

ЦИФРОВОЕ ЛАНДШАФТНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА»

Н. В. ГАГИНА¹⁾, Д. М. КУРЛОВИЧ¹⁾, В. А. СИПАЧ^{1), 2)}

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

²⁾Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие
«Геоинформационные системы» НАН Беларуси, ул. Сурганова, 6, 220012, г. Минск, Беларусь

Геоинформационное обеспечение национальных парков включает комплекс мероприятий, направленных на сбор, накопление, передачу, хранение, защиту, обработку, поиск, преобразование информации и предоставление ее потребителям, для выполнения ими своих функций. Комплексная автоматизированно-справочная система Березинского биосферного заповедника и национальных парков Беларуси создана в целях повышения эффективности управления деятельностью особо охраняемых природных территорий, в том числе для решения задач по сохранению ландшафтного и биологического разнообразия. Данная система объединяет в информационно-справочную структуру такие процессы, как сбор полевой информации, ее хранение, обработка и визуализация для различных служб в виде веб-карт и веб-приложений, работа с табличными данными, различными архивными и новыми картографическими материалами, данными дистанционного зондирования Земли. Комплексная автоматизированно-справочная система Национального парка «Браславские озера» включает структурные компоненты картографо-информационного и справочно-информационного обеспечения. Их элементами являются цифровые тематические карты, ландшафтная карта масштаба 1 : 100 000 и справочная информация, полученная на основе анализа этих карт. В результате исследования выявлено сложное ландшафтное строение территории национального парка, в границах которого выделены 7 родов и 21 вид ландшафтов. Уточнено, что на территории национального парка преобладают озерно-ледниковые ландшафты, занимающие 30,8 % от его площади. В рамках справочно-информационного обеспечения определено ландшафтное строение функциональных зон. В границах парка базис строгой охраны природных ландшафтов составляют плоские озерно-ледниковые ландшафты с ложбинами и котловинами и озерно-болотные ландшафты с выпуклыми верховыми и переходными болотами. Применялись методы цифрового ландшафтного картографирования, геоинформационного и сравнительного анализа. Полученные результаты могут быть использованы при корректировке границ функциональных зон Национального парка «Браславские озера», совершенствовании его геоинформационной системы. Методические подходы к построению комплексной автоматизированно-справочной системы могут применяться и для других особо охраняемых природных территорий.

Ключевые слова: геоинформационное обеспечение; цифровая карта; национальный парк; функциональное зонирование; ландшафт.

Благодарность. Авторы статьи выражают благодарность доктору географических наук, профессору Г. И. Марцинкевич за оказанную методическую помощь в разработке легенды ландшафтной карты.

Образец цитирования:

Гагина НВ, Курлович ДМ, Сипач ВА. Цифровое ландшафтное картографирование как элемент геоинформационного обеспечения Национального парка «Браславские озера». *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология.* 2023;1:19–32.
<https://doi.org/10.33581/2521-6740-2023-1-19-32>

For citation:

Hahina NV, Kurlovich DM, Sipach VA. Digital landscape mapping as an element of geoinformational support of the Braslavskiy Ozyora National Park. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology.* 2023;1:19–32. Russian.
<https://doi.org/10.33581/2521-6740-2023-1-19-32>

Авторы:

Наталья Владимировна Гагина – кандидат географических наук, доцент; заведующий кафедрой географической экологии факультета географии и геоинформатики.

Дмитрий Мирославович Курлович – кандидат географических наук, доцент; первый проректор.

Вячеслав Александрович Сипач – старший преподаватель кафедры почвоведения и геоинформационных систем факультета географии и геоинформатики¹⁾, заместитель начальника отдела²⁾.

Authors:

Natallia V. Hahina, PhD (geography), docent; head of the department of geocology, faculty of geography and geoinformatics.
hahina@bsu.by

Dzmitry M. Kurlovich, PhD (geography), docent; first vice-rector.
kurlovich@bsu.by

Viachaslau A. Sipach, senior lecture at the department of soil science and geographic information systems, faculty of geography and geoinformatics^a, and deputy head of department^b.
slava-sipach@tut.by

DIGITAL LANDSCAPE MAPPING AS AN ELEMENT OF GEOINFORMATIONAL SUPPORT OF THE BRASLAVSKIE OZYORA NATIONAL PARK

N. V. HAHINA^a, D. M. KURLOVICH^a, V. A. SIPACH^{a, b}

^aBelarusian State University, 4 Niezaliezhnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus

^bThe Scientific and Engineering Republican Unitary Enterprise «Geoinformation Systems»,
National Academy of Sciences of Belarus, 6 Surganava Street, Minsk 220012, Belarus

Corresponding author: V. A. Sipach (slava-sipach@tut.by)

Geoinformation support of national parks includes a set of measures aimed at collecting, accumulating, transferring, storing, protecting, processing, searching, transforming information and providing it to consumers to fulfill their functional duties. The integrated automated reference system of the Berezinsky Biosphere Reserve and national parks of Belarus was created to improve the efficiency of managing the activities of specially protected natural areas, including solving problems of preserving landscape and biological diversity. This system combines into an information and reference structure such processes as the collection of field information, its storage, processing and visualisation for various services in the form of web maps and web applications, work with tabular data, various archival and new cartographic materials, remote sensing data Earth. The integrated automated reference system of the Braslavskie Ozyora National Park includes structural components of cartographic and information and reference and information support. Their elements are digital thematic maps, a landscape map at a scale of 1 : 100 000, and reference information obtained from their analysis. As a result of the study, a complex landscape structure of the territory of the national park was revealed, within the boundaries of which 7 genera and 21 types of landscapes were identified. It was clarified that lacustrine-glacial landscapes prevail on the territory of the national park, occupying 30.8 % of its area. As part of the reference and information support, the landscape structure of functional zones was determined. Within the boundaries of the park, the basis of strict protection of natural landscapes is flat lacustrine-glacial landscapes with hollows and hollows and lacustrine-marsh landscapes with convex raised and transitional bogs. The methods of digital landscape mapping, geoinformation and comparative analysis were used. The results obtained can be used to correct the boundaries of the functional zones of the Braslavskie Ozyora National Park and improve its geographic information system. Methodological approaches to the construction of an integrated automated reference system can also be applied to other specially protected natural areas.

Keywords: geoinformational support; digital map; national park; functional zoning; landscape.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to doctor of science (geography), full professor G. I. Mar-tsinkevich for their methodological assistance in the development of the landscape map legend.

Введение

Национальный парк «Браславские озера» был создан в 1995 г. для сохранения природных комплексов Браславских озер, генетического фонда растительного и животного мира Белорусского Поозерья, устойчивого природопользования и развития природоохранной, научной, просветительской, туристической, рекреационной и оздоровительной деятельности. В настоящее время его площадь составляет 64 216,33 га. Природоохранная значимость природных объектов Национального парка «Браславские озера» подтверждена его международными статусами важной для птиц территории, ключевой ботанической территории, а также статусом ядра европейского значения национальной экологической сети. Национальный парк входит в состав трансграничной особо охраняемой природной территории (ООПТ) «Аугшдаугава – Браславские озера» (Латвия – Беларусь) [1].

Для решения стоящих перед национальным парком задач и устойчивого управления его территорией требуются интеграция знаний о строении природно-территориальных комплексов на различных пространственных уровнях, пересмотр принципов организации геоинформационного обеспечения и расширение его содержания.

В 2015–2020 гг. был создан и апробирован экспериментальный образец комплексной автоматизированно-справочной системы (ЭО КАСС) на базе существовавших геоинформационных систем (ГИС) Березинского биосферного заповедника и национальных парков страны с использованием информации, полученной с аппаратов космического базирования, и других средств.

ЭО КАСС представляет собой корпоративную полнофункциональную ГИС-платформу, включающую ГИС-сервер, веб-портал, систему управления базами данных, настольные ГИС-комплексы и мобильные ГИС. Эта платформа была реализована на базе программного продукта *ArcGIS Enterprise Advanced*, разработанного компанией *Esri* (США). Структурно ЭО КАСС состоит из пяти равноценных ГИС-узлов, каждый из которых расположен в одном из национальных парков и Березинском биосферном заповед-

нике. Основой базового информационного обеспечения каждого ГИС-узла стали информационные схемы *природный компонент – модель объекта*, которые представлены в виде сведений, описывающих существенные параметры и переменные величины объекта, связи между ними, входы и выходы информации.

Основной целью разработки ЭО КАСС являлись повышение эффективности принятия решений и контроль за их исполнением в сфере управления ООПТ. Для достижения этой цели необходимо было решить задачи с применением ГИС и серверных технологий организации единого информационного пространства как для самих ООПТ, так и для других потребителей данных по основным направлениям их деятельности.

В Национальном парке «Браславские озера» создан ГИС-узел ЭО КАСС, который включает базы данных картографо-информационного и справочно-информационного обеспечения. В связи с этим цели настоящей статьи состоят в разработке цифровой крупномасштабной ландшафтной карты Национального парка «Браславские озера» как одного из элементов геоинформационного обеспечения ЭО КАСС и выполнении на ее основе исследований, связанных с изучением распространения природных и антропогенно преобразованных ландшафтов в границах функциональных зон национального парка.

