity, which in its development has a certain effect on the environment, especially if it is implemented in specially protected natural areas.

Keywords: the Altai, recreation and tourism, specially protected natural areas, sustainable development.

З.А. Семенова, А.И. Чистобаев
E-mail: semzoy@yandex.ru; chistobaev40@mail.ru
**МЕДИЦИНСКИЙ ТУРИЗМ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ
С ПОЗИЦИЙ КОНЦЕПЦИИ ЗЕЛЕНОГО РОСТА**

Аннотация. Рассмотрены предпосылки устойчивого развития медицинского туризма в Санкт-Петербурге как отрасли экономики, реализующей концепцию зеленого роста. Опора на методологию зеленого курса позволила охарактеризовать медицинский туризм в свете современных представлений о модернизации сферы услуг в одном из главных лечебно-оздоровительных центров России. Обосновано становление конкурентоспособной инновационной медико-туристской дестинации на фоне некоторых стран постсоветского пространства. Сформулированы приоритеты организации медицинского туризма в Санкт-Петербурге. Сделан вывод о формировании в городе медико-туристского кластера мирового уровня.

Ключевые слова: сфера услуг, лечебно-оздоровительные учреждения, устойчивое развитие, зеленая экономика, рекреационные ресурсы, экологическая модернизация, здравоохранение.

Z.A. Semenova, A.I. Chistobaev
**MEDICAL TOURISM IN SAINT-PETERSBURG
FROM THE STANDPOINT OF THE CONCEPT OF GREEN GROWTH**

Abstract. The preconditions of sustainable development of medical tourism in St. Petersburg as an economic sector implementing the concept of green growth are considered. Reliance

on the methodology of the green course allowed to characterize medical tourism in the light of modern ideas about the modernization of the service sector in one of the main health centres of Russia. The formation of a competitive innovative medical and tourist destination against the background of some post-Soviet countries is substantiated. The priorities of medical tourism organization in St. Petersburg are formulated. The conclusion is made about the formation of a world-class medical and tourist cluster in the city.

Keywords: services sector, medical and improving institutions, sustainable development, green economy, recreational resources, ecological modernization, health care.

B. Ф. Логинов

E-mail: nature@ecology.basnet.by

ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ ПРИЧИНЫ ГЛОБАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Аннотация. Рассмотрены многолетние изменения глобальной и региональной температуры атмосферного воздуха под влиянием внешних климатообразующих факторов – парниковых газов и аэрозолей естественного и антропогенного происхождения. Скорость роста температуры в период времени с 1968 по 1998 г. оказалась максимальной за период инструментальных наблюдений и совпала с большой скоростью роста углекислого и других парниковых газов и паузой (минимальным ростом) в изменении содержания водяного пара в атмосфере. Падение температуры в Северном полушарии в последующие годы (1998–2014 гг.) зимой трудно объяснить, основываясь на положениях теории парникового потепления климата. Летом скорость роста температуры оставалась такой же, как и в предыдущий период (1968–1998 гг.), что, вероятно, было связано с уменьшением толщины облачного и/или аэрозольного слоя атмосферы и, как следствие, увеличением притока коротковолновой ($\lambda = 0,3\text{--}3,0 \text{ мкм}$) солнечной радиации.

Ключевые слова: изменение климата, парниковые газы, аэрозоли, лесные пожары.

V.F. Loginov

EXTERNAL AND INTERNAL REASONS OF GLOBAL AND REGIONAL CLIMATE CHANGES

Abstract. Abstract. The perennial changes of global and regional atmosphere air temperature under the influence of external climate-forming factors – greenhouse gases and aerosols of natural and anthropogenic origin are considered. The speed of air growth during the period from 1968 till 1998 was maximal for the period of instrumental observations and coincided to the big growth of carbonic and other greenhouse gases and pause (minimal growth) in the change of water vapour content in the atmosphere. The temperature falls in the North Hemisphere during subsequent years (1998–2014) in the winter is too hard to explain, grounded on the thesis of the theory of greenhouse climate warming. In the summer the speed of temperature growth remained the same as in previous period (1968–1998), what possibly was connected with the decrease of cloud thickness and/or the aerosol layer of atmosphere and, as the result, the increase of the influx of shortwave sun radiation ($\lambda = 0,3\text{--}3,0 \text{ mkm}$).

Keywords: climate change, greenhouse gases, aerosols, forest fires.

