

УДК: 502.45:004(985)

DOI: 10.35595/2414-9179-2025-1-31-101-116

Т. Ю. Зенгина¹, А. А. Пакина², Н. Д. Трубицына³

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

АННОТАЦИЯ

Экологическая стабильность в Арктической зоне Европейского северо-востока России может быть обеспечена за счет природно-экологического каркаса (ПЭК), включающего экологический каркас — ООПТ, имеющие законодательные ограничения природопользования, и природный каркас — территории, не имеющие охранного статуса, но поддерживающие экологическое равновесие. Цель работы — количественная оценка соответствия пространственной структуры ПЭК региона научным рекомендациям Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка о необходимой доле площади ПЭК и рекомендациям Арктического Совета о доле площади ООПТ от площади природных подзон. Анализ, проведенный на основе сформированной базы разномасштабных геопространственных данных, состоящей из трех наборов векторных и растровых слоев, включающих ООПТ, территории высокой ландшафтно-экологической ценности, нарушенные земли и лицензионные участки разработки недр, показал следующее. ПЭК региона представлен неравномерно размещенными ООПТ и экологически-значимыми ландшафтами, самые большие площади которых приходятся на притундровые леса и крупные болотные массивы. Нарушенные земли в структуре ПЭК невелики, однако площадь ПЭК, находящаяся в пределах лицензионных участков недр, а следовательно, под угрозой деградации, значительна и составляет для северной субарктической тундры и лесотундры около 13 %. Рекомендуемая доля площади ПЭК отмечена только для арктической тундры и северной тайги. В южной субарктической тундре — это всего 1/5 от нормы. Рекомендуемая доля площади ООПТ от площади природных подзон отмечена также только для арктических тундр (52 %), а для лесотундры составляет всего 2,8 % вместо 15. Из всех природных подзон в наименьшей степени отвечает научным рекомендациям лесотундра, характеризующаяся сочетанием незначительной доли ПЭК от площади подзоны, самой низкой доли площади ООПТ от площади ПЭК, самой большой в пределах ПЭК площади уже нарушенных и находящихся под угрозой деградации земель. Таким образом, потенциал экологического равновесия в регионе может быть обеспечен путем совершенствования структуры ПЭК за счет увеличения числа ООПТ и разработки законодательно оформленных ограничений природопользования, в первую очередь — для территорий природного каркаса, находящихся в пределах лицензионных участков разработки недр.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: природно-экологический каркас, ООПТ, Арктическая зона, ландшафтно-экологическая ценность, геоинформационный анализ и картографирование

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: tzengina@mail.ru

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: allapa@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: trubitsunatalia@mail.ru

Tatiana Yu. Zengina¹, Alla A. Pakina², Nataliia D. Trubitsyna³

**GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE SPATIAL STRUCTURE
OF THE NATURAL-ECOLOGICAL FRAMEWORK
OF THE ARCTIC ZONE OF RUSSIAN
EUROPEAN NORTHEAST**

ABSTRACT

Ecological stability in the Arctic zone of the European north-east of Russia can be ensured by the natural-ecological framework (NEF), including the ecological framework — protected areas with legislative restrictions on nature management, and the natural framework — territories that do not have a protected status, but maintain ecological balance. The purpose of the work is a quantitative assessment of the compliance of the spatial structure of the NEF of the region with the scientific recommendations of N. F. Reimers and F. R. Shtilmark on the necessary share of the NEF area and the recommendations of the Arctic Council on the share of the area of protected areas from the area of natural subzones. The analysis, conducted on the basis of the formed database of multi-scale geospatial data, consisting of three sets of vector and raster layers, including protected areas, areas of high landscape and ecological value, disturbed lands and licensed areas for subsoil development, showed the following. The region's NEF is represented by unevenly distributed protected areas and ecologically significant landscapes, the largest areas of which are in the subtundra forest and large swamp areas. The disturbed lands in the NEF structure are not large, but the NEF area located within the licensed subsoil areas, and therefore under threat of degradation, is significant and amounts to about 13 % in the northern subarctic tundra and forest tundra. The recommended share of the NEF area is noted only for the arctic tundra and northern taiga. In the southern subarctic tundra, this is only 1/5 of the norm. The recommended share of the area of protected areas from the area of natural subzones is also noted only for the arctic tundra (52 %), and for the forest tundra it is only 2.8 % instead of 15. Of all the natural subzones, the forest-tundra least meets scientific recommendations and characterized by a combination of: an insignificant share of the NEF from the area of the subzone, the lowest share of the area of the protected area from the NEF area, the largest area of already disturbed and threatened lands within the NEF. Thus, the potential of ecological balance in the region can be ensured by improving the NEF structure by increasing the number of protected areas and developing legislatively formalized restrictions on nature management, primarily for the territories of the natural framework located within the licensed areas for subsoil development.

KEYWORDS: natural and ecological framework, protected areas, Arctic zone, landscape and ecological value, geoinformation analysis and mapping

ВВЕДЕНИЕ

Территория Арктической зоны Европейского северо-востока России имеет важное средообразующее значение не только регионального, но и глобального масштаба. Проведенные рядом специалистов выборочные расчеты по регионам Российской Арктики показывают, что величина стоимости экологических услуг этих территорий сопоставима с их

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: tzengina@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: allapa@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: trubitsunanatalia@mail.ru

валовым региональным продуктом [Тихонова, 2014; Оценка экологических услуг..., 2018]. Однако площади земель Российской Арктики, вовлекаемых в промышленное использование, растут с каждым годом — постоянно развивается нефте- и газодобыча, ведутся активные геологоразведочные работы, планируется разработка новых разведанных, но пока не эксплуатируемых месторождений [Прищепина и др., 2019]. Все это создает угрозу для обладающих слабым потенциалом самовосстановления северных ландшафтов [Зенгина, Осадчая, 2014]. В связи с этим актуальность организации природопользования, не нарушающего экологическую стабильность в регионе, постоянно возрастает. Ее решение может быть обеспечено путем формирования природно-экологического каркаса (ПЭК).

Большинство авторов рассматривают ПЭК как систему взаимодействующих и дополняющих друг друга природного и экологического каркасов как инструмент, обеспечивающий экологически обоснованную оптимизацию хозяйственной деятельности и основу для принятия решений по развитию территории [Чибилёва, 2010; Стрельников и др., 2019; Лужков, Пакина, 2021]. При этом *природный каркас* определяется как неразрывная сеть участков природы, способных обеспечивать естественное экологическое равновесие и противостоять антропогенным воздействиям [Реймерс, Штильмарк, 1978], а *экологический каркас* — как система функционально и территориально связанных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и иных территорий, имеющих законодательно оформленные ограничения использования [Соболев, 1999; Панченко, Дюкарев, 2010].