Состояние проблемы

Большинство задач по информационному обеспечению ООПТ наиболее перспективно реализуются в развитых ГИС, предназначенных для хранения географической информации, ее регулирования, анализа и отображения. Развитые ГИС включают в себя базу географических данных и наборы инструментальных средств для работы с ними. Программное обеспечение современных ГИС позволяет создать картографическое представление, оптимальное для конкретной задачи, поддерживает формат данных, получаемых из систем дистанционного зондирования Земли. Это способствует более эффективному решению многих вопросов природоохранной, лесохозяйственной, туристско-рекреационной деятельности, а также обеспечивает проведение многокритериального и многообъектного анализа территорий [2–4]. Кроме того, использование ГИС-платформы для хранения и представления разнообразных данных помогает повысить осведомленность структурных подразделений управления ООПТ и обеспечить поддержку принятия решений [5–7].

Планирование развития природоохранной, рекреационной и хозяйственной деятельности в границах национальных парков должно опираться на ландшафтный подход. Методические подходы к ландшафтному картографированию начали формироваться с 1960-х гг. [8]. Уже в 1970–90-х гг. существовали детально разработанные методики полевого крупномасштабного картографирования и создания мелкомасштабных карт, были определены задачи и методы прикладных ландшафтных исследований [9–12]. Следует отметить, что разработанные белорусскими учеными принципы классификации ландшафтов и подходы к созданию первой ландшафтной карты для всей территории страны были высоко оценены научным сообществом [13]. Вопросы ландшафтного картографирования практически сразу стали освещаться и в учебных изданиях [14–16]. В XXI в. с внедрением в ландшафтные исследования ГИС-технологий ландшафтное картографирование получило новый импульс развития. Цифровые ландшафтные карты стали неотъемлемой составляющей комплекса картографических материалов по ландшафтному планированию. В зарубежной научной литературе (как англоязычной [17–21], так и русскоязычной [22–28]) были рассмотрены теория, методология и практика ландшафтного планирования, в том числе вопросы создания ландшафтной карты и учета функций ландшафтов для различных целей территориального развития.

Среди научных работ, в которых обобщается опыт использования приемов цифрового ландшафтного картографирования на ООПТ, следует отметить разработанные с помощью ГИС-технологий ландшафтные планы для Национального парка «Забайкальский» [29], природного парка «Зона покоя Укок» [30]. Аспекты применения ГИС-технологий при картографировании отдельных географических компонентов изучены в публикациях белорусских ученых [31–33]. Накопленный опыт ландшафтного картографирования был учтен при разработке информационно-картографического обеспечения Национального парка «Браславские озера».

Территория Национального парка «Браславские озера» отличается детальной изученностью в разрезе крупномасштабного тематического картографирования отдельных природных компонентов, выполненного в разные годы в масштабах от 1 : 200 000 до 1 : 50 000. Существенными недостатками накопленной тематической информации являются статичность данных и их несовместимость, так как значительная часть картографического материала представлена на бумажных носителях, тематические карты составлены в разных масштабах и даже для одного природного компонента они характеризуются различными подходами к составлению. К тому же накопление больших разрозненных массивов разнородной информации приводило к замедлению их обработки и анализа, что существенно затрудняло использование этих материалов при разработке управленческих решений и природоохранных мероприятий.

В конце 1980-х гг. на территории Браславского района при разработке научного обоснования создания Национального парка «Браславские озера» проводились ландшафтные исследования. Они продолжились в 2014 г. в рамках составления плана управления трансграничной ООПТ «Аугшдаугава – Браславские озера», когда для всей трансграничной территории была создана ландшафтная карта, отражающая природные территориальные комплексы в ранге 4 родов, 9 видов и 3 урочищ¹. Содержание этой карты было учтено при разработке цифровой карты ландшафтов национального парка в масштабе 1 : 100 000.

Вопросы научного обоснования зонирования национальных парков, в том числе установления критериев и этапов данного процесса, определения функций этих зон и их территориального разграничения, получили освещение в научной литературе [34]. Как указано в работе [35], основным критерием выделения функциональных зон при интегрированной оценке условий среды выступает природный фактор. Функциональное зонирование, как инструмент устойчивого управления ООПТ через установление дифференцированного режима охраны, должно опираться на знание особенностей ландшафтного строения каждой зоны, местоположения малонарушенных и преобразованных природных комплексов. Эта позиция отразилась в том, что в справочно-информационный компонент ЭО КАСС было рекомендовано включить описание ландшафтного строения функциональных зон национальных парков.

Специфика организации функциональных зон Национального парка «Браславские озера» начала всесторонне исследоваться в рамках разработки научного и технико-экономического обоснования организации государственного природного парка «Браславские озера». В 1995 г. на основе комплексной оценки и с учетом степени ценности и сохранности природных комплексов были определены границы Национального парка «Браславские озера». Как подчеркнуто в работе [36], режимы функциональных зон парка позволили создать предпосылки для устойчивого существования флористических и фаунистических комплексов и ландшафтов. В 2012 г. функциональное зонирование было утверждено в плане управления Национальным парком «Браславские озера», который в 2014 г. был уточнен в связи с созданием плана управления трансграничной ООПТ «Аугшдаугава – Браславские озера».

Материалы и этапы исследования

В рамках создания ГИС-узла Национального парка «Браславские озера» были поэтапно подготовлены информационные модели основных элементов картографо-информационного обеспечения.

Этап 1: создание цифровых слоев базовой картографической информации, включающих границы парка, населенных пунктов, дорог и функциональных зон.

Этап 2: составление цифровых карт гидрографической сети, четвертичных отложений, рельефа, уклонов, экспозиции склонов, почв, лесотипологических комплексов и видов земель. Все картографические данные в информационной системе были приведены к единой проекционной системе координат WGS 1984 UTM zone 35N.

Этап 3: создание ландшафтной карты Национального парка «Браславские озера» в масштабе 1 : 100 000 на основе цифровых тематических материалов. Методика составления цифровых ландшафтных карт в данном масштабе детально излагается на примере создания цифровых ландшафтных карт для национальных парков «Нарочанский» и «Припятский» в публикациях [37; 38], поэтому в настоящей статье она не приводится. Следует отметить, что информационно-справочные функции ЭО КАСС потребовали составления детальной легенды карты с отражением соподчиненности ландшафтных комплексов, выделяемых в ранге родов, видов и отдельных урочищ.

Этап 4: определение площади каждого ландшафтного выдела в составе функциональных зон, анализ ландшафтного строения функциональных зон, учет земель под дорогами и застройками, прочих нарушенных, сельскохозяйственных пахотных, улучшенных луговых и занятых многолетними насаждениями земель в границах каждого ландшафтного выдела на основе данных земельно-информационной системы и материалов дистанционного зондирования Земли, изучение особенностей распространения антропогенно преобразованных ландшафтов в границах функциональных зон парка. Данный этап связан с использованием ЭО КАСС для устойчивого управления парком в соответствии с установленными функциональными зонами и их режимами.

Цифровая карта функционального зонирования Национального парка «Браславские озера» представлена на рис. 1, а. Цифровая карта функционального зонирования, дополненная информацией о видах земель и объектах туристической инфраструктуры, расположенных на этой территории, приведена на рис. 1, б.

¹Создание трансграничной особо охраняемой природной территории «Аугшдаугава – Браславские озера» и формирование предпосылок для управления единой территорией : отчет о НИР в рамках проекта LLB-2-258 : в 2 кн. Кн. 1. Констатирующая часть / НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам ; координатор проекта В. В. Устин. Минск, 2014. 296 с.

