

Н.В. Гагина¹, Д.М. Курлович², О.М. Ковалевская³

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ КАРТ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»

АННОТАЦИЯ

Присоединение Республики Беларусь к международным соглашениям по охране биологического и ландшафтного разнообразия усилило внимание к вопросам изучения строения, функционирования и сохранения ландшафтов особо охраняемых природных территорий. Целью создания национального парка «Нарочанский» является сохранение уникальных природных комплексов как эталона ландшафтов, хранилища генетического фонда растительного и животного мира Белорусского Поозёрья, а также увеличение эффективности использования территории парка, площадь которого составляет 87,1 тыс. га, в природоохранной, научной, просветительской, туристической, рекреационной и оздоровительной деятельности.

В настоящее время в Республике Беларусь создаётся комплексная автоматизированно-справочная система особо охраняемых природных территорий с использованием ГИС-технологий. В рамках создания блока природных структурных компонентов данной системы была разработана методика цифрового картографирования ландшафтов национального парка. Методика построения цифровых карт с применением ГИС-технологий включает инвентаризационно-аналитический этап сбора материалов, картографирование природных ландшафтов, их оценку на соответствие критериям редкости и типичности, визуализацию информации в среде ArcGIS 10.

В исследовании применялись ландшафтный, сравнительно-географический, картографический методы, методы геоинформационного анализа данных. Информация была организована в файловую базу геоданных. Наборы классов объектов содержат базовую картографическую информацию (границы национального парка, гидрографическая сеть, населённые пункты, дороги), а также тематические слои, отражающие сложную природно-ландшафтную организацию территории парка в виде цифровых карт четвертичных отложений, морфометрии рельефа, карт почвенного и растительного покрова, ландшафтов, выделенных в ранге родов, видов, подвидов, отдельных урочищ и ландшафтов, соответствующих критериям редких или типичных природных ландшафтов страны. В ArcGIS 10 разработаны легенды ландшафтной карты и карты редких и типичных природных ландшафтов парка, выполнена символизация слоёв, компоновка и окончательный дизайн карт.

Разработанная методика и результаты цифрового картографирования могут быть использованы с целью совершенствования управления и развития геоинформационной системы национального парка «Нарочанский», цифрового картографирования редких и типичных ландшафтов иных особо охраняемых природных территорий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: географические информационные системы, ландшафты, географические компоненты, национальный парк, цифровая карта

¹ Белорусский государственный университет, Факультет географии и геоинформатики, пр. Независимости, д. 4, 220030, Минск, Республика Беларусь; *e-mail*: hahina@bsu.by

² Белорусский государственный университет, Факультет географии и геоинформатики, пр. Независимости, д. 4, 220030, Минск, Республика Беларусь; *e-mail*: kurlovich@bsu.by

³ Белорусский государственный университет, Факультет географии и геоинформатики, пр. Независимости, д. 4, 220030, Минск, Республика Беларусь; *e-mail*: kavaleusk@bsu.by

Natallia V. Hahina¹, Dzmitry M. Kurlovich², Olga M. Kovalevskaya³

CREATION OF DIGITAL MAPS OF NATURAL LANDSCAPES OF THE NATIONAL PARK “NAROCHANSKIY”

ABSTRACT

The accession of the Republic of Belarus to international agreements on the protection of biological and landscape diversity has increased attention to the study of the structure, functioning and preservation of landscapes of protected natural areas. The purpose of the national park “Narochanskiy” is to preserve unique natural complexes as a standard of landscapes, a repository of genetic fund of plant and animal life of Belarusian Poozerye, as well as to increase efficiency of use of the territory of the park, the area of which is 87.1 thousand hectares, in environmental, scientific, educational, tourist, recreational activities.

At present, Belarus is developing automated and referral system of protected natural areas using GIS-technologies. As part of the creation of a block of natural structural components of this system, the methodology of digital mapping of landscapes of the national park was developed. The method of digital maps creation with the use of GIS-technology includes inventory and analytical stage of materials collection, mapping of natural landscapes, their assessment for compliance with criteria of rarity and typicality, visualization of information in ArcGIS 10.

In the research landscape, geographical, cartographic methods, methods of the geoinformation analysis of data were applied. The information was organized into a geodatabase. Feature datasets contain basic cartographic information (boundaries of the national park, hydrographic network, settlements, roads), as well as thematic layers of quaternary deposits, geomorphometry, soils, vegetation, landscapes. In ArcGIS 10, legends of landscape map and maps of rare and typical natural landscapes of the park have been created.