В настоящее время ПЭК в северных регионах представлен преимущественно ООПТ различного ранга, формирующими его базовые элементы, которые способны обеспечивать относительную экологическую стабильность в условиях преимущественно очагового характера хозяйственного освоения территории. Однако площади земель в пределах Арктической зоны Европейского Северо-Востока России, вовлекаемых в промышленное использование, растут с каждым годом. В настоящее время многие авторы [Минеев, 2008; Евсеев, Красовская, 2014] отмечают необходимость включения в состав ПЭК северных регионов территорий со «щадящими» видами природопользования, которые не нарушают и способны поддерживать экологически стабильное состояние территории, тем самым дополняя возможности, предоставляемые ООПТ по сохранению устойчивости экосистем. В западной ландшафтной экологии с 1980–1990-х гг. используется близкий по смыслу термин «экологические сети» (ecological nets или ecological network), подразумевающий связанную зелеными коридорами систему ООПТ [Jongman, Kristiansen, 2001; Jalkanen et al., 2020]. В пределах Арктической зоны Европейского Северо-Востока России к ПЭК могут быть также отнесены малонарушенные территории с экосистемами, не подвергшимися деградации и до настоящего времени не утратившие биосферных функций, такие как зоны притундровых лесов и редкостойной тайги. К их числу относят и ряд других, не имеющих строго охранного статуса территорий, которые не испытывают негативного антропогенного воздействия и характеризуются высокой ландшафтно-экологической ценностью.

Таким образом, выявление и анализ современного состояния ПЭК Арктической зоны Европейского Северо-Востока России, а также особенностей его состава и пространственной структуры представляется весьма актуальной проблемой, решение которой позволит не только оценить потенциал и вектор развития ПЭК в регионе, но и выделить в его структуре экологически значимые природные территории, для которых в первую очередь необходимо либо присвоение охранного статуса, либо серьезное ограничение и контроль видов и объемов природопользования [Осадчая и др., 2015].

В работе рассматривается ПЭК Арктической зоны Европейского северо-востока России, включающей преимущественно равнинные территории НАО, Усть-Цилемского р-на и трех городских округов Республики Коми: Усинска, Инты и Воркуты.

Цель работы состоит в количественной оценке соответствия современной пространственной структуры ПЭК Арктической зоны Европейского северо-востока России существующим научным рекомендациям с использованием методов геоинформационного картографирования и анализа. Для этого на основании анализа официальной документации об ООПТ и пространственной информации свободного доступа была сформирована база разномасштабных геопространственных данных, включающая ООПТ и территории высокой ландшафтно-экологической ценности, на основе которой проведены необходимые расчеты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу проведенного исследования были положены разнообразные *материалы* — нормативно-правовые акты, официальная статистика, научные публикации, а также геопространственные данные свободного доступа. Так, современный состав природно-заповедного фонда и территорий высокой ландшафтно-экологической ценности анализировались по материалам Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, Департамента природных ресурсов, экологии и агропромышленного комплекса НАО, а также других региональных нормативно-правовых документов, законодательных актов, официальных статистических данных. В работе анализировались такие источники, как Схемы территориального планирования НАО и Республики Коми, Красные Книги НАО, ряд Постановлений правительства Республики Коми о некоторых ООПТ республиканского значения, Стратегический план развития системы ООПТ республики Коми на период до 2030 г., лесохозяйственные регламенты ряда лесничеств, перечни ООПТ и ряд других источников.

Формирование геопространственных баз данных осуществлялось на основании материалов разнопрофильных геоинформационных порталов и сайтов:

- материалы портала Explore the World's Protected Areas¹;
- открытый слой геоданных ООПТ регионального значения России сайта GIS-Lab²;
- проект «Цифровой двойник недр России» Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского³;
- проект «География и геоэкология рек и речных бассейнов Европейской части России: пространственный анализ, оценка и моделирование» Казанского федерального университета⁴;
- портал проекта «Леса высокой природоохранной ценности»⁵;
- официальный сайт Союза охраны птиц России⁶, где представлена пространственная база данных о Ключевых орнитологических территориях России (КОТР), имеющих, согласно критериям Всемирной Ассоциации по охране птиц BirdLife International, международное значение;
- данные проекта ESRI “Land Cover Explorer”⁷ и целый ряд других.

¹ Explore the World's Protected Areas. Электронный ресурс: <https://www.protectedplanet.net/en> (дата обращения 10.09.2024)

² GIS-Lab: Создание открытого слоя геоданных по ООПТ регионального значения. Электронный ресурс: <https://gis-lab.info/qa/oopt-reg.html> (дата обращения 14.12.2024)

³ Цифровой двойник недр России. Электронный ресурс: https://wega.vsegei.ru/site/gisatlas?g=67.05890702,45.91993751,6&map_-base=0=1&map_b35a91eb-c019-4c92-a042-ccddb2895556=1 (дата обращения 23.09.2024)

⁴ Геопортал «Речные бассейны Европейской России». Научно-исследовательская работа — Казанский (Приволжский) федеральный университет. Электронный ресурс: <https://kpfu.ru/ecology/nauchno-issledovatelskaya-rabota/technye-bassejny-evropejskoj-rossii> (дата обращения 02.11.2024)

⁵ Сайт Леса высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ) России. Электронный ресурс: <https://hcvf.ru/ru> (дата обращения 09.12.2024)

⁶ Сайт Союза охраны птиц России. Электронный ресурс: <https://rbcu.ru/> (дата обращения 09.02.2025)

⁷ Esri Land Cover. Электронный ресурс: <https://livingatlas.arcgis.com/landcover/> (дата обращения 12.02.2025)

Использовались также региональные Геопорталы Ненецкого Автономного округа¹ и Республики Коми², растровые тематические карты из монографий, статей, официальных документов и т. п., информация из которых векторизовалась и включалась в рабочий ГИС-проект.

Основную сложность при работе с названными материалами составили: отсутствие однотипных тематических данных на территорию двух субъектов федерации, разный уровень детальности имеющихся в свободном доступе материалов, неполнота векторных слоев открытого доступа и разная степень их наполненности атрибутивной информацией, а также частое несоответствие геопространственной информации (в первую очередь об ООПТ) региональным нормативно-правовым документам. Все это потребовало существенной доработки использовавшихся исходных материалов, включающей как ручную оцифровку на основе растровых изображений для приведения данных в соответствие с действующими региональными нормативно-правовыми документами и законодательными актами, так и наполнение атрибутивных таблиц слоев.

Основными *методами*, использованными в работе, являлись метод геоинформационного картографирования, пространственного анализа геоданных и статистические методы, реализованные средствами ГИС. В качестве базового программного обеспечения использовался ГИС-пакет QGIS 3.34 и программа MS Excel.

Работа включала несколько этапов. Сначала были изучены и проанализированы официальные документы и нормативно-правовые акты, отражающие современную структуру системы ООПТ Республики Коми и НАО. На основании детального анализа динамики и современного состояния природно-заповедного фонда была составлена соответствующая табличная база данных ООПТ, включающая официальную информацию о более чем 70 объектах с указанием категории ООПТ, их месторасположения, площади и ряда других параметров.