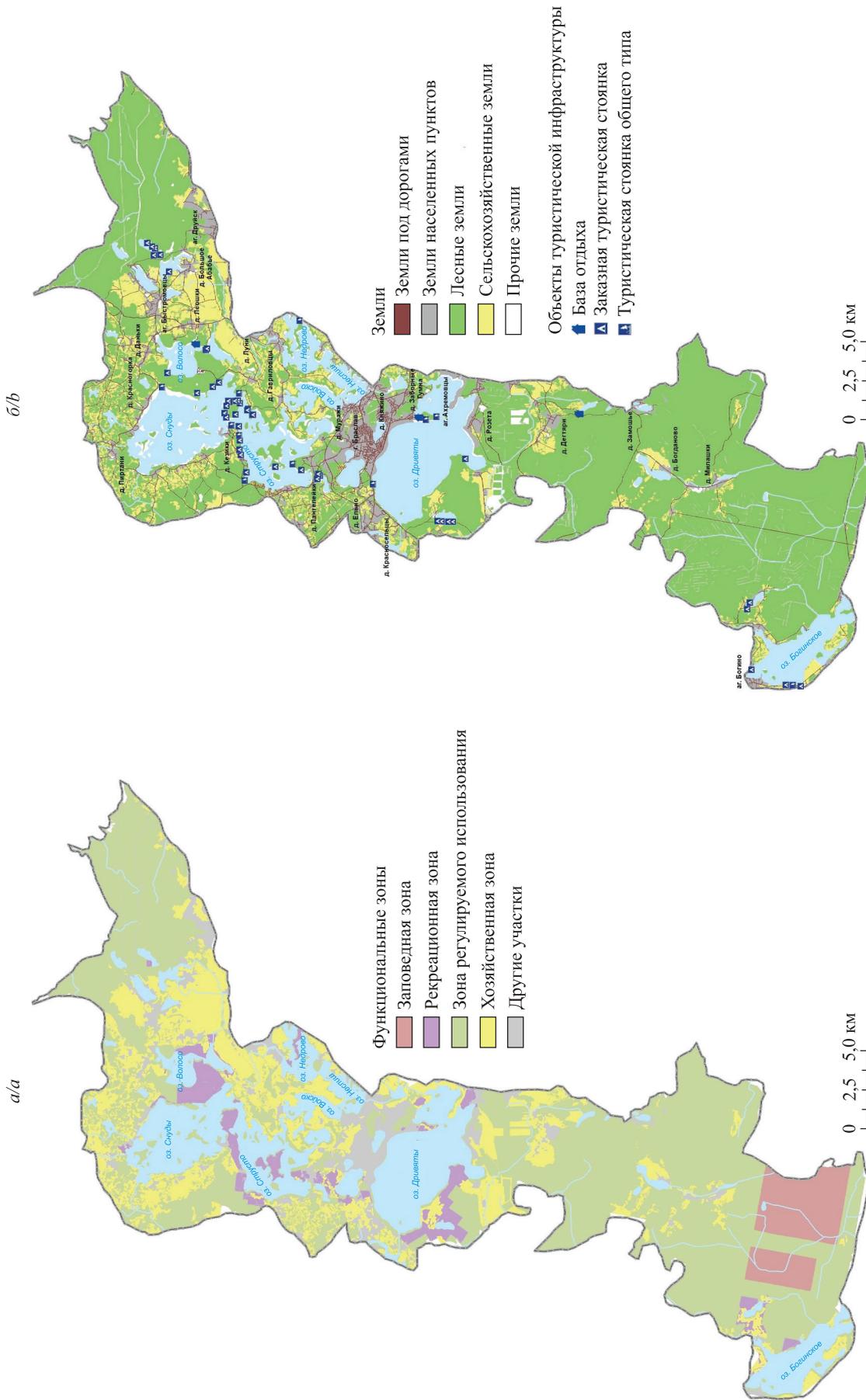


Рис. 1. Структурные компоненты ЭО КАСС Национального парка «Браславские озера»:
 а – функциональные зоны; б – земли и объекты туристической инфраструктуры
 of the complex automated reference system of the Braslavskiy Ozyora National Park:
 a – functional zones; b – land and objects of tourism infrastructure

При функциональном зонировании национальных парков необходимо учитывать общие требования к режимам охраны и использования территории, сформулированные в ст. 27 Закона Республики Беларусь от 15 ноября 2018 г. № 150-З «Об особо охраняемых природных территориях». Они были конкретизированы в Положении о Национальном парке «Браславские озера», утвержденном Указом Президента Республики Беларусь от 26 июля 2019 г. № 279 «О некоторых вопросах развития особо охраняемых природных территорий». В соответствии с режимами охраны выделяются:

- заповедная зона, предназначенная для сохранения в естественном состоянии ценных природных комплексов и объектов, площадью 3407,2 га (5,3 % от территории парка);
- зона регулируемого использования, предназначенная для сохранения, воспроизводства и восстановления ценных природных комплексов и объектов, площадью 44 814,1 га (69,9 % от территории парка);
- рекреационная зона, предназначенная для рекреации, туризма, отдыха и оздоровления, площадью 2974,8 га (4,6 % от территории парка);
- хозяйственная зона, предназначенная для обеспечения функционирования парка, площадью 13 020,23 га (20,3 % от территории парка).

Охранная зона парка составляет 84 224,16 га.

Результаты и их обсуждение

Национальный парк «Браславские озера» отражает особенности природных условий Поозерской провинции озерно-ледниковых, моренно-озерных и холмисто-моренно-озерных ландшафтов. Северная часть национального парка относится к Браславскому району волнистых и пологоволнистых моренно-озерных, мелко-холмисто-грядовых холмисто-моренно-озерных ландшафтов, а южная его часть – к Дисненскому району плоских и плосковолнистых озерно-ледниковых ландшафтов [39].

В результате проведенных исследований выявлено сложное ландшафтное строение Национального парка «Браславские озера», в границах которого выделены 7 родов и 21 вид ландшафтов. Наиболее распространены озерно-ледниковые ландшафты, занимающие 30,8 % от площади парка. Доля озерно-болотных и камово-моренных ландшафтов составляет 11,1 и 8,6 % от площади парка соответственно. На холмисто-моренно-озерные, моренно-озерные, водно-ледниковые ландшафты и речные долины приходится менее 5 % от площади парка для каждого рода.

Масштаб исследований позволил выделить отдельные урочища, в том числе крупные моренные и камовые холмы, озовые и эоловые гряды, заторфованные и заболоченные котловины, ложбины стока с водотоками. Они подчеркивают своеобразие ландшафтного строения территории (рис. 2).

Значительное видовое разнообразие характерно для озерно-ледниковых ландшафтов с лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах и болотами на торфяно-болотных почвах. Рельеф озерно-ледниковых ландшафтов представлен плосковолнистыми и плоскими низинами, осложнен эоловыми холмами, заболоченными котловинами и ложбинами. Встречаются участки моренной равнины, одиночные камовые и моренные холмы. В южной части парка распространены дерново-подзолистые заболоченные суглинистые почвы, в северной части – дерново-подзолистые песчаные почвы. В естественном растительном покрове озерно-ледниковых ландшафтов преобладают еловые и широколиственно-еловые леса на дерново-подзолистых суглинистых почвах, сосновые и сосново-еловые леса на дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах. В заболоченных котловинах сформировались верховые и низинные болота. В границах парка выделены следующие виды озерно-ледниковых ландшафтов:

- бугристо-плоскостолнистые озерно-ледниковые ландшафты с эоловыми холмами, с сосновыми и сосново-еловыми лесами на дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 12)²;
- бугристо-плоскостолнистые озерно-ледниковые ландшафты с эоловыми холмами, котловинами и ложбинами, с сосновыми, сосново-еловыми лесами на дерново-подзолистых, местами заболоченных песчаных и супесчаных почвах и сосново-пушистоберезовыми и черноольховыми лесами на торфяно-болотных почвах (вид 13);
- бугристо-плоскостолнисто-котловинные озерно-ледниковые ландшафты с сосновыми, реже еловыми и березовыми лесами на дерново-подзолистых песчаных, часто заболоченных почвах и сосново-пушистоберезовыми и черноольховыми лесами на торфяно-болотных почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 14);
- плоскобугристые озерно-ледниковые ландшафты с эоловыми холмами и котловинами, с еловыми, широколиственно-еловыми, сосновыми, березовыми лесами на дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых, реже песчаных, местами заболоченных почвах (вид 15);

²Здесь и далее номер вида соответствует условному обозначению на рис. 2.

- плоскобугристые озерно-ледниковые ландшафты с сосновыми лесами на дерново-подзолистых песчаных почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 16);
- плоские озерно-ледниковые ландшафты с сосновыми и сосново-еловыми лесами на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных, местами заболоченных почвах (вид 17);
- плоские озерно-ледниковые ландшафты с ложбинами и котловинами, с еловыми и сосновыми лесами, участками широколиственно-еловых, осиновых и березовых лесов на дерново-подзолистых заболоченных супесчаных и суглинистых почвах, сосновыми, пушистоберезовыми и черноольховыми лесами на торфяно-болотных почвах (вид 18).

В состав заповедной зоны национального парка включена территория одного вида – область плоских озерно-ледниковых ландшафтов с ложбинами и котловинами (вид 18), которая занимает 46,36 % (см. таблицу). В зону регулируемого использования входят все виды озерно-ледниковых ландшафтов, суммарная площадь которых составляет 38,97 % (рис. 3). В рекреационной зоне площадь озерно-ледниковых ландшафтов уменьшается до 15,74 %. В состав этой зоны включен участок плоских озерно-ледниковых ландшафтов с ложбинами и котловинами (вид 18), расположенный вдоль северного побережья оз. Богинское, и участок плоскобугристых ландшафтов, который находится южнее оз. Дривяты. В хозяйственной зоне доля озерно-ледниковых ландшафтов составляет 31,57 %. В нее входят участки бугристо-плосковолнистых и плоскобугристых озерно-ледниковых ландшафтов с эловыми холмами, занятых сельскохозяйственными землями, на дерново-подзолистых, преимущественно супесчаных, почвах (виды 12 и 15). Их площадь составляет 8,50 и 7,98 % от площади функциональной зоны соответственно.