The methodology and results of digital mapping of landscapes can be used to improve the management of the national park “Narochanskiy”.

KEYWORDS: geographic information systems, landscapes, geographic components, national park, digital map

ВВЕДЕНИЕ

Методологические основы исследования ландшафтов, принципы и методы построения их картографических моделей широко освещены в теоретических трудах [Арманд, 1975; Марцинкевич, 1987; Беручашвили, 1989; Исаченко, 1991; Тикунов, 1997; Солнцев, 2001] и мн. др. исследователей. Европейские и североамериканские ландшафтные исследования связаны с развитием ландшафтной экологии, обзор основных направлений которой приведен публикациях [Kozová *et al.*, 2007, 2008]. Принципы ландшафтного планирования с целью определения экологически оптимальной пространственной структуры ландшафта и компьютеризация ландшафтного планирования получили освещение в работах [Fabos, 1988; Jongman, 2005; Landscape planning, 2008] и др. Их анализ, а также изучение опыта применения компьютерного картографирования и ГИС-моделирования в исследованиях природных комплексов, описанного в работах [Берлянт, 1997; Трифонова, 2005; Лурье, 2008; Klingseisen, 2008; Evans, 2012; Hansen,

¹ Belarusian State University, The Faculty of Geography and Geoinformatics, Nezavisimost' Ave, 4, 220030, Minsk, Republic of Belarus; *e-mail*: hahina@bsu.by

² Belarusian State University, The Faculty of Geography and Geoinformatics, Nezavisimost' Ave, 4, 220030, Minsk, Republic of Belarus; *e-mail*: kurlovich@bsu.by

³ Belarusian State University, The Faculty of Geography and Geoinformatics, Nezavisimost' Ave, 4, 220030, Minsk, Republic of Belarus; *e-mail*: kavaleusk@bsu.by

2013], послужили основой формирования методологических приёмов геоинформационного картографирования ландшафтов.

Выявление, картографирование, учёт и охрана ландшафтов относится к актуальным научным и практическим задачам в свете современного природоохранного законодательства Республики Беларусь. В Законе Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях»¹ указано, что особо охраняемой объявляется часть территории с ценными природными комплексами и объектами, в отношении которой установлен особый режим охраны и использования. К таким ценным природным комплексам отнесены уникальные, эталонные и невосполнимые природные комплексы, естественные экологические системы, имеющие особое экологическое, научное или эстетическое значение, типичные и редкие природные ландшафты и биотопы.

Для объявления территорий национальным парком типичные и редкие природные ландшафты и биотопы должны составлять не менее 50 % от её площади. Выявление редких и типичных природных ландшафтов регламентировано документом «Правила выделения и охраны типичных и редких биотопов, типичных и редких природных ландшафтов»². Природный ландшафт в этом документе трактуется как природный объект, состоящий из взаимодействующих компонентов природной среды, сформированных в единых природно-климатических условиях. К редким природным ландшафтам относятся природные комплексы, занимающие менее 5 % территории страны каждый, в т.ч. особо ценные и уникальные или быстро трансформирующиеся под влиянием антропогенной деятельности. К типичным природным ландшафтам относятся репрезентативные, хорошо сохранившиеся в естественном состоянии комплексы, отражающие наиболее характерные особенности природных зон.

Систематизация редких и типичных природных ландшафтов, утверждённая в «Правилах выделения и охраны типичных и редких биотопов, типичных и редких природных ландшафтов», опирается на общепринятую в белорусском ландшафтоведении классификацию, в которой выделяются основные классификационные единицы — класс, тип, род, вид, и промежуточные — подтип, группа родов, подрод. Научное обоснование классификационных единиц и их характеристика детально рассмотрены в работах Г.И. Марцинкевич, Н.К. Клицуновой, И.И. Счастной и др. [1989; 2006]. Этот же подход лёг в основу составленной в 1984 г. ландшафтной карты для всей территории страны в м-бе 1: 600 000 и новой редакции карты в м-бе 1: 500 000 в 2014 г.³ Современная природоохранная правовая и научная база были положены в основу разработки методики создания цифровой карты редких и типичных природных ландшафтов национального парка «Нарочанский».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Создание цифровых карт ландшафтов, редких и типичных природных ландшафтов национального парка «Нарочанский» осуществлялось в среде географической информационной системы ArcGIS 10. Ландшафтное картографирование было обеспечено как комплексной, так и покомпонентой информацией о ландшафтных комплексах, систематизированной в файловую базу геоданных.

¹ Об особо охраняемых природных территориях: Закон Республики Беларусь № 150-З (принят 15 ноября 2018 г.).