Л.Г. Руденко, А.Г. Голубцов, В.М. Чехний,

Л.Н. Тимуляк, Ю.М. Фарион

E-mail: l.gr.rudenko@gmail.com

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ ЗА 1991–2018 гг.

Аннотация. Цель публикации – представить результаты геоинформационного анализа открытых геоданных по определению трендов и особенностей изменений в использовании земель лесостепной зоны в течение 1992–2018 гг. Выходные данные – серия геоданных о структуре земель за период с 1992 по 2015 г. проекта ClimateChangeInitiative - LandCover (CCI-LS). Определены основные тренды изменений в использовании земель: уменьшение доли сельскохозяйственных угодий на 4%; рост доли лесов и лесопокрытой площади; рост доли земель под застройкой. На 2015 г. большая часть (61 %) с выведенных из сельскохозяйственного использования земель была застроена. Рост площади лесов произошел вследствие облесения бывших агрогородков. 36 % земель, которые ранее распахивались, в 2015 г. идентифицированы как лесные насаждения. Изменение паши на лес произошло на покинутых землях с бедными песчаными почвами, на крутых склонах и в поймах. Новая застройка концентрируется вокруг крупных городов (преимущественно областные центры, другие крупные города) и в зоне досягаемости автодорог международного и государственного значения. Период наибольших изменений в использовании земель приходится на 1994–2004 гг.

Ключевые слова: современные ландшафты, геоинформационные системы (ГИС), использование земель, структура земель, лесостепная зона.

L.H. Rudenko, O.G. Golubtsov,

V.M. Chekhniiy, L.M. Tymuliak, Yu. M. Farion

MAIN TRENDS OF LAND USE CHANGES

IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE DURING 1991–2018

Abstract. In the paper are presented the results of geoinformation analysis of open geodata on land use changes in the forest-steppe zone of Ukraine during 1992–2018. The output data are Landsat multispectral satellite imagery and land cover geodata series from 1992 to 2015 by Climate Change Initiative – Land Cover (CCI-LS) project. Three main trends of the land use changes have been identified: reduction of the agricultural land share by 4%; increased the share of forests and forest cover area; increase in the share of land under construction. By 2015, the majority of land withdrawn from agricultural use (61 %) was built up. The growth of forest area has occurred as a result of afforestation of former farmland. By 2015, 36 % of the land withdrawn from agricultural use is identified as a forest. Changes in arable land to the forest occurred mainly on unfit land – with poor sandy soils, on steep slopes, floodplains. New buildings are concentrated around large cities (mainly regional centres, other significant cities) and in the reach of international and national highways. The major changes in land use occurred in 1994–2004.

Keywords: modern landscapes, geographic information systems (GIS), land use, land-cover, forest-steppe zone.

*В.А. Румянцев, Н.И. Коронкевич, А.В. Измайлова, А.Г. Георгиади,
И.С. Зайцева, Е.А. Барабанова, С.В. Долгов, Н.Ю. Корнеенкова*
E-mail: iannab64@mail.ru, hydro-igras@yandex.ru

АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ И ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ ИХ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Аннотация. Рассмотрены ресурсы речных и озерных вод России. Ресурсы речного стока России (более 4000 км³/год) составляют около 10 % мировых. В озерах страны сосредоточено около 26 тыс. км³ пресной воды – более 1/4 мировых запасов пресных озерных вод. Но эти ресурсы весьма неравномерно распределены по территории и во времени, во многих районах подвергаются интенсивному антропогенному воздействию, преимущественно в южной части страны, где ощущается дефицит воды. Особенно остро стоит проблема загрязнения рек и водоемов. Предпринимаемые меры по улучшению водохозяйственной и гидроэкологической ситуации часто неэффективны. Вместе с тем имеется опыт минимизации антропогенных воздействий на водные ресурсы. Разработанные сценарии возможного водопотребления в федеральных округах России на уровень 2030 г. показывают, что при сохранении существующего удельного водопотребления и степени очистки сточных вод ситуация может существенно ухудшиться, чего не произойдет при осуществлении более эффективных мер по экономии воды и борьбе с загрязнениями.

Ключевые слова: ресурсы речных и озерных вод России, антропогенные воздействия, водные проблемы, эффективность использования воды, сценарии, водоохранные мероприятия.