**Доля площади ландшафтов, включенных в функциональные зоны
и внутреннюю охранную зону Национального парка «Браславские озера»,
от площади этих зон, %**

**The proportion of the area of landscapes included in the functional zones
and the internal buffer zone of the Braslavskie Ozyora National Park,
from the area of these zones, %**

Род ландшафта	Вид ландшафта	Функциональные зоны				Внутренняя охранная зона
		Заповедная зона	Зона регулируемого использования	Рекреационная зона	Хозяйственная зона	
Холмисто-моренно-озерные ландшафты	1	0	0,99	1,9	2,05	2,01
Камово-моренные ландшафты	2	0	2,38	5,62	9,13	10,2
	3	0	0,09	4,49	0	0,16
	4	0	3,53	15,19	9,89	5,49
Моренно-озерные ландшафты	5	0	1,58	2,7	5,14	5,68
	6	0	3,66	2,97	4,19	3,21
	7	0,65	2,55	0	0,99	2,09
Водно-ледниковые ландшафты	8	0	0,18	2,99	0,19	1,33
	9	0	1,78	2,87	0,37	0,25
	10	0	1,54	7,31	1,85	3,61
	11	0	1,43	5,81	2,71	18,37
Озерно-ледниковые ландшафты	12	0	3,87	1,07	8,51	9,61
	13	0	5,25	0	1,53	2,7
	14	0	3,01	0	2,34	1,49
	15	0	8,78	3,25	7,98	6,61
	16	0	1,05	5,26	1,23	2,72
	17	0	3,12	0,39	5,07	1,92
	18	46,36	13,89	5,77	4,91	3,57
Озерно-болотные ландшафты	19	33,04	7,16	0	09	0,18
	20	0	9,11	0,69	5,74	2,04
Речные долины	21	0	0,09	0	0,8	1,59
Урочища	22–30	19,95	24,95	27,84	25,28	15,16

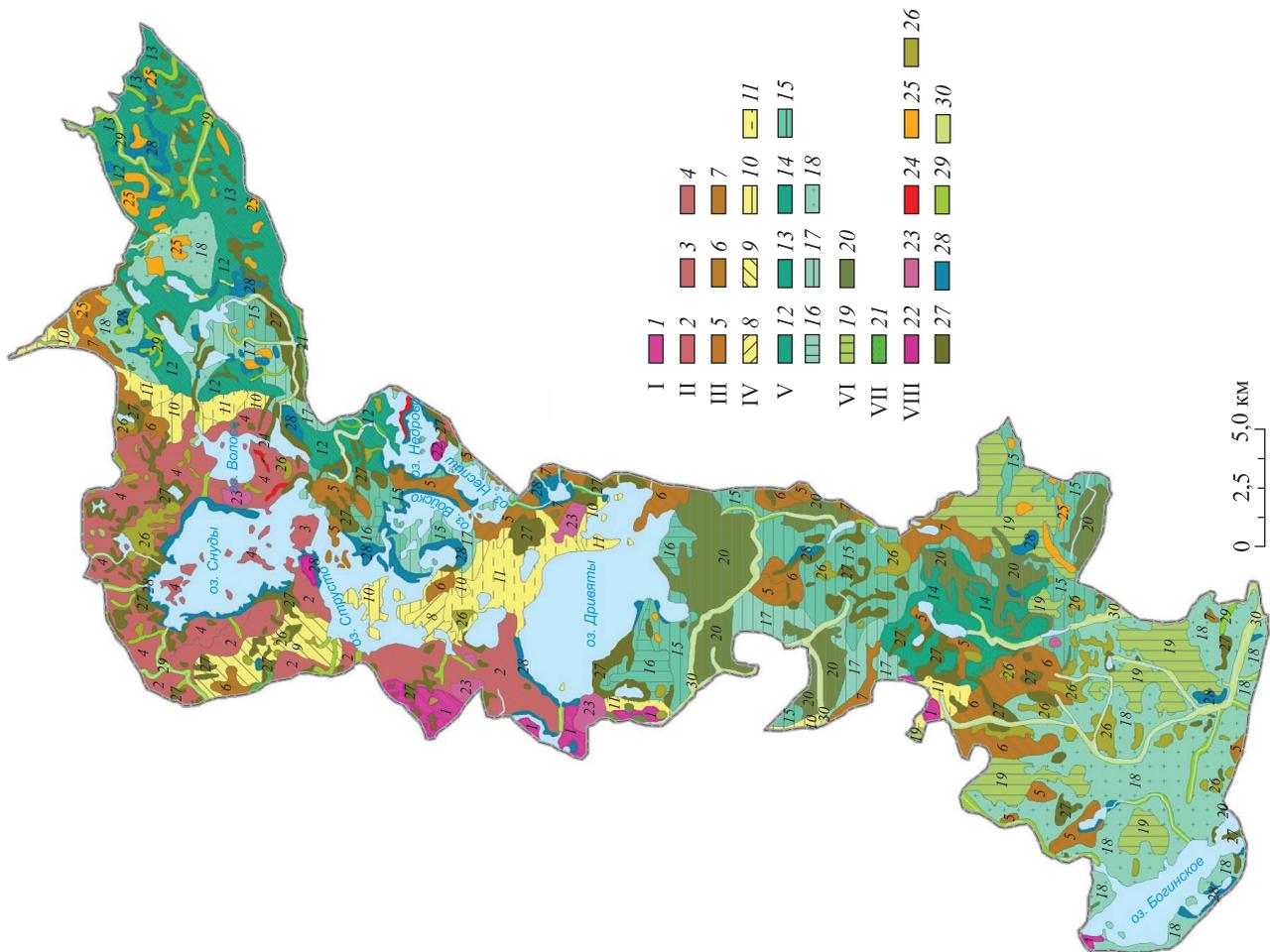


Рис. 2. Ландшафты Национального парка «Браславские озера» в ранге родов (I–VII), видов (I–21) и урочищ (22–30).

I. Холмисто-моренно-озерные ландшафты: 1 – среднехолмистые; 3 – мелкохолмистые; 4 – мелко-холмисто-котловинные. II. Моренно-озерные ландшафты: 5 – холмисто-волнистые; 6 – плосковолнистые; 7 – плоские.

IV. Водно-ледниковые ландшафты: 8 – холмисто-волнистые; 9 – пологоволнистые; 10 – плосковолнистые; 11 – плоские.

V. Озерно-ледниковые ландшафты:

12 – бутристово-посковолнистые с эоловыми холмами; 13 – бутристово-посковолнистые с эоловыми холмами, котловинами и ложбинами;

14 – бутристово-посковолнисто-котловинные;

15 – плоскобутристовые с эоловыми холмами и котловинами;

16 – плоскобутристовые; 17 – плоские; 18 – плоские с ложбинами и котловинами.

VI. Озерно-болотные ландшафты:

19 – выпуклые ландшафты верховых и переходных болот; 20 – плоские ландшафты низинных болот. VII. Речные долины:

21 – речные долины со слабовыраженной поймой малых рек.

VIII. Урочища: 22 – моренные холмы; 23 – камовые холмы;

24 – озовые гряды; 25 – эоловые гряды;

26 – котловины верховых и переходных болот;

27 – котловины низинных болот; 28 – озерно-аллювиальные котловины;

29 – сильновырезанные ложбины стока с водотоками;

30 – слабовырезанные ложбины стока с водотоками

Fig. 2. Landscapes of the Braslavskiy Ozyora National Park in the rank of genera (I–VII), species (I–21), and tracts (22–30).

I. Hilly-moraine-lacustrine landscapes: 1 – medium-hilly-ridge.

II. Kame-moraine landscapes: 2 – medium-hilly; 3 – small-hilly;

4 – small-hilly-hollow. III. Moraine-lacustrine landscapes:

5 – hilly-wave; 6 – flat-wave; 7 – flat.

IV. Fluvioglacial landscapes: 8 – hilly-wave; 9 – gently sloping-wave; 10 – flat-wave; 11 – flat.

V. Lacustrine-glacial landscapes: 12 – hummocky flat-wave with aeolian hills;

13 – hummocky flat-wave with eolian hills, depressions and ravines;

14 – hummocky flat-wave-hollow; 15 – hummocky with eolian hills and depressions;

16 – hummocky; 17 – flat; 18 – flat with depressions and ravines.

VI. Lacustrine-swamp landscapes: 19 – convex upland and transitional swamps;

20 – flat lowland swamps. VII. River valleys:

21 – river valleys with weak floodplain of small rivers.