² ТКП 17.12-06-2014 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Растительный мир. Правила выделения и охраны типичных и редких биотопов, типичных и редких природных ландшафтов: технический кодекс установившейся практики № 5-Т (утверждён и введён в действие постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 22 мая 2014 г.).

³ Республика Беларусь. Ландшафтная карта. М-б 1: 500 000. Минск: РУП «Белкартография», 2014

Процесс исследований включал в себя 3 последовательных этапа работ. Инвентаризационно-аналитический этап заключался в обосновании масштаба картографирования, определении перечня необходимых информационных материалов, в выборе ГИС-среды для картографирования, формы представления пространственных данных, подготовке базовой картографической информации и тематических слоёв. Также был выполнен анализ требований выделения редких и типичных ландшафтов. На этапе картографирования в среде ArcGIS 10 выполнялось последовательное создание цифровой ландшафтной карты, на основе которой построена цифровая карта редких и типичных природных ландшафтов парка. На этапе визуализации информации были уточнены векторные границы природно-территориальных комплексов и созданные атрибуты, разработаны окончательные варианты легенд, в соответствии с которыми выполнена символизация слоёв, компоновка и дизайн карт.

Цифровые ландшафтные карты представлены системой послойного отображения тематической покомпонентной и общегеографической информации и специальных слоёв, отражающих особенности ландшафтной организации территории. При составлении ландшафтных карт использованы топографическая основа м-ба 1: 100 000, материалы радарной топографической съёмки SRTM, данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)¹, карта четвертичных отложений масштаба 1: 200 000², почвенная карта м-ба 1: 50 000³, карта растительности м-ба 1: 100 000⁴, данные ЗИС (слои Land и Admi) м-ба 1: 10 000⁵. В качестве базовой принята проекционная система координат WGS 1984 UTM Zone 35N. При необходимости исходные пространственные данные были отсканированы, растровое изображение геопривязано и векторизовано в среде ГИС.

В среде ArcCatalog была разработана структура файловой базы географических данных и реализована в виде 3 наборов классов пространственных объектов, включающих линейные, точечные и полигональные классы пространственных объектов, а также наборов растровых данных.

Непосредственное создание цифровой карты редких и типичных природных ландшафтов национального парка «Нарочанский» выполнялось в следующей последовательности:

- ГИС-анализ ландшафтного строения территории, выявление редких и типичных видов ландшафтов в м-бе 1: 500 000, описание их местоположения;
- ГИС-анализ ландшафтного строения территории и выявление редких и типичных подвидов ландшафтов и субдоминантных ландшафтных комплексов в м-бе 1: 100 000, описание их местоположения;
- ГИС-анализ структуры земель по данным ЗИС для исключения из территории природного ландшафта антропогенно-трансформированных участков.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Методические приёмы создания цифровой карты ландшафтов национальных парков рассмотрены ранее [Курлович и др., 2017]. В качестве основных территориальных операционных единиц картографирования в м-бе 1: 100 000 выбраны ландшафты в ранге родов, в границах которых территория дифференцировалась на виды и подвиды, а также субдоминантные ландшафтные комплексы (урочища), площадь которых позволяла отразить их в данном масштабе.

¹ ESRI CIS. Электронный ресурс: <https://www.esri-cis.ru> (дата обращения 12.11.2019)

² Геологическая карта: четвертичные отложения. М-б 1: 200 000. М: ВСЕГЕИ, 1982

³ Почвенная карта Мядельского района Минской области. М-б 1: 50 000.

Мн: УП «Проектный институт «Белгипрозем», 2003

⁴ Карта растительности национального парка «Нарочанский». М-б 1: 60 000.

Мн: Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, 2016

⁵ Геопортал ЗИС. Электронный ресурс: <https://www.gismap.by/next/> (дата обращения 24.09.2019)