Она послужила основой для сбора пространственной информации и подготовки базы разномасштабных геопространственных данных, включающей набор векторных слоев, характеризующих современный природно-заповедный фонд изучаемого региона. Часть из них формировалась по материалам открытых геопорталов и включала обязательную проверку соответствия площади скачанных контуров официальным данным (для полигонов). Часть (преимущественно точечные слои) формировались самостоятельно в соответствии с координатными привязками в официальных документах и с внесением в атрибутивные таблицы данных об ООПТ. Аналогичным образом была сформирована база разномасштабных геопространственных данных, характеризующая *территории высокой ландшафтно-экологической ценности*, которые рассматривались как элементы ПЭК региона.

На следующем этапе пространственно-привязанная информация о перечисленных выше территориях была использована для количественных расчетов и анализа пространственной структуры ПЭК в рамках ГИС-проекта. Пространственная структура ПЭК оценивалась на предмет соответствия: во-первых, рекомендациям Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка [*Реймерс, Штильмарк, 1987; Реймерс, 1990*] о необходимой доле площади ПЭК от площади природных подзон; во-вторых — рекомендациям Арктического Совета о доле площади ООПТ от площади природных подзон [*Евсеев, Красовская, 2014*]. Расчеты осуществлялись относительно природных подзон в границах, соответствующих Ландшафтной карте СССР м-ба 1:2 500 000 [1987] под редакцией И. С. Гудилина.

¹ Геопорталы Ненецкого Автономного округа. Электронный ресурс: <https://www.gisnao.ru/> (дата обращения 12.02.2025)

² Геопортал Республики Коми. Электронный ресурс: <https://gis.rkomi.ru/> (дата обращения 12.04. 2025)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ пространственной структуры ПЭК проводился на основе сформированной базы разномасштабных геопространственных данных, состоящей из трех наборов векторных и растровых слоев. Первый включал объекты современного природно-заповедного фонда изучаемого региона, второй — территории высокой ландшафтно-экологической ценности, которые также рассматривались как элементы ПЭК региона, третий — нарушенные земли и территории, находящиеся в пределах лицензионных участков разработки недр.

База геопространственных данных об объектах современного *природно-заповедного фонда* формировалась на основе табличной базы данных об ООПТ, подготовленной по материалам официальных документов и нормативно-правовых актов. Ее анализ показал, что как по площади, так и по количеству среди объектов природно-заповедного фонда преобладают региональные заказники и памятники природы комплексного профиля, достаточно неравномерно распределенные в пределах изучаемого региона (рис. 1).

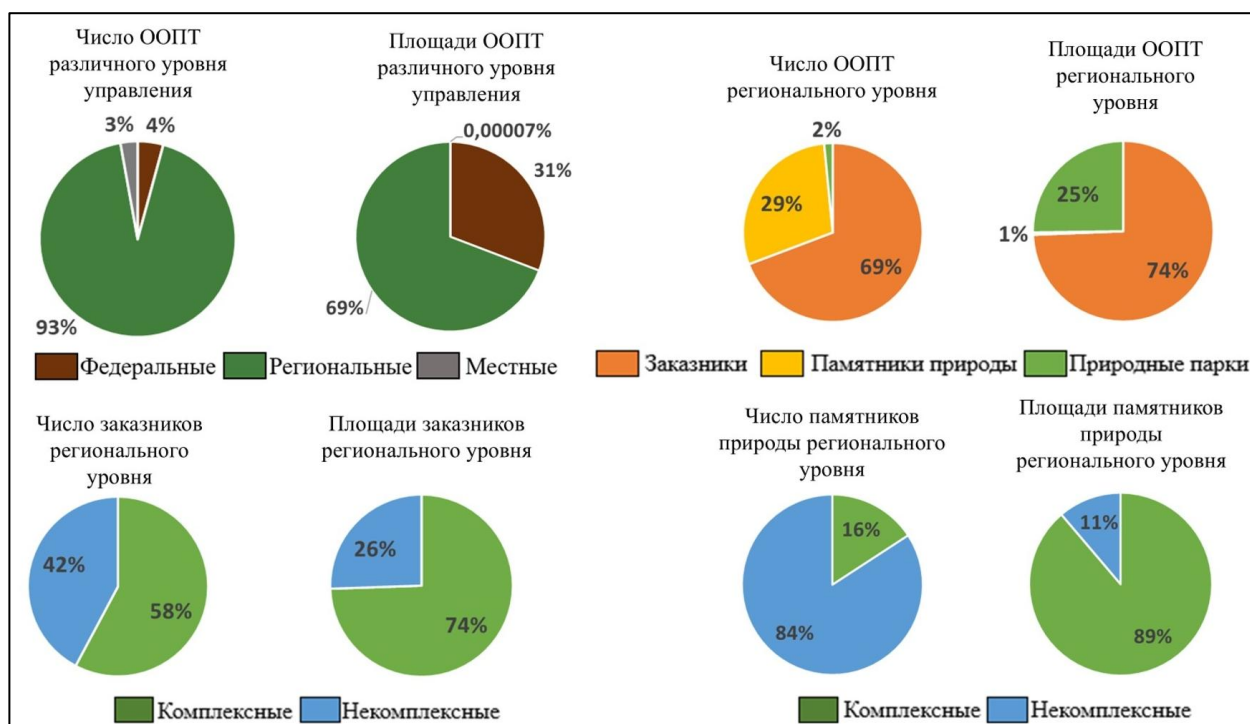


Рис. 1. Состав современного природно-заповедного фонда Арктической зоны Европейского северо-востока России
 Fig. 1. The composition of the modern nature reserve fund of the Arctic zone of Russian European Northeast

Наиболее крупные по площади объекты охраны находятся на территории НАО. В Республике Коми самой крупной охраняемой территорией в пределах Арктической зоны является северная часть Национального парка «Югыд Ва».

База геопространственных данных об объектах и территориях высокой ландшафтно-экологической ценности включала следующие слои:

1. Слой притундровых лесов, что согласно п. 2.4 статьи 111 Лесного кодекса РФ¹ имеют статус ценных защитных лесов в пределах лесотундры, в которых законодательно запрещены рубки главного пользования. В атрибутивной таблице слоя получили отображение участки лесов, отнесенные к малонарушенным лесным территориям регионального значения (сайт ЛВПЦ России), к которым относятся целостные природные территории в пределах лесной зоны площадью более 800 га, с площадью лесов в них не менее 90 %, при этом доля девственных лесов в них составляет не менее 75 % [Яницкая, 2008].
2. Слой защитных лесов нерестоохранных полос, выделяемых согласно письму Министерства природных ресурсов и экологии РФ² от 9.08.2019 № 16-50/09218-ОГ.
3. Слои ценных водно-болотных угодий (ВБУ), векторизованных по карте из статьи Ю. Н. Минеева [2008], в т. ч. 13 ВБУ, включенных в Перспективный список Рамсарских угодий России, для которых данные были взяты с сайта «ВБУ России»³. Также был сформирован слой наиболее крупных болотных массивов региона, находящихся вне зон активного хозяйственного освоения, статус значимости которых пока официально не определен.
4. Слой ключевых орнитологических территорий России (КОТР), сформированный по данным сайта ЛВПЦ⁴.
5. Слой местообитаний видов растений и грибов, находящихся в критическом состоянии под угрозой исчезновения. Был сформирован по данным Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Печоро-Илычского государственного природного биосферного заповедника и МГУ имени М. В. Ломоносова, представленным на сайте глобального информационного центра биоразнообразия⁵ (GBIF — the Global Biodiversity Information Facility).
6. Слои т. н. уникальных ландшафтов, к которым были отнесены долинные комплексы вдоль русла р. Печоры с высоким уровнем биоразнообразия (согласно Схеме территориального планирования Республики Коми⁶), пойменные и дельтовые ландшафты, а также марши, по данным, представленным в статье В. В. Рожнова, И. А. Лавриненко и др. [2019].

Анализ состава рассмотренных в качестве территорий высокой ландшафтно-экологической ценности элементов ПЭК в основном представлен достаточно крупными по площади объектами и территориями. Однако он может быть расширен, например, за счет не включенных на данном этапе менее крупных болотных массивов региона, озерных термокарстовых ландшафтов или территорий традиционного природопользования коренных

¹ Лесной кодекс Российской Федерации. Статья 111. Защитные леса, от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025). Электронный ресурс: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/1dc4ed06672a02c1f0152405c0dea5db460e9148/ (дата обращения 04.02.2025)

² Письмо Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 16-50/09218-ОГ от 09.08.2019 г. «О нерестоохранных полосах лесов». Электронный ресурс: <https://base.garant.ru/402651864/> (дата обращения 04.02.2025)

³ Сайт Водно-болотные угодия России. Электронный ресурс: <https://fesk.ru/> (дата обращения 09.11.2024)

⁴ Сайт Леса высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ) России. Электронный ресурс: <https://hcvf.ru/ru> (дата обращения 09.12.2024)

⁵ Сайт глобального информационного центра биоразнообразия (/GBIF). Электронный ресурс: <https://www.gbif.org/> (дата обращения 21.02.2025)

⁶ Сайт Республики Коми, схема территориального планирования. Электронный ресурс: <https://arch.rkomi.ru/deyatelnost/arhitektura-i-gradostroitelstvo/territorialnoe-planirovanie-i-gradostroitelnoe-zonirovanie> (дата обращения 07.03.2024)

малочисленных народов Севера, в пределах которых благодаря щадящему природопользованию сохранен экосистемный потенциал территорий [Евсеев, Красовская, 2014; Оценка экологических услуг..., 2018].

Третий блок в базе геопространственных данных включал два сформированных векторных слоя — земли, уже нарушенные при разных видах хозяйственной деятельности, и земли, находящиеся в пределах лицензионных участков разработки недр. Слой нарушенных земель был создан путем векторизации данных Карты землепользования и земельного покрова (LULC) 2018–2022 гг. проекта ESRI “Land Cover Explorer”¹, подготовленной на материалах съемки спутника Sentinel-2 с разрешением 10 м (рис. 2).

Слой лицензионных участков недр был сформирован на основании данных проекта «Цифровой двойник недр России» Института им. А. П. Карпинского. Эти территории рассматривались как земли, которые могут оказаться в зоне возможной активизации развивающейся нефте- и газодобычи (рис. 3).

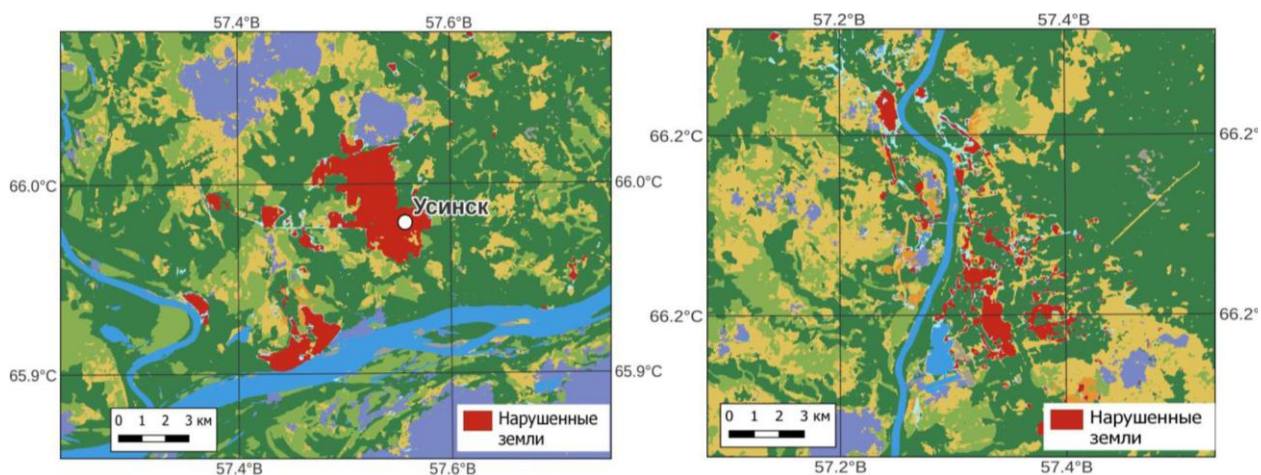


Рис. 2. Нарушенные земли: А) в окрестностях г. Усинска, Б) в пределах лицензионного участка № СЫК016448НП Усинского нефтяного месторождения (составлено по Land Use/Land Cover (LULC) Maps on Demand 2018–2022, ESRI “Land Cover Explorer”)

Fig. 2. Disturbed lands: A) in the vicinity of Usinsk city, B) within the license area No. СЫК016448НП of the Usinsk oil field (compiled by Land Use /Land Cover (LULC) Maps on Demand 2018–2022, ESRI “Land Cover Explorer”)

Подготовленные и отредактированные слои базы геопространственных данных были использованы для создания ряда карт, в т. ч. карты природно-заповедного фонда изучаемой территории и карты территорий высокой ландшафтно-экологической ценности, фрагменты которых представлены на рис. 4–5. Помимо этого, слои были использованы для расчета площади ПЭК и его элементов и для сопоставления полученных результатов с ландшафтной структурой территории.