*V.A. Rumyantsev, N.I. Koronkevich, A.V. Izmaylova, A.G. Georgiadis,
I.S. Zaitseva, E.A. Barabanova, S.V. Dolgov, N.Yu. Korneenkova*
**ANTHROPOGENIC IMPACTS ON WATER RESOURCES OF RUSSIA
AND WAYS TO MINIMIZE THEIR NEGATIVE EFFECTS**

Abstract. The resources of river and lake waters of Russia are considered. The river flow resources of Russia (over 4000 km³/year) make up about 10% of the world. In Russia, about 26 thousand km³ of fresh water is concentrated in the lakes. That is more than 1/4 of the world lake water reserves. But these resources are very unevenly distributed over the territory and in time, in many areas are subjected to intensive anthropogenic impact, mainly in the southern part of the country, where there is a shortage of water. Especially acute is the problem of water pollution in rivers and reservoirs. The measures are taken to improve the water and hydroecological situation are often ineffective. However, there is an experience in minimizing the anthropogenic impact on water resources. The developed scenarios of possible water consumption in the Federal districts of Russia at 2030 show that while maintaining the existing specific water consumption and the degree of wastewater treatment, the situation can significantly worsen, which will not happen in case of more effective measures for water saving and water pollution control.

Keywords: river and lake water resources of Russia, anthropogenic impacts, water problems, water use efficiency, scenarios, water protection measures.

И.Н. Владимиров
E-mail: garisson@irigs.irk.ru
**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ**

Аннотация. Необходимость экологической рационализации природопользования в Байкальском регионе обусловлена не только освоением природных ресурсов, определяю-

ищих в настоящее время и в будущем основные направления природопользования, существенно затрагивающие природные процессы в регионе и снижающие экологический потенциал геосистем, но и особыми природными условиями региона, а также особым правовым статусом Байкальской природной территории, связанным с включением озера Байкал в список участков всемирного природного наследия в 1996 году, Федеральным законом «Об охране озера Байкал», международными конвенциями, регулирующими отношения в области охраны окружающей среды, ратифицированных Правительством. В сложившихся условиях экологическая оптимизация природопользования на основе учета экологического потенциала геосистем должна стать основной парадигмой концепции природоохранной деятельности в Байкальской Сибири.

Ключевые слова: природопользование, правовые основы природопользования, экологический потенциал, геосистемы, Байкальский регион, Байкальская природная территория, озеро Байкал.

I.N. Vladimirov

**ENVIRONMENTAL AND LEGAL ASPECTS OF
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE BAIKAL REGION**

Abstract. Effective environmental management in the Baikal region renders indispensable not only due to the development of the natural resources, determining current and future directions of environmental management, significantly affecting natural processes in the region and reducing the ecological potential of geosystems, but also special environmental conditions of the region related to the inclusion of Lake Baikal into the list of World Natural Heritage Sites in 1996, the Federal Law "On the Protection of Lake Baikal", international conventions governing relations in the field of environmental protection, ratified by the Government. Under current conditions, environmental optimization of nature management based on the ecological potential of geosystems should be the main paradigm of environmental activities in Baikal Siberia.

Keywords: nature management, legal bases of nature management, ecological potential, geosystems, Baikal region, Baikal natural territory, Lake Baikal.

A.K. Сагателян, Ш.Г. Асмарян, Л.В. Саакян

E-mail: ecocentr@sci.am; shushanik.asmaryan@cens.am; lilit.sahakyan@cens.am

**ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА**

Аннотация. На примере города Еревана показаны экологические проблемы, возникшие в результате химического и теплового загрязнения территории города. Выполненные исследования позволили дать научно-обоснованные рекомендации по оптимизации состояния окружающей среды. Реализован pilotный проект по защите территории детского сада от загрязнения пылью и тяжелыми металлами.

Ключевые слова: город, территория, экология, тяжелые металлы, карта, риск, тепло, зеленые насаждения.

A.K. Sagatelyan, Sh.G. Asmaryan, L.V. Saakyan

**ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL RESEARCH
WITH THE AIM TO PROVIDE SUSTAINABLE CITY DEVELOPMENT**

Abstract. On the example of Erevan city, ecological problems appeared in the result of the chemical and heat contamination of the city are shown. The research allows making scientifically

grounded recommendations on the optimization of the environmental state. The project on the protection of the territory of kindergarten from dust and heavy metals contamination has been realized.

Keywords: city, territory, ecology, heavy metals, map, risk, heat, green plantings.