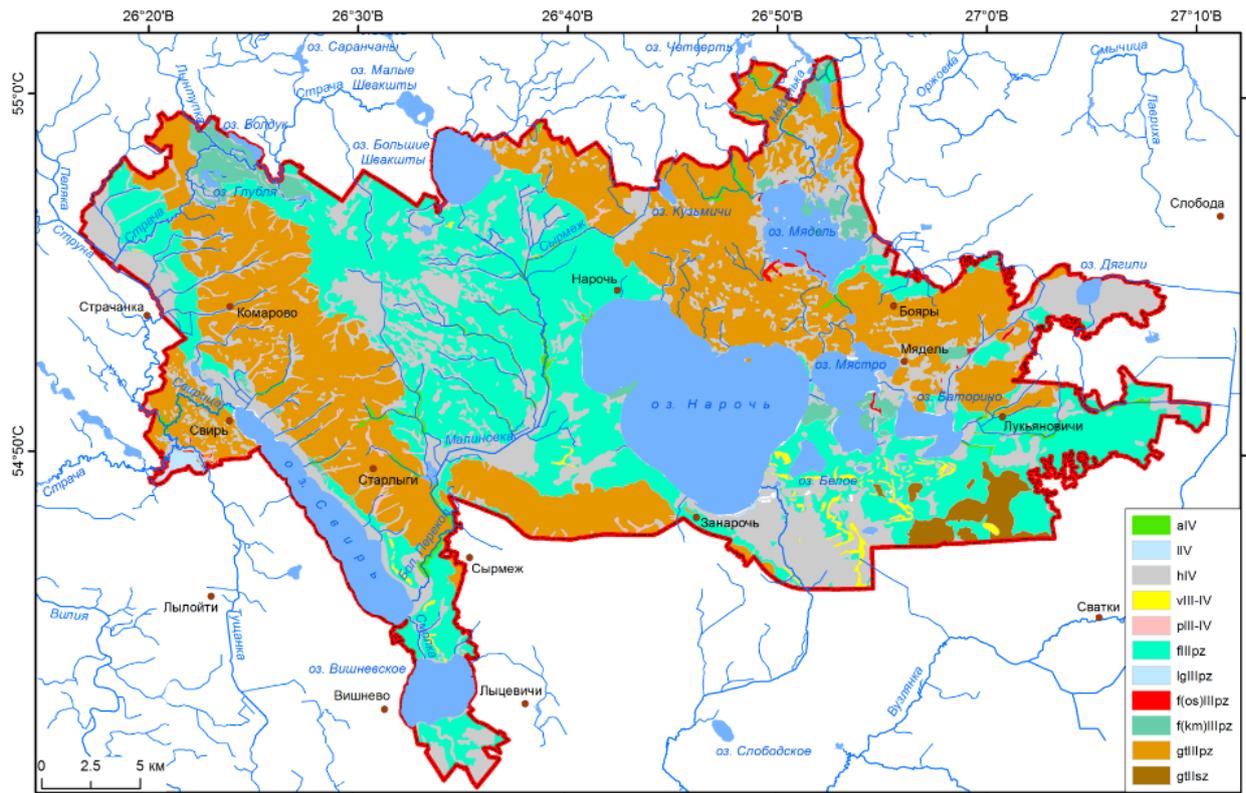


Рис. 1. Четвертичные отложения в границах национального парка «Нарочанский»
 Fig. 1. Quaternary deposits within the boundaries of the national park "Narochanskiy"