¹ Esri Land Cover. Электронный ресурс: <https://livingatlas.arcgis.com/landcover/> (дата обращения 12.02.2025)

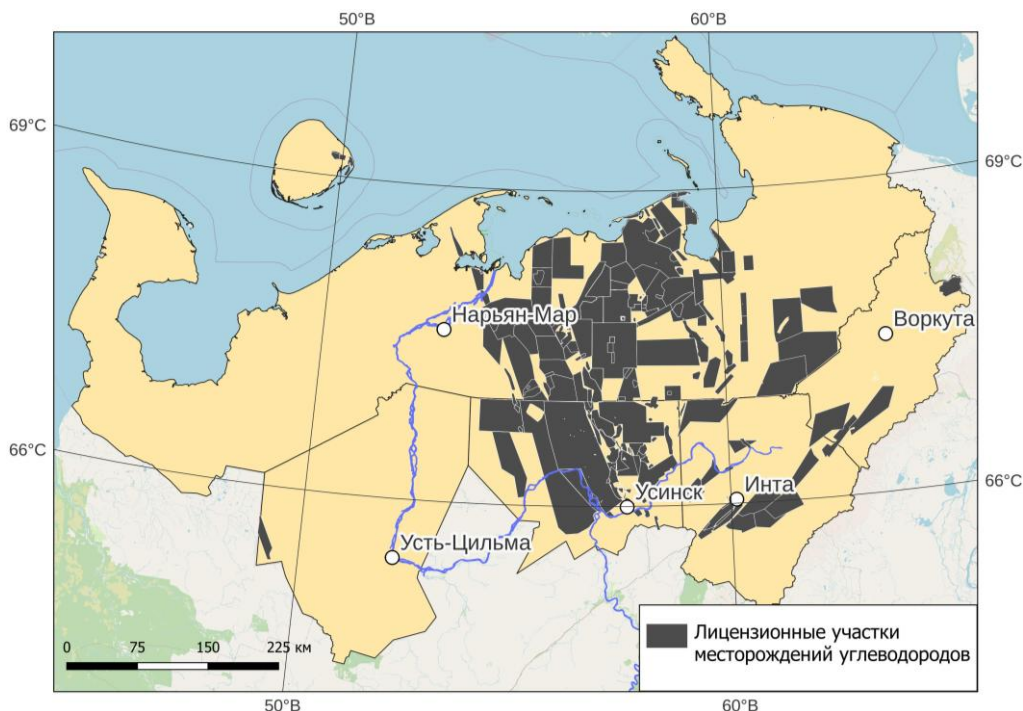


Рис. 3. Лицензионные участки разработки недр (составлено по материалам проекта «Цифровой двойник недр России» Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского)

Fig. 3. Licensed mining areas (compiled by materials of the project “Digital twin of the Russian subsoil” of the All-Russian Scientific Research Geological Institute named after A. P. Karpinsky)

Это дало возможность определить их принадлежность к географическим подзонам и рассчитать суммарную площадь элементов ПЭК в пределах каждой из них. Результаты расчетов были внесены в итоговую таблицу (табл. 1). В нее для сравнения также была внесена информация о рекомендуемой площади ООПТ в регионах согласно рекомендациям Арктического Совета [Евсеев, Красовская, 2014] и рекомендуемой площади ПЭК согласно работам Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка [Реймерс, Штильмарк, 1987; Реймерс, 1990].

Анализ таблицы показал, что показатель **рекомендуемой доли площади ПЭК от площади природной подзоны** (по Н. Ф. Реймерсу) соответствует только для арктической тундры (100 %) и северной тайги (96 %). В пределах северной субарктической тундры и лесотундры этот показатель в половину меньше рекомендуемого (51 % для лесотундры и 40 % для северной субарктической тундры). Наиболее неблагоприятная ситуация отмечается для южной субарктической тундры (всего 22 % вместо рекомендуемых 98).

Площадь **нарушенных земель в пределах ПЭК**, согласно данным ESRI “Land Cover Explorer” (Land Use/Land Cover, 2018–2022), в настоящее время пока весьма незначительна. Так, наибольшая площадь приходится на подзону лесотундр и составляет всего 43,2 км².

В то же время площадь ПЭК, находящаяся в пределах выделенных лицензионных участков разработки недр и, следовательно, находящаяся под угрозой возможного отрицательного воздействия со стороны нефте- и газодобычи, весьма значительна. Опасная ситуация складывается фактически для всей центральной части рассматриваемого региона. Так, например, максимальные площади на долю таких земель в пределах ПЭК приходятся на лесотундровые ландшафты — около 13 % от площади ПЭК, а для северной субарктической тундры этот показатель составляет примерно 12 %. Именно для этих территорий в первую

очередь должны быть разработаны законодательно оформленные ограничения видов и объемов природопользования, а также должен осуществляться контроль за их реализацией в период освоения месторождений [Осадчая и др., 2015].