Э.А. Лихачёва, Л.А. Некрасова, И.В. Чеснокова, А.В. Морозова

E-mail: nekrasova@igras.ru, ichesn@rambler.ru

**ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ОГРАНИЧЕНИЯ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЕТР И
СТРАХОВАНИЕ КАК МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ УЩЕРБА**

Аннотация. Рассматриваются экологические ограничения социально-экономического развития регионов России, обусловленные возможностью возникновения эколого-геоморфологических экстремальных ситуаций. Предложена концептуальная модель влияния эколого-геоморфологических ситуаций (и ограничений) на социально-экономическую привлекательность региона, а также построены две карты-схемы по данным экспертных оценок: «Вероятностного ущерба от техногенных процессов (в баллах)» и «Страховых рейтингов регионов ЕТР РФ». Исходным материалом для проведенного исследования стала карта современной динамики рельефа Северной Евразии (в пределах России и со-предельных государств) в векторном формате, которая была проанализирована в программной среде ArcGIS 10.3, опираясь на принципы геоинформационного метода исследования. Показано, что экологическое страхование может рассматриваться как инструмент для регулирования ущерба.

Ключевые слова: экономический и экологический ущерб, экологические ограничения, оценка природных и техногенных процессов, страховые рейтинги, возмещение ущерба.

**E.A. Likhacheva, L.A. Nekrasova, I.V. Chesnokova, A.V. Morozova
ENVIRONMENTAL AND GEOMORPHIC RISKS AND LIMITATIONS
OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE EUROPEAN PART
OF RUSSIA AND INSURANCE AS A METHOD OF DAMAGE CONTROL**

Abstract. The present paper states the ecological limitations of socio-economic development in the Russian regions associated with the possibility of environmental and geomorphic emergencies. A conceptual model of the environmental and geomorphic situations (and limitations) impact on the socio-economic attractiveness of the region was proposed, and two schematic maps were obtained according to expert assessments: "Probable damage from technogenic processes (in points)" and "Insurance ratings of Russian regions". The feedstocks for the study – a map of the Northern Eurasia modern relief dynamics (within Russia and neighbouring countries) in a vector format that was analyzed in the Arc-GIS 10.3 software, based on the principles of geoinformational research method. The paper reads that environmental insurance can be considered as a tool for damage managing.

Keywords: economic and environmental damage, environmental restrictions, assessment of natural and technogenic processes, insurance ratings, reparation of damages.

X.M. Мухаббатов, X.Y. Умаров

E-mail: region_ek@rambler.ru; umarov2000@mail.ru

СОСТОЯНИЕ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ГОРНЫХ ПАСТБИЩ ТАДЖИКИСТАНА

Аннотация. В статье рассматриваются состояние и тенденция ухудшения пастбищ в горных экосистемах Таджикистана. Согласно проведенным исследованиям по своим социально-экономическим и экологическим последствиям, этот процесс представляет очень большую угрозу для страны. Анализируя ситуацию, авторы предлагают ряд предложений и рекомендаций по улучшению состояния горных пастбищ в республике.

Ключевые слова: экосистемы, пастбища, эрозия, деградация, ландшафты, рекреация, опустынивание, мониторинг, ресурсы, устойчивое развитие.

H.M. Myhabbatov, H.Y. Ymarov

CONDITIONS AND WAYS OF THE IMPROVEMENT OF TAJIKISTAN MOUNTAIN PASTURES

Abstract. The article emphasizes the deterioration of pasture situations in Tajikistan mountainous ecosystems. According to the investigations both on possible socio-economic and ecological consequences, this process represents a big threat for the country. Analyzing the current situation, authors propose a number of recommendations for the improvement of conditions of the mountainous pastures in the country.

Keywords: ecosystems, pastures, erosion, degradation, landscapes, recreation, desertification, monitoring, resources, sustainable development.

R.M. Мамедов, М.С. Гасанов

E-mail: ramiz.mammadov50@gmail.com; docent_m.h@mail.ru

КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ АЗЕРБАЙДЖАНА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. Статья посвящена исследованию возможностей применения богатых климатических ресурсов Азербайджана в целях развития «зеленой экономики». Подробно рассматриваются все климатические показатели страны по регионам и оцениваются методы их применения и их потенциальные возможности. Приведен полный перечень всех альтернативных электростанций, функционирующих в республике. Планируется увеличение доли альтернативных видов энергии до 30 % от общего количества всей электроэнергии производимой в стране.

Ключевые слова: климатические ресурсы, альтернативная энергия, зеленая экономика, государственная программа.