VIII. Tracts: 22 – moraine hills; 23 – kame hills; 24 – esker ridges;

25 – eolian ridges; 26 – depressions of upland and transitional swamps;

27 – depressions of lowland swamps; 28 – lacustrine-alluvial depressions;

29 – deep ravines with streams; 30 – shallow ravines with streams

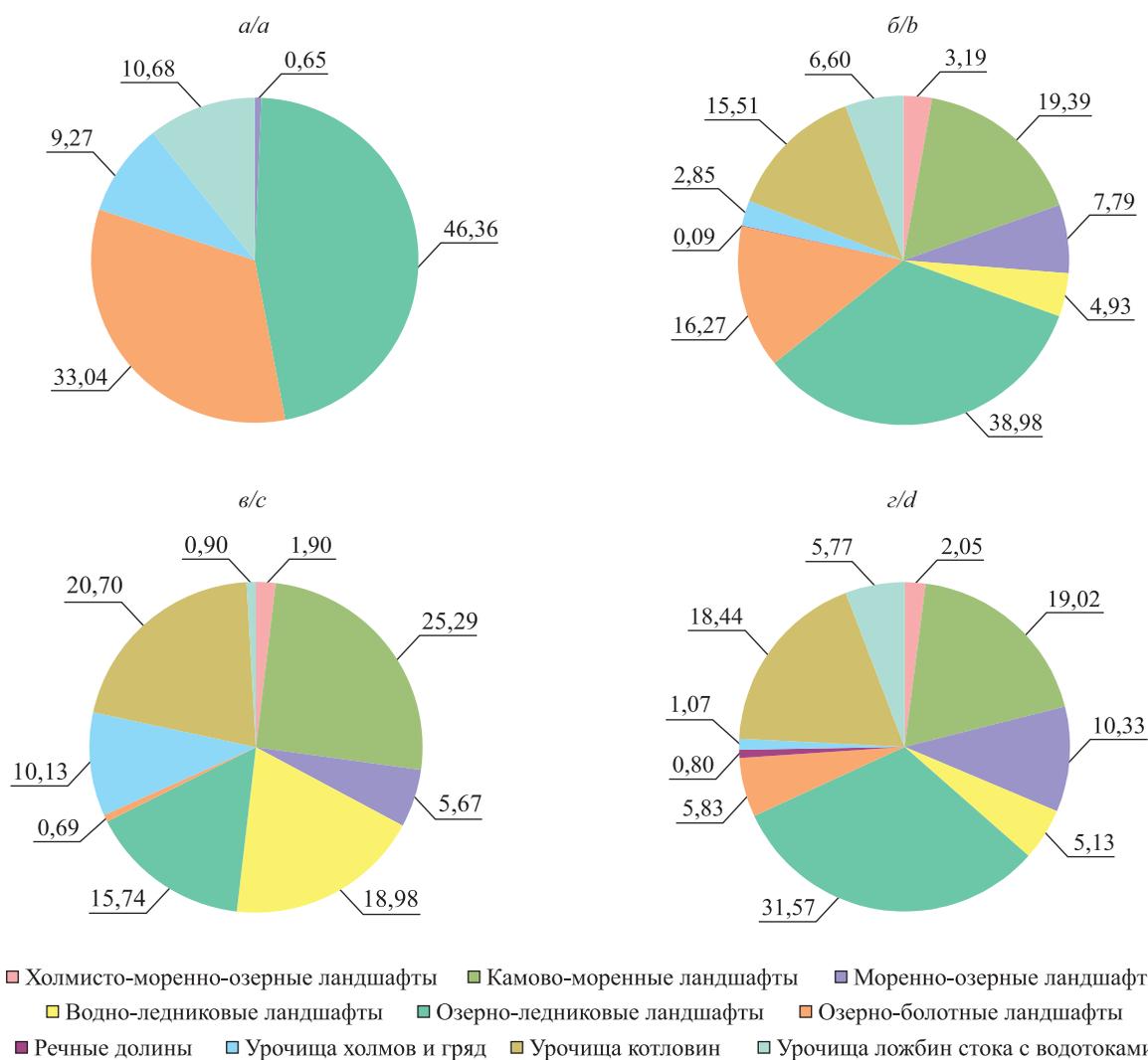


Рис. 3. Доля площади ландшафтов, включенных в функциональные зоны Национального парка «Браславские озера», от площади этих зон, %:
а – заповедная зона; б – зона регулируемого использования;
в – рекреационная зона; г – хозяйственная зона

Fig. 3. The proportion of the area of landscapes included in the functional zones of the Braslavskiy Ozyora National Park, from the area of these zones, %:
а – protected zone; б – regulated use zone; в – recreational zone; г – economic zone

Озерно-болотные ландшафты с открытыми и лесными болотами на торфяно-болотных почвах широко распространены в южной части парка. Под торфами (мощность породы составляет от 1 до 7 м) залегают озерно-аллювиальные или озерные пески, супесчано-суглинистые отложения, которые частично выходят на поверхность в форме минеральных островов. Естественная растительность представлена сосновыми, пушистоберезово-сосновыми, черноольховыми болотными лесами, осоковыми, сфагновыми болотами. В границах парка выделены следующие виды озерно-болотных ландшафтов:

- выпуклые верховые и переходные болота с сосновыми, пушистоберезовыми лесами, сфагновыми болотами на торфяно-болотных почвах (вид 19);
- плоские низинные болота с черноольховыми, пушистоберезово-черноольховыми лесами и участками широколиственно-черноольховых лесов, осоковых болот на торфяно-болотных почвах (вид 20).

В состав заповедной зоны включены выпуклые верховые и переходные болота (вид 19), на долю которых приходится 33,04 %. Площадь озерно-болотных ландшафтов в зоне регулируемого использования составляет 16,27 %, из них на долю плоских низинных болот (вид 20) приходится 9,11 %. Южнее оз. Дривяты 5,74 % озерно-болотных ландшафтов мелиорированы и включены в состав хозяйственной зоны.

Камово-моренные ландшафты с лесами на дерново-подзолистых, местами заболоченных почвах распространены в северо-западной части парка. Для них характерно сочетание камовых и моренных холмов, котловин и западин, которые усложняют рельеф. Почвенно-растительный покров представлен участками сосновых, елово-сосновых, березовых лесов на дерново-подзолистых, часто заболоченных

почвах. Котловины заняты сосново-пушистоберезовыми и черноольховыми болотными лесами на торфяно-болотных почвах. В пределах парка выделены следующие виды камово-моренных ландшафтов:

- среднехолмистые камово-моренные ландшафты с елово-сосновыми лесами на дерново-подзолистых, местами заболоченных супесчаных и суглинистых почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 2);
- мелкохолмистые камово-моренные ландшафты с сосновыми лесами на дерново-подзолистых песчаных почвах (вид 3);
- мелко-холмисто-котловинные камово-моренные ландшафты с елово-сосновыми и березовыми лесами на дерново-подзолистых, местами заболоченных супесчаных и суглинистых почвах, с сосново-пушистоберезовыми и черноольховыми лесами на торфяно-болотных почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 4).

Участки камово-моренных ландшафтов входят в состав всех функциональных зон национального парка, кроме заповедной. В границах рекреационной зоны они занимают наибольшую площадь – 25,30 %. Мелко-холмисто-котловинные ландшафты (вид 4) составляют 15,19 % от площади рекреационной зоны. В границах мелкохолмистых ландшафтов с сосновыми лесами на дерново-подзолистых песчаных почвах (вид 3), занимающими 4,49 % от площади рекреационной зоны, на полуострове между озерами Струсто и Снуды организованы туристические стоянки.

Холмисто-моренно-озерные ландшафты с лесами на дерново-подзолистых почвах распространены небольшими участками вдоль западной границы парка и представлены средне-холмисто-грядовыми ландшафтами с сосново-еловыми лесами на дерново-подзолистых, местами заболоченных супесчаных почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 1). Участки ландшафта, занятые сельскохозяйственными землями, включены в хозяйственную зону парка, а участки, занятые лесными землями, – в зону регулируемого использования и рекреационную зону. В границах заповедной зоны холмисто-моренно-озерные ландшафты не встречаются.

Моренно-озерные ландшафты с лесами на дерново-подзолистых почвах фрагментарно представлены на всей территории национального парка. Наибольшие по площади участки встречаются в центральной и юго-западной частях парка. Рельеф является плоским, плосковолнистым, местами холмисто-волнистым, преобладают дерново-подзолистые, часто заболоченные почвы. Естественный растительный покров представлен еловыми, широколиственно-еловыми, мелколиственными лесами. В границах парка выделены следующие виды моренно-озерных ландшафтов:

- холмисто-волнистые моренно-озерные ландшафты с елово-сосновыми, сосновыми и березовыми лесами на дерново-подзолистых, местами заболоченных суглинистых и супесчаных почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 5);
- плосковолнистые моренно-озерные ландшафты с елово-сосновыми, березовыми лесами на дерново-подзолистых, местами заболоченных супесчаных и песчаных почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 6);
- плоские моренно-озерные ландшафты с елово-сосновыми, березовыми лесами на дерново-подзолистых, местами заболоченных песчаных и супесчаных почвах (вид 7).

Моренно-озерные ландшафты представлены небольшими по площади участками во всех функциональных зонах парка, при этом их площадь варьируется от 0,65 % в заповедной зоне до 10,32 % в хозяйственной зоне. Холмисто-волнистые и плосковолнистые ландшафты с пахотнопригодными и луговыми землями (виды 5 и 6) преимущественно включены в хозяйственную и рекреационную зоны, а плоские моренно-озерные ландшафты с естественным растительным покровом – в зону регулируемого использования и заповедную зону. В границах моренно-озерных ландшафтов находятся г. Браслав и ряд сельских населенных пунктов, земли которых относятся к внутренней охранной зоне.