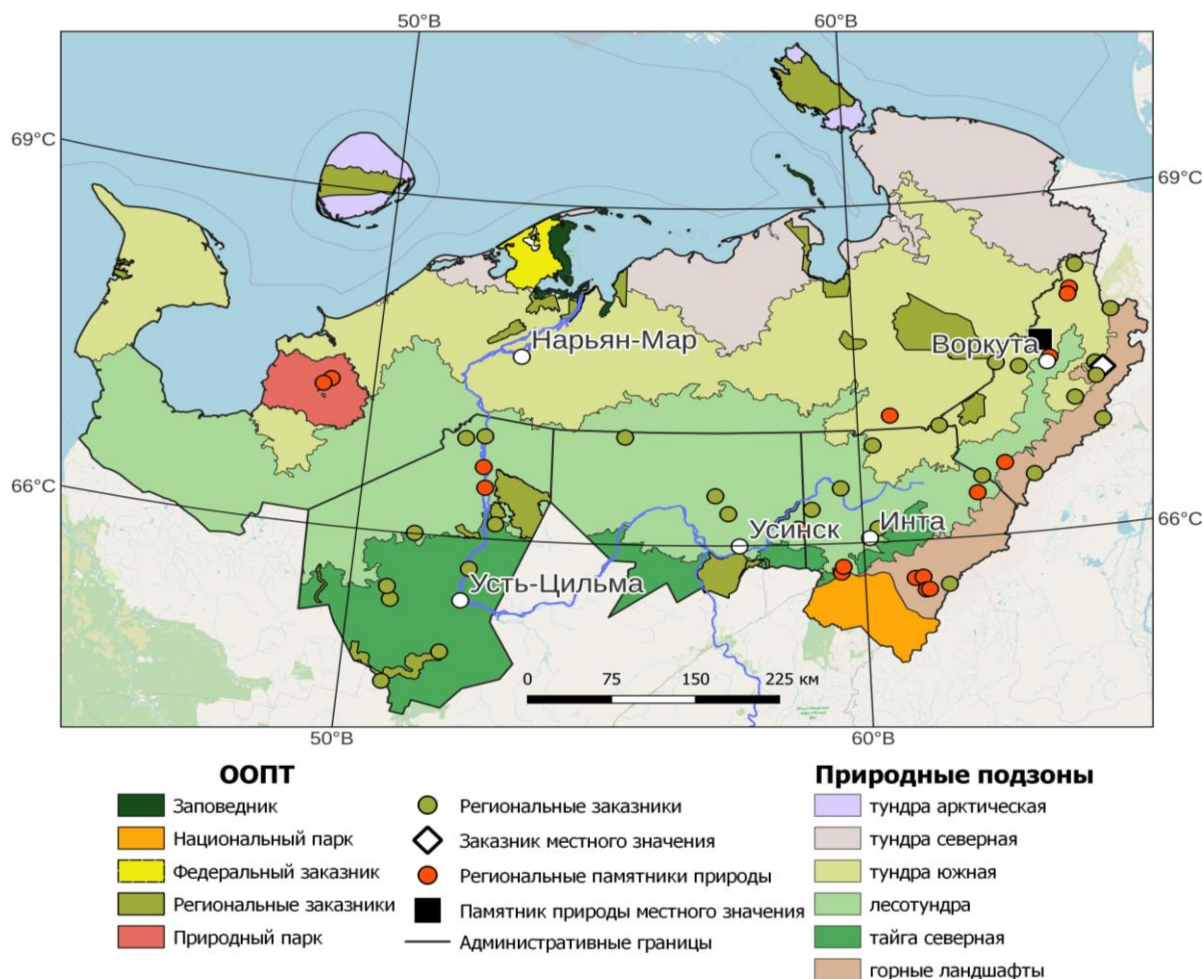


Рис. 4. Природно-заповедный фонд Арктической зоны Европейского северо-востока России
Fig. 4. Natural reserve fund of the Arctic zone of the European Northeast of Russia

Доля площади ООПТ от площади природных подзон, согласно рекомендациям Арктического Совета¹, для рассматриваемого региона должна превышать 15 %. Этой рекомендации соответствуют только арктические тундры (около 52 %). В пределах лесотундры этот показатель составляет всего 2,8 %, на остальных территориях — примерно 10 %. Это очень невысокий показатель, особенно если учесть, что многие авторы в качестве достаточной площади ООПТ от площади Арктических регионов называют величину не менее 20–40 %. Так, например, А. А. Тишков [2012] в работе по сохранению наземных экосистем и биоразнообразия отмечает, что на территории Аляски площадь ООПТ составляет около 55 % региона.

¹ CAFF/PAME. Status and Trends for Arctic Conservation Measures. Conservation of Arctic Flora and Fauna and Protection of the Arctic Marine Environment, 2022. Akureyri, Iceland. Электронный ресурс: https://pame.is/images/03_Projects/MPA/ST_ACM_2022.pdf (дата обращения 12.02. 2025)

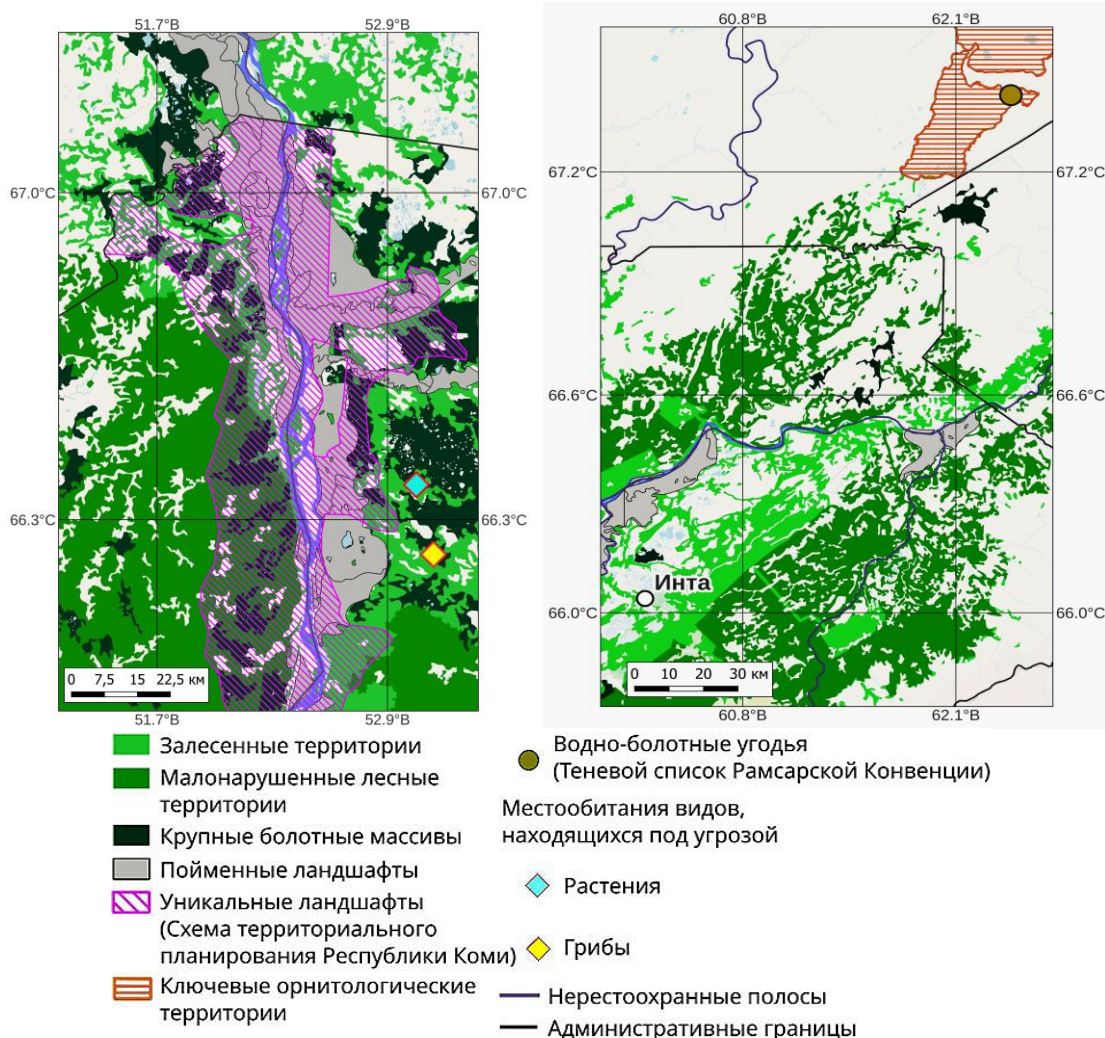


Рис. 5. Территории высокой ландшафтно-экологической ценности Арктической зоны Европейского северо-востока России (фрагменты карты)
Fig. 5. Territories of high landscape and ecological value of the Arctic zone of the European Northeast of Russia (map fragments)

Интересным также представляется рассмотрение доли площади ООПТ от площади ПЭК региона. Прямых рекомендаций в научной литературе о необходимой величине этого показателя для Арктических территорий нет. Однако именно он отчасти определяет, каковы возможные резервы расширения природно-заповедного фонда и величину площади земель, в пределах которых в случае планируемого хозяйственного освоения должен быть как можно скорее установлен особый ограничительный нормативно-правовой режим природопользования для обеспечения естественного экологического равновесия и устойчивого развития региона.