R.M. Mammadov, M.S. Hasanov

CLIMATE RESOURCES OF AZERBAIJAN AND THE POSSIBILITIES OF THEIR USE IN THE PURPOSES OF GREEN ECONOMY

Abstract. The article is devoted to the study of the possibilities of using rich climatic resources for the development of a "green economy" in Azerbaijan. All climatic indicators of a country by region are considered in detail and methods for their use and their potential are assessed. A complete list of all alternative power plants operating in the country is given. It is planned to increase the share of alternative types of energy up to 30 % of the total amount of electricity produced in the country.

Keywords: climatic resources, alternative energy, green economy, state program.

В.М. Плюснин, И.Н. Биличенко, С.А. Седых

E-mail: plyusnin@irigs.irk.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Аннотация. Представлены результаты исследований состояния геосистем на участке Приморского хребта на западном побережье Байкала. Проанализирован региональный фон и основные факторы ландшафтной дифференциации территории исследования. Методами наземных полевых и дистанционных космических исследований выявлены участки нарушения коренных геосистем, определены основные факторы, нарушающие растительный и почвенный покров. В зависимости от состояния компонентов геосистем и сохранности или измененности основных функциональных связей определено качество природной среды восточного склона Приморского хребта. Выявленные изменения в экологическом состоянии геосистем позволили сгруппировать их по четырем категориям: ненарушенные коренные с устоявшимися функциями растительности; слабо нарушенные, восстанавливающие свои функции; сильно нарушенные с удовлетворительным состоянием природной среды; преобразованные геосистемы утратившие защитные функции растительного покрова.

Ключевые слова: Прибайкалье, структура горных геосистем, лесные пожары, рекреация, качество природной среды.

V.M. Plyusnin, I.N. Bilichenko, S.A. Sedykh

ECOLOGICAL STATE OF THE MALOMORSKY COAST OF LAKE BAIKAL

Abstract. Results concerning the investigations of geosystem state on a site of the Primorskii Range on the western coast of Baikal are reviewed. Regional background and main factors of landscape differentiation of the study area are analyzed. Using the methods of field ground and remote space research we have revealed areas with disturbance of indigenous geosystems, identified the main factors that disturb vegetation and soil cover. Quality of natural environment of the eastern slope of the Primorskii Range is determined depending on the state of the components of geosystems and the preservation or variability of main functional connections. The revealed changes in the ecological state of geosystems allowed grouping them into four categories – undisturbed indigenous with well-established functions of vegetation; poorly disturbed, restoring their functions; severely disturbed with a satisfactory state of the environment; and transformed geosystems having lost their protective functions of vegetation.

Keywords: Baikal region, the structure of mountain geosystems, forest fires, recreation, quality of the natural environment.

H.B. Михальчук, А.Н. Мялик

E-mail: info@raei.by

ФОНОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ КАК ОСНОВА ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ОЦЕНОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. В статье представлены данные о содержании тяжелых металлов и микроэлементов (свинец, кадмий, никель, медь, цинк, марганец и железо) в почвах и некоторых хозяйствственно-ценных видах растений в условиях юго-западной части Беларуси. С учетом отбора большинства образцов в пределах условно чистых территорий установленные показатели можно рассматривать в качестве фоновых. Они могут быть использованы как основа для сравнительных оценок при производстве органической про-

дукции на основе принципов «зеленой» экономики, а также для выполнения мониторинговых исследований в будущем.

Ключевые слова: тяжелые металлы, микроэлементы, субрегиональный фон, почвы, хозяйствственно-ценные растения, юго-западная Беларусь.

Mikhachuk N.V., Mialik A.N.

**BACKGROUND CONTENT OF HEAVY METALS AND TRACE ELEMENTS
IN SOILS AND VEGETATION OF THE SOUTH-WEST OF BELARUS
AS A BASIS FOR COMPARATIVE ASSESSMENTS IN THE PRODUCTION
OF ORGANIC PRODUCTS BASED ON THE PRINCIPLES OF A GREEN ECONOMY**

Abstract. The article presents data on the content of heavy metals and microelements (lead, cadmium, nickel, copper, zinc, manganese and iron) in soils and some economically valuable plant species in the conditions of the south-western part of Belarus. Taking into account the selection of the majority of samples within conditionally clean areas, the established indicators can be considered as background. They can be used as a basis for comparative assessments in the production of organic products based on the principles of a "green" economy, as well as for carrying out monitoring studies in the future.