Водно-ледниковые ландшафты с лесами на дерново-подзолистых почвах встречаются фрагментарно. Рельеф здесь является достаточно разнообразным, встречаются участки холмисто-волнистых, плосковолнистых, плоских равнин с камами, озами, дюнами, котловинами и ложбинами стока. Почвенно-растительный покров представлен преимущественно сосновыми лесами на дерново-подзолистых песчаных почвах и сосново-пушистоберезовыми и черноольховыми лесами на торфяно-болотных почвах. В границах парка выделены следующие виды водно-ледниковых ландшафтов:

- холмисто-волнистые водно-ледниковые ландшафты с сосновыми лесами на дерново-подзолистых песчаных почвах (вид 8);
- пологоволнистые водно-ледниковые ландшафты с отдельными холмами и котловинами, с сосновыми лесами на дерново-подзолистых песчаных почвах, сосново-пушистоберезовыми и черноольховыми лесами на торфяно-болотных почвах (вид 9);
- плосковолнистые водно-ледниковые ландшафты с сосновыми лесами на дерново-подзолистых песчаных почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 10);
- плоские водно-ледниковые ландшафты с сосновыми лесами на дерново-подзолистых песчаных почвах, с сельскохозяйственными землями (вид 11).

Значительная часть территории водно-ледниковых ландшафтов включена в состав рекреационной (18,98 %) и внутренней охранной (23,56 %) зон. Водно-ледниковые ландшафты представлены небольшими по площади участками в границах зоны регулируемого использования и хозяйственной зоны. Участки ландшафта, занятые сельскохозяйственными землями, включены в хозяйственную зону национального парка, а участки, занятые лесными землями, – в зону регулируемого использования и рекреационную зону.

Ландшафт речных долин со слабовыраженной поймой малых рек с участками лугов на аллювиальных дерновых заболоченных почвах, черноольховыми лесами и низинными травяными болотами на аллювиальных торфяно-болотных почвах (вид 21) распространен в долине р. Друйки, протекающей вдоль восточной границы парка. Природоохранные ограничения здесь связаны с соблюдением режимов водоохраных зон и прибрежных полос.

В целом распространение антропогенно преобразованных ландшафтов соответствует режимам охраны и использования территории функциональных зон национального парка и внутренней охранной зоны (рис. 4).

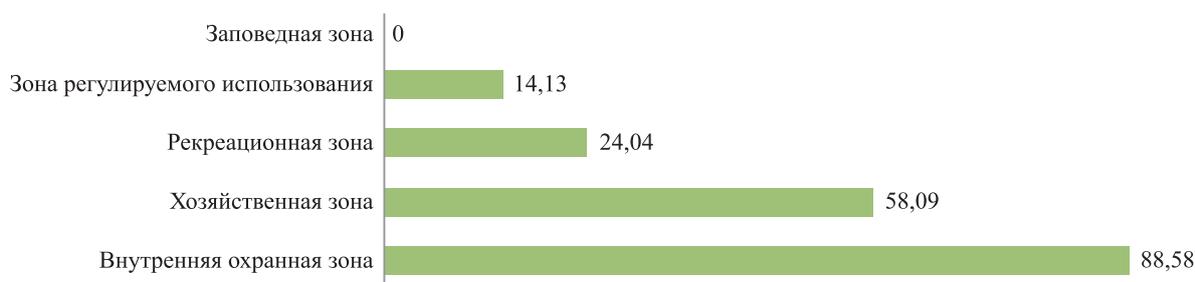


Рис. 4. Доля антропогенно преобразованных ландшафтов в границах функциональных зон Национального парка «Браславские озера», %

Fig. 4. The share of anthropogenically transformed landscapes within the boundaries of the functional zones of the Braslavskie Ozyora National Park, %

Отсутствие антропогенно нарушенных земель выступает обязательным требованием к сохранению ландшафтного и биологического разнообразия в заповедной зоне. Данное требование соблюдается в Национальном парке «Браславские озера». В зоне регулируемого использования доля антропогенно преобразованных ландшафтов является незначительной (около 14 %). Это связано с особенностями ведения лесохозяйственной деятельности (наличие лесных дорог, противопожарных полос, участков санитарных рубок). В рекреационной зоне доля антропогенно трансформированных участков ландшафтов достигает уже 24 %. В хозяйственной зоне доля сельскохозяйственных земель составляет около 60 %, а во внутренней охранной зоне, в которую включены населенные пункты, доля трансформированных земель закономерно возрастает почти до 89 %.

Установленные в национальном парке природоохранные режимы функциональных зон позволяют выполнять задачи по устойчивому управлению его территорией и сохранению ландшафтов.

Заключение

Разработанный ЭО КАСС создан как корпоративная полнофункциональная ГИС-платформа, включающая в себя ГИС-сервер, веб-портал, систему управления базами данных, настольные ГИС-комплексы и мобильные ГИС. Структурно ЭО КАСС состоит из пяти ГИС-узлов, расположенных в национальных парках и Березинском биосферном заповеднике. ЭО КАСС включает картографо-информационный и справочно-информационный компоненты. В состав картографо-информационного компонента входит цифровая ландшафтная карта масштаба 1 : 100 000, которая разработана на базе цифровых тематических материалов, приведенных к единой системе координат и проекции.

Проведенное исследование показало сложное ландшафтное строение национального парка, в границах которого выделены 7 родов и 21 вид ландшафтов. Наиболее распространены озерно-ледниковые ландшафты, занимающие 30,8 % от площади парка. Доля озерно-болотных и камово-моренных ландшафтов составляет 11,1 и 8,6 % от площади парка соответственно.

В состав заповедной зоны включены сохранившиеся в естественном состоянии участки плоских озерно-ледниковых ландшафтов с ложбинами и котловинами, а также озерно-болотных ландшафтов с выпуклыми верховыми и переходными болотами. В зоне регулируемого использования представлены все встречающиеся в национальном парке виды ландшафтов, а их незначительная трансформация (14 % от площади зоны) свидетельствует о сложившемся здесь устойчивом природопользовании. В состав

рекреационной зоны входят участки камово-моренных, водно-ледниковых, частично моренно-озерных и озерно-ледниковых ландшафтов, среди которых доля антропогенно преобразованных ландшафтов составляет 24 % от площади зоны. Хозяйственная зона парка состоит в основном из сельскохозяйственных земель (60 % от площади зоны) преимущественно в границах озерно-ледниковых и камово-моренных ландшафтов.

Сопряженный анализ ландшафтного строения и функционального зонирования Национального парка «Браславские озера» показал, что управление территорией парка является достаточно устойчивым, учитываются ее ландшафтные особенности и обеспечивается сохранение ландшафтного разнообразия.