Как показали проведенные расчеты, достаточно высокой долей площади ООПТ от площади ПЭК характеризуется арктическая тундра (более 51 %) и южная субарктическая тундра (около 50 %). Для лесотундры этот показатель составляет всего 5,5 %. Учитывая, что площадь ПЭК в пределах лесотундры почти вдвое ниже рекомендуемой, столь незначительная доля территорий, имеющих законодательное ограничение природопользования, создает серьезную угрозу неустойчивым лесотундровым ландшафтам, более 13 % которых находятся в пределах выделенных лицензионных участков разработки недр и, следова-

тельно, под угрозой возможного отрицательного воздействия со стороны развивающейся нефте- и газодобычи.

ВЫВОДЫ

По итогам проведенной с использованием методов ГИС-анализа и ГИС-картографирования оценки соответствия современного состава и пространственной структуры ПЭК изучаемого региона научным рекомендациям можно сделать следующие выводы.

ПЭК Арктической зоны Европейского северо-востока России представлен разнообразными по категории и площади ООПТ, а также территориями высокой ландшафтно-экологической ценности, среди которых самые большие площади приходятся на долю притундровых лесов и крупных болотных массивов. Размещение объектов природно-заповедного фонда очень неравномерно и отличается для Республики Коми и НАО. Отмечены существенные отличия в размещении ООПТ и внутри каждого из названных субъектов. Так, большая часть ООПТ тяготеет преимущественно к центральной и восточной частям региона.

Для разных природных подзон характерны существенные различия по числу и особенностям размещения ООПТ. Так, доля площади ООПТ от площади природных подзон отвечает рекомендациям Арктического Совета только для арктических тундр (около 52 %). Для лесотундры этот показатель составляет всего 2,8 %, остальные территории соответствуют этому требованию не более чем на 10 %. В то же время многие специалисты считают, что в Российской Арктике резервы для расширения системы природно-заповедного фонда весьма велики, и охраняемые территории должны занимать до 20–40 % [Тишков, 2012].

Доля ПЭК от общей площади природных зон отвечает существующим научным рекомендациям только для арктической тундры (100 %) и северной тайги (96 %). Для южной субарктической тундры этот показатель минимален (21 % вместо рекомендуемых 98).

В наименьшей степени, чем остальные природные подзоны, отвечает научным рекомендациям лесотундра, для которой характерно сочетание весьма незначительной доли ПЭК от площади подзоны, самой низкой доли площади ООПТ от площади ПЭК, самые большие в пределах ПЭК площади как уже нарушенных, так и находящихся под угрозой деградации земель.

Следует отметить, однако, что в рамках данного исследования учитывались только достаточно крупные и однозначно определяемые, согласно использованным материалам, элементы ПЭК. В то же время их число может быть увеличено за счет более детальной проработки каркасов на уровне муниципальных районов [Панченко, Дюкарев, 2010; Зенгина и др., 2014]. Это создаст благоприятные предпосылки для расширения площади ПЭК. Учитывая достаточно высокую степень сохранности многих территорий за счет удаленности от крупных населенных пунктов, труднодоступности и малонаселенности региона в целом, а также за счет пока преимущественно очагового характера хозяйственного освоения территории, предпосылки для расширения ПЭК могут быть оценены как весьма благоприятные. Однако выделение новых элементов ПЭК должно сопровождаться разработкой законодательно оформленных ограничений видов и объемов природопользования в их пределах и обязательным осуществлением контроля за их реализацией. Это особенно актуально для рассматриваемого региона, поскольку в некоторых природных подзонах земли находящиеся в пределах лицензионных участков разработки недр составляют более 10 % и могут оказаться в зоне возможной активизации развивающейся нефте- и газодобычи.

Табл. 1. Состав и пространственная структура ПЭК Арктической зоны Европейского северо-востока России
 Table 1. Composition and spatial structure of the natural-ecological network of the Arctic zone of the European Northeast of Russia

Природные подзоны	Общая площадь природной подзоны	Площадь ПЭК в пределах природной подзоны (ППЗ)					Площадь ООПТ в пределах природной подзоны (ППЗ)			Фактическая доля площади ООПТ от площади ПЭК
		Общая площадь ПЭК в пределах ППЗ	Фактическая доля площади ПЭК от площади ППЗ	Рекомендуемая доля площади ПЭК от площади ППЗ (по Н. Ф. Реймерсу)	Площадь нарушенных земель ПЭК	Площадь земель ПЭК, потенциально подверженных активной хозяйственной деятельности	Общая площадь ООПТ в пределах ППЗ	Фактическая доля площади ООПТ от площади ППЗ	Рекомендуемая доля площади ООПТ от площади ППЗ (рекомендации Арктического Совета)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Единицы измерения:	тыс. км ²	тыс. км ²	%	%	км ²	тыс. км ² \ %	тыс. км ²	%	%	%
Арктическая тундра	8,4	8,4	100	>98 (до 100)	0,34	0,13 \ 1,57	4,3	51,9	>15	51,19
Северная субарктическая тундра	38	15,5	40,73		0,79	1,9 \ 12,01	3,5	9,1		22,42
Южная субарктическая тундра	104,5	22,4	21,5		12,9	1,6 \ 7,27	11,2	10,7		49,75
Лесотундра	101,8	52,2	51,2		43,2	6,8 \ 13,03	2,9	2,8		5,51
Северная тайга	32,2	30,9	96,01		80–90	12,2	0,9 \ 2,93	3,2		10,1

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды» и темы НИР по ГЗ МГУ «Устойчивое развитие территориальных систем природопользования» (№ 121051100162-6).

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was performed according to the Development program of the Interdisciplinary Scientific and Educational School of Lomonosov Moscow State University “Future Planet and Global Environmental Change” and the State Research Program of Moscow State University “Sustainable Development of Territorial Environmental Management Systems” (No. 121051100162-6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Евсеев А. В., Красовская Т. М. Экологический каркас севера России. Теоретическая и прикладная экология, 2014. № 1. С. 8–11.

Евсеев А. В., Красовская Т. М., Тикунов В. С., Тикунова И. Н. Оценка экологических услуг территорий традиционного природопользования Ненецкого автономного округа. География и природные ресурсы, 2018. № 3. С. 134–139. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-3(134-139).

Зенгина Т. Ю., Осадчая Г. Г. Современные угрозы сохранению основных элементов природно-экологического каркаса Усинского района Республики Коми. Известия Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2014. № 4(20). С. 33–42.

Ландшафтная карта СССР. М-б 1:2 500 000. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии, 1987. 16 л.

Лужков Р. С., Пакина А. А. Анализ структуры землепользования староосвоенного региона для целей формирования природно-экологического каркаса с применением ГИС-технологий (на примере Белгородской области). ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Международной конференции. М.: МГУ, Географический факультет, 2021. Т. 27. Ч. 4. С. 105–119. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-105-119.

Минеев Ю. Н. Водно-болотные угодья на северо-востоке европейской части России. Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2008. № 5(127). С. 10–13.