Keywords: heavy metals, microelements, subregional background, soils, economically valuable plants, southwestern Belarus.

Григореску И.¹, Думитрашку М.², Вринкяну А.³,

Думитрикэ К.⁴, Куксикса Г.⁵, Мокану И.⁶, Митрикэ Б.⁷

E-mail: ¹inesgrigorescu@yahoo.com; ²stefania_dumitrascu@yahoo.com;

³vrinceanu.alexandra94@yahoo.com; ⁴geocrsiro@yahoo.com;

⁵mondy_ghe@yahoo.com; ⁶mocanitai@yahoo.com;

⁷biancadumitrescu78@yahoo.com

**ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА РУМЫНСКОЙ РАВНИНЕ
В СВЯЗИ С РАЗВИТИЕМ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Аннотация. Увеличение доли солнечной энергии является одним из основных инструментов, которые должны рассматриваться в рамках целевых показателей энергоэффективности ЕС. Румыния обладает важными источниками солнечной энергии, находящимися в низинах и невысоких холмах в южных и юго-восточных частях страны, что в основном обусловлено высокими значениями параметров радиации и продолжительности солнечного сияния. Данная статья посвящена Румынской равнине, расположенной на юге Румынии, которая имеет лучшие условия окружающей среды (например, климат, топография) для поддержки развития фотовольтаических (PV) ферм. 110 фотоэлектрических устройств, построенных в период с 2010 по 2017 годы, были идентифицированы и нанесены на карту, в основном на пахотных землях (79 %). Несмотря на то, что они обеспечивают чистую и устойчивую энергию, фотоэлектрические фермы включают изменения в землепользовании и экологические ограничения (например, деградация земель, эрозия почвы). Чтобы обеспечить точный подход, было вычислено несколько показателей: доля PV ферм из основных категорий землепользования и основных типов почв. Общие результаты исследования показывают взаимосвязь между PV фермами и изменениями в землепользовании/покрове с целью дальнейшей поддержки научно обоснованных решений для устойчивого развития.

Ключевые слова: солнечная энергия, энергоэффективность, землепользование, Румыния.

*I. Grigorescu, M. Dumitrașcu, A. Vrînceanu,
C. Dumitrică, G. Kucsicsa, I. Mocanu, B. Mitrică*
**LAND USE / COVER CHANGES RELATED TO
PHOTOVOLTAIC FARMS IN THE ROMANIAN PLAIN. ROMANIA**

Abstract. Increasing the share of solar energy has been one of the main instruments to be considered under the EU energy efficiency targets. Romania has important solar energy resources found in the lowlands and low hills in southern and south-eastern parts of the country mainly driven by the high values of the radiation and sunshine duration parameters. The current paper is focused on the Romanian Plain, located in southern Romania, which has the best environmental conditions (e.g. climate, topography) to support the development of photovoltaic (PV) farms. 110 photovoltaics built between 2010 and 2017 have been identified and mapped, mainly expanding on arable land (79 %). Although they provide clean and sustainable energy, PV farms involve land use/cover changes and environmental constraints (e.g. land degradation, soil erosion). In order to provide an accurate approach, the authors have computed several indicators: the share of PV farms from the main land use/cover categories and main soil types. The overall results of the study reveal the relationship between PV farms and land use/cover change in order to further support science-based solutions for sustainable development.

Keywords: solar energy, energy, efficiency land use, Romania.

А. Ухер

E-mail: geoguherr@savba.sk

**ТРАНСФОРМАЦИЯ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ВОЗРОЖДЕНИЕ
КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА В ПОСЛЕВОЕННОЙ ТУЗЛЕ И ЕЕ ОКРЕСТНОСТЯХ**

Аннотация. Культурный ландшафт как географическая окружающая среда считается наследием наших предков, и его роль заключается в обогащении культурной и природной среды сельской местности. Культурный ландшафт понимается как система ценностей, которые имеют свои характерные особенности, определяющие поведение отдельных лиц и групп. По этим причинам ландшафт следует рассматривать не только, как физическое пространство, как его понимают физические географы, но и как культурный ландшафт. Для культурной географии продукты человеческой деятельности, такие как вопросы качества жизни, идентичности, творчества, власти, неравенства или социального обеспечения, одинаково важны как материальные объекты в ландшафте. Некоторые из недавних исследований в этой области были сосредоточены на изучении роли этнических и религиозных конфликтов и их влияния на культурную самобытность страны. Экономическая деятельность в Тузле, которая до войны оказала положительное влияние на окружающую среду, понесла огромные потери в разрушительной гражданской войне в 1992–1995 гг. Отсутствие государственных и частных инвестиций в конце 1990-х и в первом десятилетии 21-го века остановило местное развитие, заставило различные компании закрыться, что повысило уровень безработицы. Цель данной работы – представить значительные изменения в культурном ландшафте на примере города Тузлы и его окрестностей, затронутых войной, и охарактеризовать его оживление в постконфликтный период. Политические элиты Тузлы пытаются изменить жизнь местных жителей, предотвратить радикальные националистические влияния и восстановить местную самобытность. В статье приводятся примеры искаженных элементов природного ландшафта, элементов, созданных жителями, и социокультурных элементов нематериального характера, соответственно измерения культурного ландшафта.