Библиографические ссылки

1. Юргенсон НА, Устин ВВ, Шушкова ЕВ, Груммо ДГ. *50 уникальных заповедных территорий Беларуси*. Минск: Белорусская энциклопедия им. Петруся Бровки; 2017. 399 с.
2. Берлянт АМ. *Геоинформационное картографирование*. Москва: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; 1997. 64 с.
3. Лурье ИК. *Геоинформационное картографирование: методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков*. Москва: КДУ; 2008. 424 с.
4. Tezel D, Inam S, Kocaman S. GIS-based assessment of habitat networks for conservation planning in Kas-Kekova protected area (Turkey). *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2020;9(2):1–21. DOI: 10.3390/ijgi9020091.
5. Сипач ВА, Люштык ВС, Семёнов ОА. Географическая информационная система как основа информационного обеспечения природоохранной деятельности особо охраняемых природных территорий. В: Люштык ВС, составитель. *Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Материалы конференции с международным участием, посвященной 20-летию образования Национального парка «Нарочанский»; 9–11 октября 2019 г.; Нарочь, Беларусь*. Минск: Бинера; 2019. с. 212–229.
6. Geneletti D, van Duren I. Protected area zoning for conservation and use: a combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation. *Landscape and Urban Planning*. 2008;85(2):97–110. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.10.004.
7. Трифонова ТА, Мищенко НВ, Краснощекоев АН. *Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях*. Москва: Академический проект; 2005. 352 с.
8. Видина АА. *Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтными исследованиям*. Солнцев НА, редактор. Москва: [б. и.]; 1962. 120 с.
9. Мамай ИИ. Некоторые вопросы методики полевых ландшафтных исследований равнинных территорий. В: Исаченко АГ, Преображенский ВС, редакторы. *Методика ландшафтных исследований*. Ленинград: [б. и.]; 1971. с. 19–27.
10. Николаев ВА. *Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов*. Москва: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; 1978. 63 с.
11. Исаченко АГ. *Методы прикладных ландшафтных исследований*. Ленинград: Наука; 1980. 222 с.
12. Обуховский ЮМ, Губин ВН, Марцинкевич ГИ. *Аэрокосмические исследования ландшафтов Беларуси*. Минск: Наука і тэхніка; 1994. 173 с.
13. Марцинкевич ГИ, Клицунова НК, Хараничева ГТ, Якушко ОФ, Логинова ЛВ. *Ландшафты Белоруссии*. Марцинкевич ГИ, Клицунова НК, редакторы. Минск: Университетское; 1989. 238 с.
14. Жучкова ВК. *Организация и методы комплексных физико-географических исследований*. Москва: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова; 1977. 183 с.
15. Исаченко ГА. *Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование*. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет; 1999. 110 с.
16. Клицунова НК. *Методы географических исследований. Часть 1. Методы физико-географических исследований*. Минск: БГУ; 2008. 124 с.
17. Fabos JG. Computerization of landscape planning. *Landscape and Urban Planning*. 1988;15(3–4):279–289. DOI: 10.1016/0169-2046(88)90051-5.
18. Jongman RUG. Landscape ecology and land-use planning. In: Wiens J, Moss M, editors. *Issues and perspectives in landscape ecology*. Cambridge: Cambridge University Press; 2005. p. 316–328.
19. von Haaren C, Galler C, Ott S. *Landscape planning. The basis of sustainable landscape development*. Leipzig: Bonn; 2008. 51 p.
20. Klingseisen B, Metternicht G, Paulus G. Geomorphometric landscape analysis using a semi-automated GIS-approach. *Environmental Modelling & Software*. 2008;23:109–121. DOI: 10.1016/j.envsoft.2007.05.007.
21. Evans IS. Geomorphometry and landform mapping: what is a landform? *Geomorphology*. 2012;137:94–106. DOI: 10.1016/J.GEOMORPH.2010.09.029.
22. Антипов АН, Дроздов АВ, Кравченко ВВ, Семёнов ЮМ, Гагаринова ОВ, Плюснин ВМ и др. *Ландшафтное планирование: принципы, методы, европейский и российский опыт*. Антипов АН, Дроздов АВ, редакторы. Иркутск: Институт географии имени В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук; 2002. 141 с.
23. Кравченко ВВ, Семёнов ЮМ, Дроздов АВ, Гагаринова ОВ, Роговская НВ, Плюснин ВМ и др. *Ландшафтное планирование: инструменты и опыт применения*. Антипов АН, редактор. Иркутск: Институт географии имени В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук; 2005. 165 с.
24. Антипов АН, Семёнов ЮМ. Ландшафтное планирование как инструмент управления природопользованием (на примере Байкальского региона). *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2006;5:82–91.
25. Ялушно В, Дудко Г. Ландшафтное планирование как средство экологической организации территории. В: Дудко ГВ, редактор. *Территориальное планирование в Республике Беларусь*. Минск: ФУАинформ; 2007. с. 211–228.
26. Дьяконов КН, Хорошев АВ, редакторы. *Теория и методология ландшафтного планирования*. Москва: Товарищество научных изданий КМК; 2019. 513 с.
27. Антипов АН, Дроздов АВ, Князева ТФ, Кравченко ВВ, Семёнов ЮМ. *Руководство по ландшафтному планированию. Том 2. Методические рекомендации по ландшафтному планированию*. Дроздов АВ, редактор. Москва: Государственный центр экологических программ; 2021. 72 с.

28. Шитов АВ, Семёнов ЮМ. Ландшафтное планирование для целей природопользования на горных территориях (на примере Майминского района Республики Алтай). *ИнтерКарто. ИнтерГИС*. 2015;21:194–203. DOI: 10.24057/2414-9179-2015-1-21-194-203.
29. Абалаков АД, Овдин ЕД, Новикова ЛС. *Территориальная организация Забайкальского национального парка*. Плюснин ВМ, редактор. Иркутск: Институт географии имени В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук; 2002. 125 с.
30. Бабин ВГ, Семёнов ЮМ, Шитов АВ, Сухова МГ, Кочеева НА, Журавлёва ОВ и др. Ландшафтное планирование природного парка «Зона покоя Уюк» (Республика Алтай). *География и природные ресурсы*. 2011;3:38–45. DOI: 10.1134/S187537281103005X.
31. Клебанович НВ, Прокопович СН, Сазонов АА, Куликова АС. Картометрическая и генетико-морфологическая характеристика почвенного покрова средствами ГИС-технологий. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология*. 2017;2:92–102.
32. Ольшевский АВ, Самсоненко ИП, Яцухно ВМ. Технология выявления, дешифрирования и картографирования деградированных земель на основе данных дистанционного зондирования Земли. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология*. 2018;2:50–58.
33. Лазовик ГС, Топаз АА. Оценка эрозионной опасности почв и ее картографирование с использованием ГИС-технологий. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология*. 2021;2:18–31. DOI: 10.33581/2521-6740-2021-2-18-31.
34. Дудко ГВ, Яцухно ВМ, Башкинцева ОФ, Скрипачёва ОН. *Принципы формирования и зонирования национальных парков: обзорная информация*. Минск: БелНИЦ «Экология»; 2004. 48 с.
35. Дудко ГВ, Яцухно ВМ, Люштык ВС. Функциональное зонирование Национального парка «Нарочанский»: опыт проведения, современное состояние, перспективы развития. В: Люштык ВС, составитель. *Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Материалы конференции с международным участием, посвященной 20-летию образования Национального парка «Нарочанский»; 9–11 октября 2019 г.; Нарочь, Беларусь*. Минск: Бинера; 2019. с. 17–23.
36. Мицон ВА. История создания и развития особо охраняемой природной территории. В: Люштык ВС, составитель. *Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Материалы конференции с международным участием, посвященной 20-летию образования Национального парка «Нарочанский»; 9–11 октября 2019 г.; Нарочь, Беларусь*. Минск: Бинера; 2019. с. 56–61.
37. Гагина НВ, Курлович ДМ, Ковалевская ОМ. Создание цифровых карт природных ландшафтов Национального парка «Нарочанский». *ИнтерКарто. ИнтерГИС*. 2020;26(4):90–103. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-90-103.
38. Марцинкевич ГИ, Гагина НВ, Курлович ДМ, Ковалевская ОМ. Структура и картографирование ландшафтов Национального парка «Припятский» с использованием геоинформационных технологий. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология*. 2021;1:65–74. DOI: 10.33581/2521-6740-2021-1-65-74.
39. Счастливая ИИ, Воробьёв ДС. Структура природных ландшафтов и ее роль в создании схемы ландшафтного районирования Беларуси. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология*. 2022;1:28–41. DOI: 10.33581/2521-6740-2022-1-28-41.

References

- Yurgenson NA, Ustin VV, Shushkova EV, Grummo DG. *50 unikal'nykh zapovednykh territorii Belarusi* [50 unique reserved natural territories of Belarus]. Minsk: Belaruskaja jencyklapedyja imja Petrusja Browki; 2017. 399 p. Russian.
- Berlyant AM. *Geoinformatsionnoe kartografirovanie* [Geoinformation mapping]. Moscow: Lomonosov Moscow State University; 1997. 64 p. Russian.
- Lur'e IK. *Geoinformatsionnoe kartografirovanie: metody geoinformatiki i tsifrovoi obrabotki kosmicheskikh snimkov* [Geoinformation mapping: methods of geoinformatics and digital processing of space images]. Moscow: KDU; 2008. 424 p. Russian.
- Tezel D, Inam S, Kocaman S. GIS-based assessment of habitat networks for conservation planning in Kas-Kekova protected area (Turkey). *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2020;9(2):1–21. DOI: 10.3390/ijgi9020091.
- Sipach VA, Lyushtyk VS, Semenov OA. [Geographic information system as the basis for information support of environmental activities of specially protected natural areas]. In: Lyushtyk VS, compiler. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii (OOPT). Materialy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 20-letiyu obrazovaniya Natsional'nogo parka «Narochanskiy»; 9–11 oktyabrya 2019 g.; Naroch', Belarus'* [The current state and prospects for the development of specially protected natural areas (SPNA). Proceedings of the conference with international participation dedicated to the 20th anniversary of the formation of the National Park «Narochanskiy»; 2019 October 9–11; Naroch, Belarus]. Minsk: Biner; 2019. p. 212–229. Russian.
- Geneletti D, van Duren I. Protected area zoning for conservation and use: a combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation. *Landscape and Urban Planning*. 2008;85(2):97–110. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.10.004.
- Trifonova TA, Mishchenko NV, Krasnoshchekov AN. *Geoinformatsionnye sistemy i distantsionnoe zondirovanie v ekologicheskikh issledovaniyakh* [Geoinformation systems and remote sensing in ecological research]. Moscow: Akademicheskii projekt; 2005. 352 p. Russian.
- Vidina AA. *Metodicheskie ukazaniya po polevym krupnomasshtabnym landshaftnym issledovaniyam* [Guidelines for field large-scale landscape studies]. Solntsev NA, editor. Moscow: [s. n.]; 1962. 120 p. Russian.
- Mamai II. [Some questions of methodology of field landscape studies of flat territories]. In: Isachenko AG, Preobrazhenskii VS, editors. *Metodika landshaftnykh issledovaniy* [Landscape research methodology]. Leningrad: [s. n.]; 1971. p. 19–27. Russian.
- Nikolaev VA. *Klassifikatsiya i melkomasshtabnoe kartografirovanie landshaftov* [Classification and small-scale mapping of landscapes]. Moscow: Lomonosov Moscow State University; 1978. 63 p. Russian.
- Isachenko AG. *Metody prikladnykh landshaftnykh issledovaniy* [Methods of applied landscape research]. Leningrad: Nauka; 1980. 222 p. Russian.
- Obukhovskii YuM, Gubin VN, Martsinkevich GI. *Aerokosmicheskie issledovaniya landshaftov Belarusi* [Aerospace researches of landscapes of Belarus]. Minsk: Navuka i tjehnika; 1994. 173 p. Russian.
- Martsinkevich GI, Klitsunova NK, Kharanicheva GT, Yakushko OF, Loginova LV. *Landshafty Belorussii* [Landscape of Belarus]. Martsinkevich GI, Klitsunova NK, editors. Minsk: Universitetskoe; 1989. 238 p. Russian.
- Zhuchkova VK. *Organizatsiya i metody kompleksnykh fiziko-geograficheskikh issledovaniy* [Organisation and methods of complex physical and geographical research]. Moscow: Lomonosov Moscow State University; 1977. 183 p. Russian.