Осадчая Г. Г., Шарапова Л. В., Зенгина Т. Ю. Возможности экологизации недропользования на Европейском Севере посредством совершенствования нормативных актов. Проблемы региональной экологии, 2015. № 3. С. 222–227.

Панченко Е. М., Дюкарев А. Г. Экологический каркас как природоохранная система региона. Вестник Томского государственного университета, 2010. № 340. С. 216–221.

Прищепина О. М., Меткин Д. М., Боровиков И. С. Углеродный потенциал Арктической зоны России и перспективы его освоения. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2019. № 3. С. 14–28.

Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 298 с.

Рожнов В. В., Лавриненко И. А., Разживин В. Ю., Макарова О. Л., Лавриненко О. В. Ревизия биоразнообразия крупного арктического региона как основа его мониторинга и охраны в условиях активного хозяйственного освоения (Ненецкий автономный округ, Россия). *Заповедная наука*, 2019. № 2. С. 1–28.

Соболев Н. А. Предложения к концепции охраны и использования природных территорий. *Охрана дикой природы*, 1999. № 3. С. 20–24.

Стрельников В. В., Гайдук В. И., Буяльский И. П., Ачох Ю. Р. Природно-экологический каркас как основа организационно-правовых механизмов устойчивого развития региона. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2019. № 2. С. 31–33.

Тихонова Т. В. Оценка потенциала экосистем субарктических территорий республики Коми. *Известия Коми научного центра Уральского отделения РАН*, 2014. № 1(17). С. 117–123.

Тишков А. А. «Арктический вектор» в сохранении наземных экосистем и биоразнообразия. *Арктика: экология и экономика*, 2012. № 2(6). С. 28–43.

Чибилёва В. П. Разработка модели природно-экологического каркаса регионального и макрорегионального уровня на примере Оренбургской области. *Проблемы геоэкологии и степеведения*, 2010. С. 285–294.

Яницкая Т. Практическое руководство по выделению лесов высокой природоохранной ценности в России. Всемирный фонд природы (WWF). М., 2008. 136 с.

Jalkanen J., Toivonen T., Moilanen A. Identification of Ecological Networks for Land-Use Planning with Spatial Conservation Prioritization. *Landscape Ecology*, 2020. V. 35. P. 353–371. DOI: 10.1007/s10980-019-00950-4.

Jongman R. H., Kristiansen Ib. National and Regional Approaches for Ecological Networks in Europe. Council of Europe, 2001. No. 18(110). 61 p.

REFERENCES

Chibileva V. P. Development of a Model of the Natural and Ecological Framework of the Regional and Macroregional Level on the Example of the Orenburg Region. *Problems of Geoecology and Steppe Science*, 2010. P. 285–294 (in Russian).

Evseev A. V., Krasovskaya T. M. Ecological Framework of the North of Russia. *Theoretical and Applied Ecology*, 2014. No. 1. P. 8–11 (in Russian).

Evseev A. V., Krasovskaya T. M., Tikunov V. S., Tikunova I. N. Assessment of Environmental Services of the Traditional Nature Use Territories of the Nenets Autonomous Okrug. *Geography and Natural Resources*, 2018. No. 3. P. 134–139 (in Russian). DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-3(134-139).

Jalkanen J., Toivonen T., Moilanen A. Identification of Ecological Networks for Land-Use Planning with Spatial Conservation Prioritization. *Landscape Ecology*, 2020. V. 35. P. 353–371. DOI: 10.1007/s10980-019-00950-4.

Jongman R. H., Kristiansen Ib. National and Regional Approaches for Ecological Networks in Europe. Council of Europe, 2001. No. 18(110). 61 p.

Landscape Map of the USSR. Scale 1:2 500 000. Moscow: All-Russian Research Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, 1987. 16 sh. (in Russian).

Luzhkov R. S., Pakina A. A. Analysis of the Land Use Structure of Old-Developed Region for the Purpose of Forming a Natural-Ecological Framework Using GIS Technologies (On Example of the Belgorod Region). *InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International Conference.*

Moscow: Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 2021. V. 27. Part 4. P. 105–119 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-105-119.

Mineev Yu. N. Wetlands in the North-East of the European Part of Russia. Bulletin of the Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2008. No. 5(127). P. 10–13 (in Russian).

Osadchaya G. G., Sharapova L. V., Zengina T. Yu. Possibilities of Ecologization of Subsurface Use in the European North through the Improvement of Regulatory Acts. Regional Environmental Issues, 2015. No. 3. P. 222–227 (in Russian).

Panchenko E. M., Dyukarev A. G. Ecological Framework as a Regional Environmental Protection System. Tomsk State University Journal, 2010. No. 340. P. 216–221 (in Russian).

Prishchepa O. M., Metkin D. M., Borovikov I. S. The Hydrocarbon Potential of the Arctic Zone of Russia and the Prospects for its Development. Mineral Resources of Russia. Economics and Management, 2019. No. 3. P. 14–28 (in Russian).

Reimers N. F. Environmental Management: A Dictionary. Moscow: Mysl', 1990. 637 p. (in Russian).

Reimers N. F., Shtilmark F. R. Specially Protected Natural Areas. Moscow: Mysl', 1978. 298 p. (in Russian).

Rozhnov V. V., Lavrinenko I. A., Razzhivin V. Yu., Makarova O. L., Lavrinenko O. V. Revision of the Biodiversity of a Large Arctic Region as the Basis for its Monitoring and Protection in Conditions of Active Economic Development (Nenets Autonomous Okrug, Russia). Nature Conservation Research, 2019. No. 2. P. 1–28 (in Russian).

Sobolev N. A. Proposals for the Concept of Protection and Use of Natural Territories. Biodiversity Conservation, 1999. No. 3. P. 20–24 (in Russian).

Strelnikov V. V., Gaiduk V. I., Buyalsky I. P., Achokh Yu. R. The Natural and Ecological Framework as the Basis of Organizational and Legal Mechanisms for Sustainable Development of the Region. Ministry of Agriculture of Russian Federation, 2019. No. 2. P. 31–33 (in Russian).

Tikhonova T. V. Assessment of the Potential of the Subarctic Territories' Ecosystems of the Komi Republic. Proceedings of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2014. No. 1(17). P. 117–123 (in Russian).

Tishkov A. A. The “Arctic Vector” in the Preservation of Terrestrial Ecosystems and Biodiversity. Arctic: Ecology and Economy, 2012. No. 2(6). P. 28–43 (in Russian).

Yanitskaya T. Practical Guide to the Allocation of Forests of High Conservation Value in Russia. World Wide Fund for Nature (WWF). Moscow, 2008. 136 p. (in Russian).

Zengina T. Yu., Osadchaya G. G. Modern Threats to the Preservation of the Main Elements of the Natural-Ecological Framework of the Usinsk Region of the Komi Republic. Proceedings of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2014. No. 4(20). P. 33–42 (in Russian).