Ключевые слова: культурный ландшафт, антропогенный ландшафт, этнический и религиозный конфликт, война, окружающая среда, город Тузла.

**TRANSFORMATION, RESTORATION AND REVITALIZATION OF
CULTURAL LANDSCAPE IN POST-WAR TUZLA AND ITS SURROUNDINGS**

Abstract. Cultural landscape as a geographical environment is considered the heritage of our ancestors, and its role is to enrich the cultural and natural environment of the countryside. A cultural landscape is understood as a system of values that have their characteristic features which determine the behaviour of individuals and groups. For these reasons, the landscape should not only be regarded as a physical space, as physical geographers understand it but also as human -landscape. For cultural geography products of human activity, such as issues of quality of life, identity, creativity, power, inequality or social welfare are equally important as material objects in the landscape. Some of the recent studies in this field have focused on exploring the role of ethnic and religious conflicts and their impact on the cultural identity of the country. Economic activity in Tuzla, which had a positive impact on the environment before the war, suffered from huge losses in the devastating civil war in 1992–1995. The lack of public and private investment at the end of the 1990s and in the first decade of the 21st century halted local development, forced various companies to shut down and rising unemployment rates. The aim of this paper is to present significant changes in the cultural landscape on the example of the city of Tuzla and its surroundings, in an environment affected by war and characterize its revitalization in the post-conflict period. Tuzla's political elites are trying to change the lives of local citizens and prevent radical nationalist influences and restore local identity. The paper points to examples of distorted elements of the natural landscape, elements created by habitats and socio-cultural elements of a non-material nature, respectively, the dimension of the cultural landscape.

Keywords: cultural landscape, human-landscape, ethnic and religious conflict, war, environment, city of Tuzla.

ОБ АВТОРАХ

Асмарян Шушаник Гургеновна – канд. геогр. наук, зав. отделом Центра экологого-ноосферных исследований НАН Республики Армении, Ереван, Республика Армения

Бамбалов Николай Николаевич – академик НАН Беларуси, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Барабанова Елена Алексеевна – канд. геогр. наук, старший научный сотрудник Института географии РАН, Москва, Россия

Белоновская Елена Анатольевна – канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН, Москва, Россия

Биличенко Ирина Николаевна – канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

Болданов Тамир Анатольевич – аспирант МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Винокуров Юрий Иванович – д-р геогр. наук, главный научный сотрудник Института водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия

Владимиров Игорь Николаевич – канд. геогр. наук, директор Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

Вринкяну Александра – Ph.D., Институт географии, Румынская академия наук, Румыния

Гармаев Ендон Жамъянович – д-р геогр. наук, директор Байкальского института природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

Гасанов Магеррам Самед оглы – канд. геогр. наук, заместитель директора Института географии им. акад. Г.А. Алиева НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

Георгиади Александр Георгиевич – канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН, Москва, Россия

Голубцов Александр Григорьевич – канд. геогр. наук, старший научный сотрудник Института географии НАН Украины, Киев, Украина

Григореску Инес – Ph.D., Институт географии, Румынская академия наук, Румыния

Гулянов Юрий Александрович – д-р с.-х. наук, старший научный сотрудник Института степи УрО РАН, Оренбург, Россия

Долгов Сергей Владимирович – канд. геогр. наук, старший научный сотрудник Института географии РАН, Москва, Россия

Думитрашку Моника – Ph.D., Институт географии, Румынская академия наук, Румыния

Думитрикэ Кристина – Ph.D., Институт географии, Румынская академия наук, Румыния

Мокану Ирена – Ph.D., Институт географии, Румынская академия наук, Румыния

Морозова Александра Владимировна – инженер Института водных проблем РАН, Москва, Россия