15. Isachenko GA. *Metody polevykh landshaftnykh issledovaniy i landshaftno-ekologicheskoe kartografirovaniye* [Methods of field landscape research and landscape-ecological mapping]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University; 1999. 110 p. Russian.
16. Klitsunova NK. *Metody geograficheskikh issledovaniy. Chast' 1. Metody fiziko-geograficheskikh issledovaniy* [Methods of geographical research. Part 1. Methods of physical and geographical research]. Minsk: Belarusian State University; 2008. 124 p. Russian.
17. Fabos JG. Computerization of landscape planning. *Landscape and Urban Planning*. 1988;15(3–4):279–289. DOI: 10.1016/0169-2046(88)90051-5.
18. Jongman RUG. Landscape ecology and land-use planning. In: Wiens J, Moss M, editors. *Issues and perspectives in landscape ecology*. Cambridge: Cambridge University Press; 2005. p. 316–328.
19. von Haaren C, Galler C, Ott S. *Landscape planning. The basis of sustainable landscape development*. Leipzig: Bonn; 2008. 51 p.
20. Klingseisen B, Metternicht G, Paulus G. Geomorphometric landscape analysis using a semi-automated GIS-approach. *Environmental Modelling & Software*. 2008;23:109–121. DOI: 10.1016/j.envsoft.2007.05.007.
21. Evans IS. Geomorphometry and landform mapping: what is a landform? *Geomorphology*. 2012;137:94–106. DOI: 10.1016/J.GEOMORPH.2010.09.029.
22. Antipov AN, Drozdov AB, Kravchenko VV, Semenov YuM, Gagarinova OV, Plyusnin VM, et al. *Landshaftnoe planirovaniye: printsipy, metody, evropeiskii i rossiiskii opyt* [Landscape planning: principles, methods, European and Russian experience]. Antipov AN, Drozdov AV, editors. Irkutsk: V. B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2002. 141 p. Russian.
23. Kravchenko VV, Semenov YuM, Drozdov AV, Gagarinova OV, Rogovskaya NV, Plyusnin VM, et al. *Landshaftnoe planirovaniye: instrumenty i opyt primeneniya* [Landscape planning: tools and application experience]. Antipov AN, editor. Irkutsk: V. B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2005. 165 p. Russian.
24. Antipov AN, Semenov YuM. Landscape planning as an instrument of land use management (by example of Baikal Region). *Izvestiya rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2006;5:82–91. Russian.
25. Yatsukhno V, Dudko G. [Landscape planning as a means of ecological organisation of the territory]. In: Dudko GV, editor. *Territorial'noe planirovaniye v Respublike Belarus'* [Territorial planning in the Republic of Belarus]. Minsk: FUAinform; 2007. p. 211–228. Russian.
26. D'yakonov KN, Khoroshev AV, editors. *Teoriya i metodologiya landshaftnogo planirovaniya* [Theory and methodology of landscape planning]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK; 2019. 513 p. Russian.
27. Antipov AN, Drozdov AV, Knyazeva TF, Kravchenko VV, Semenov YuM. *Rukovodstvo po landshaftnomu planirovaniyu. Tom 2. Metodicheskie rekomendatsii po landshaftnomu planirovaniyu* [Landscape planning guide. Volume 2. Guidelines for landscape planning]. Drozdov AV, editor. Moscow: Gosudarstvennyi tsentr ekologicheskikh programm; 2021. 72 p. Russian.
28. Shitov AV, Semenov YuM. Landscape planning for environmental management in mountain territories (on the example of the Mayminsky Region of Altai Republic). *InterKarto. InterGIS*. 2015;21:194–203. Russian. DOI: 10.24057/2414-9179-2015-1-21-194-203.
29. Abalakov AD, Ovdin ED, Novikova LS. *Territorial'naya organizatsiya Zabaikal'skogo natsional'nogo parka* [Territorial organisation of the Zabaikalsky National Park]. Plyusnin VM, editor. Irkutsk: V. B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; 2002. 125 p. Russian.
30. Babin VG, Semenov YuM, Shitov AV, Sukhova MG, Kocheeva NA, Zhuravleva OV, et al. Landscape planning of the «Ukok quiet zone» National Park (Altai Republic). *Geografia i prirodnye resursy*. 2011;3:38–45. Russian. DOI: 10.1134/S187537281103005X.
31. Klebanovich NV, Prokopovich SN, Sazonov AA, Kulikova AS. Cartometrics and genetic-morphological characteristics of the soil cover by means of GIS-technologies. *Journal of the Belarusian State University. Geography. Geology*. 2017;2:92–102. Russian.
32. Alsheuski AV, Samsonenka IP, Yatsukhna VM. The technology of identification, interpretation and mapping of degraded lands based on remote sensing data. *Journal of the Belarusian State University. Geography. Geology*. 2018;2:50–58. Russian.
33. Lazovik GS, Topaz AA. Assessment of soil erosion hazard and its mapping using GIS technologies. *Journal of the Belarusian State University. Geography. Geology*. 2021;2:18–31. Russian. DOI: 10.33581/2521-6740-2021-2-18-31.
34. Dudko GV, Yatsukhno VM, Bashkintseva OF, Skripacheva ON. *Printsipy formirovaniya i zonirovaniya natsional'nykh parkov: obzornaya informatsiya* [Principles of formation and zoning of national parks: overview information]. Minsk: BelNITS «Ekologiya»; 2004. 48 p. Russian.
35. Dudko GV, Yatsukhno VM, Lyushtyk VS. [Functional zoning of the National Park «Narochanskiy»: experience, current state, development prospects]. In: Lyushtyk VS, compiler. *Sovremennoe sostoyaniye i perspektivy razvitiya osobo okhranyaemykh prirodnnykh territorii (OOPT). Materialy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 20-letiyu obrazovaniya Natsional'nogo parka «Narochanskiy»; 9–11 oktyabrya 2019 g.; Naroch', Belarus'* [The current state and prospects for the development of specially protected natural areas (SPNA). Proceedings of the conference with international participation dedicated to the 20th anniversary of the formation of the National Park «Narochanskiy»; 2019 October 9–11; Naroch, Belarus]. Minsk: Binera; 2019. p. 17–23. Russian.
36. Mitsyun VA. [The history of the creation and development of a specially protected natural area]. In: Lyushtyk VS, compiler. *Sovremennoe sostoyaniye i perspektivy razvitiya osobo okhranyaemykh prirodnnykh territorii (OOPT). Materialy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoi 20-letiyu obrazovaniya Natsional'nogo parka «Narochanskiy»; 9–11 oktyabrya 2019 g.; Naroch', Belarus'* [The current state and prospects for the development of specially protected natural areas (SPNA). Proceedings of the conference with international participation dedicated to the 20th anniversary of the formation of the National Park «Narochanskiy»; 2019 October 9–11; Naroch, Belarus]. Minsk: Binera; 2019. p. 56–61. Russian.
37. Hahina NV, Kurlovich DM, Kovalevskaya OM. Creation of digital maps of natural landscapes of the National Park «Narochanskiy». *InterKarto. InterGIS*. 2020;26(4):90–103. Russian. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-90-103.
38. Martsinkevich GI, Hahina NV, Kurlovich DM, Kovalevskaya OM. Structure and mapping of landscapes of the Pripyatsky National Park using geoinformation technologies. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology*. 2021;1:65–74. Russian. DOI: 10.33581/2521-6740-2021-1-65-74.
39. Shchasnaya II, Varabyou DS. The structure of natural landscapes and its role in the development of the landscape zoning scheme of Belarus. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology*. 2022;1:28–41. Russian. DOI: 10.33581/2521-6740-2022-1-28-41.