Мухаббатов Холназар Мухаббатович – д-р геогр. наук, зав. отделом географии АН Республики Таджикистан, Душанбе, Республика Таджикистан

Мялик Александр Николаевич – научный сотрудник Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси, Брест, Беларусь

Намжилова Людмила Гонгоровна – канд. геогр. наук, ведущий инженер Байкальского института природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

Некрасова Лариса Александровна – научный сотрудник Института географии РАН, Москва, Россия

Овчарова Елена Петровна – канд. геогр. наук, научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Озерова Надежда Андреевна – канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

Плюснин Виктор Максимович – д-р геогр. наук, научный руководитель Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

Ретеюм Алексей Юрьевич – д-р геогр. наук, профессор Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Ракович Вячеслав Александрович – канд. техн. наук, зав. лабораторией биогеохимии и агроэкологии Института природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Романкевич Юлия Александровна – научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Руденко Леонид Григорьевич – академик НАН Украины, д-р геогр. наук, почетный директор, советник при дирекции Института географии НАН Украины, Киев, Украина

Румянцев Владислав Александрович – академик РАН, д-р геогр. наук, научный руководитель Института озероведения РАН, Санкт-Петербург, Россия

Саакян Лилит Варужановна – канд. геогр. наук, зав. отделом Центра эколого-ноосферных исследований НАН Республики Армении, Ереван, Республика Армения

Сагателян Армен Карленович – д-р геогр. наук, директор Центра эколого-ноосферных исследований НАН Республики Армении, Ереван, Республика Армения

Санец Елена Васильевна – канд. геогр. наук, зав. лабораторией Института природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Седых Сергей Анатольевич – канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

Семенова Зоя Анатольевна – канд. эконом. наук, доцент Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

Снытко Валериан Афанасьевич – член-корреспондент РАН, д-р геогр. наук, главный научный сотрудник Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

Соболев Николай Андреевич – канд. геогр. наук, старший научный сотрудник Института географии РАН, Москва, Россия

Струк Михаил Игоревич – канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник Института природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Тимуляк Любовь Николаевна – канд. геогр. наук, старший научный сотрудник Института географии НАН Украины, Киев, Украина

Титова Светлана Владимировна – научный сотрудник Института географии РАН, Москва, Россия

Тишков Аркадий Александрович – член-корреспондент РАН, д-р геогр. наук, заместитель директора Института географии РАН, Москва, Россия

Тулохонов Арнольд Кириллович – академик РАН, д-р геогр. наук, научный руководитель Байкальского института природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

Умаров Ходжамахмад Умарович – д-р эконом. наук, зав. кафедрой Национального Университета Республики Таджикистан, Душанбе, Республика Таджикистан

Ухер Ана – Ph.D., Институт географии Словацкой академии наук, Братислава, Словацкая Республика

Фарион Юрий Николаевич – младший научный сотрудник Института географии НАН Украины, Киев, Украина

Хомич Валерий Степанович – д-р геогр. наук, заместитель директора Института природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Царевская Надежда Григорьевна – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН, Москва, Россия

Чеснокова Ирина Васильевна – д-р геол.-мин. наук, заместитель директора по связям с академическими организациями Института водных проблем РАН, Москва, Россия

Чехний Виктор Михайлович – канд. геогр. наук, зав. отделом ландшафтования Института географии НАН Украины, Киев, Украина

Чибилев Александр Александрович – академик РАН, д-р геогр. наук, научный руководитель Института степи УрО РАН, Оренбург, Россия

Чистобаев Анатолий Иванович – д-р геогр. наук, профессор Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

Яковлев Илья Геннадьевич – канд. геогр. наук, научный сотрудник Института степи УрО РАН, Оренбург, Россия

Научное издание

Эколого-географические
проблемы перехода
к зеленой экономике

Компьютерная верстка: *Т. Н. Козловская*
Перевод на английский язык: *М. Ю. Артюшевская*

На обложке фото *Дениса Ивковича*
«Река Бузянка. Березинский биосферный заповедник»

Подписано в печать 16.05.19. Формат 60×90/16. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 20,25. Уч.-изд. л. 20.
Тираж 120 экз. Заказ 527.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное предприятие «СтройМедиаПроект».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/43 от 13.02.2014; № 2/42 от 13.02.2014.
Ул. В. Хоружей, 13/61, 220123, г. Минск