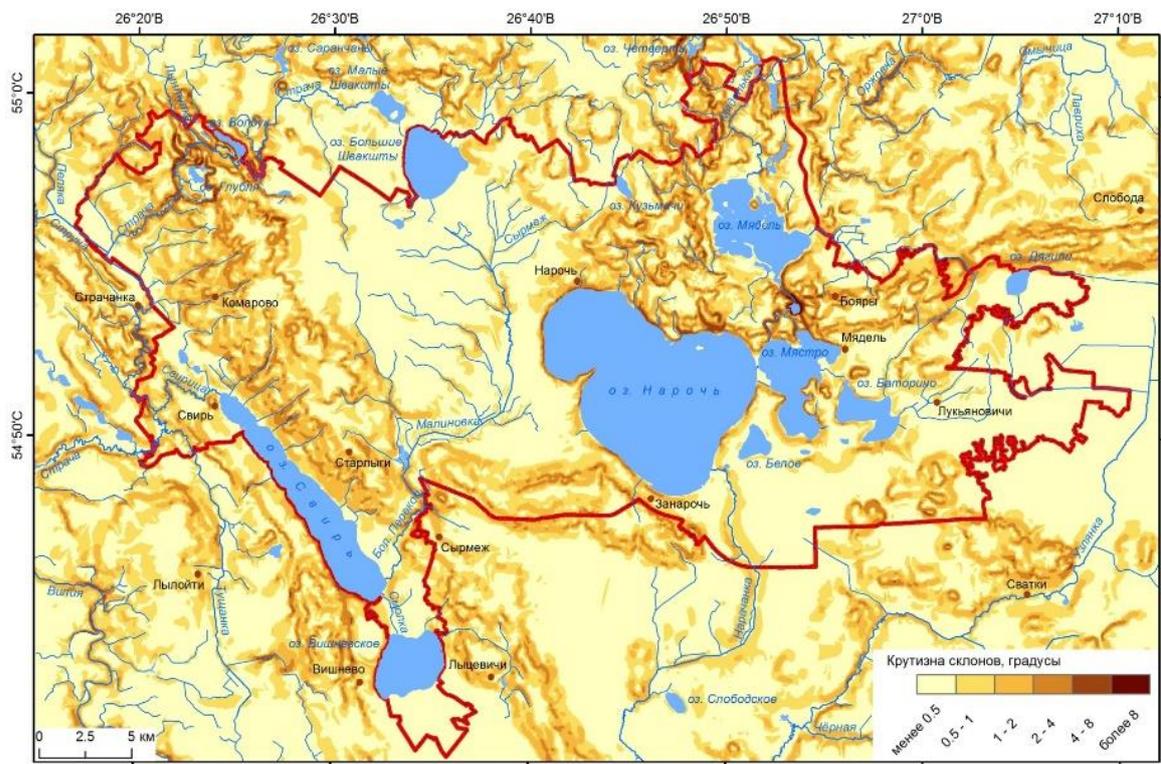


Рис. 2. Крутизна склонов в границах национального парка «Нарочанский»
 Fig. 2. Slopes within the boundaries of the national park "Narochanskiy"

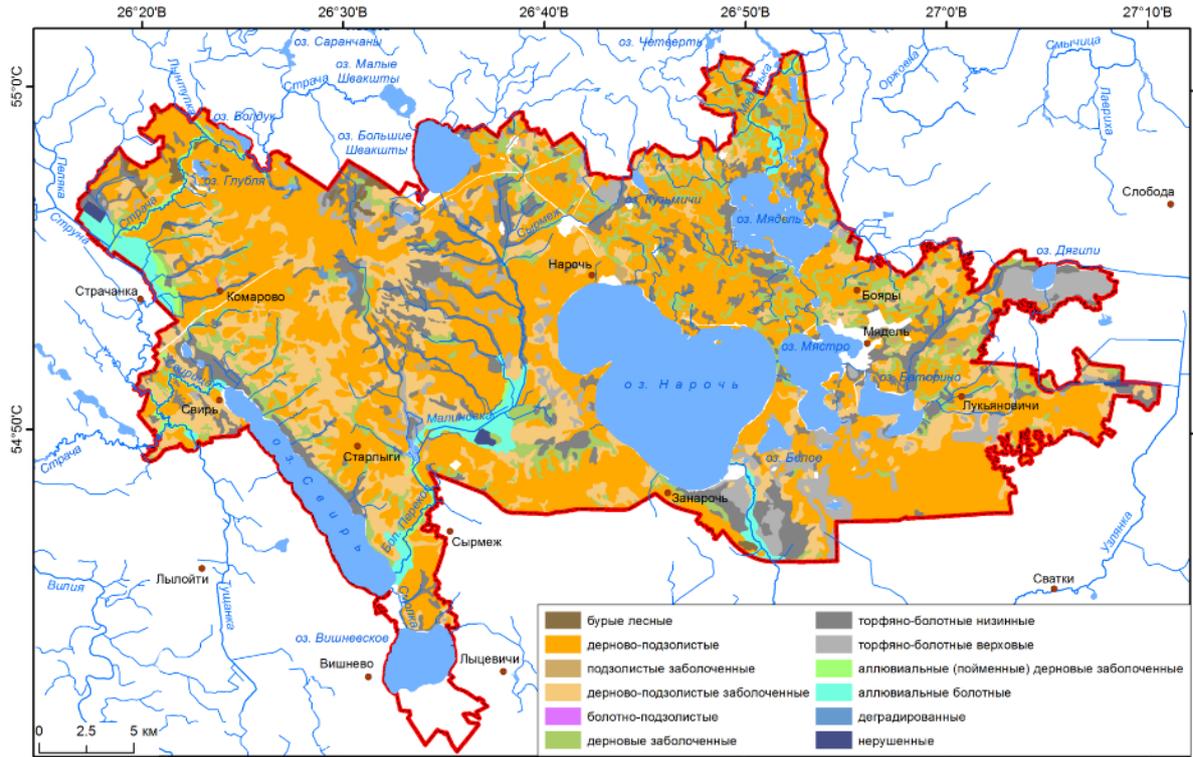


Рис. 3. Почвы в границах национального парка «Нарочанский»
 Fig.3. Soils within the boundaries of the national park "Narochanskiy"

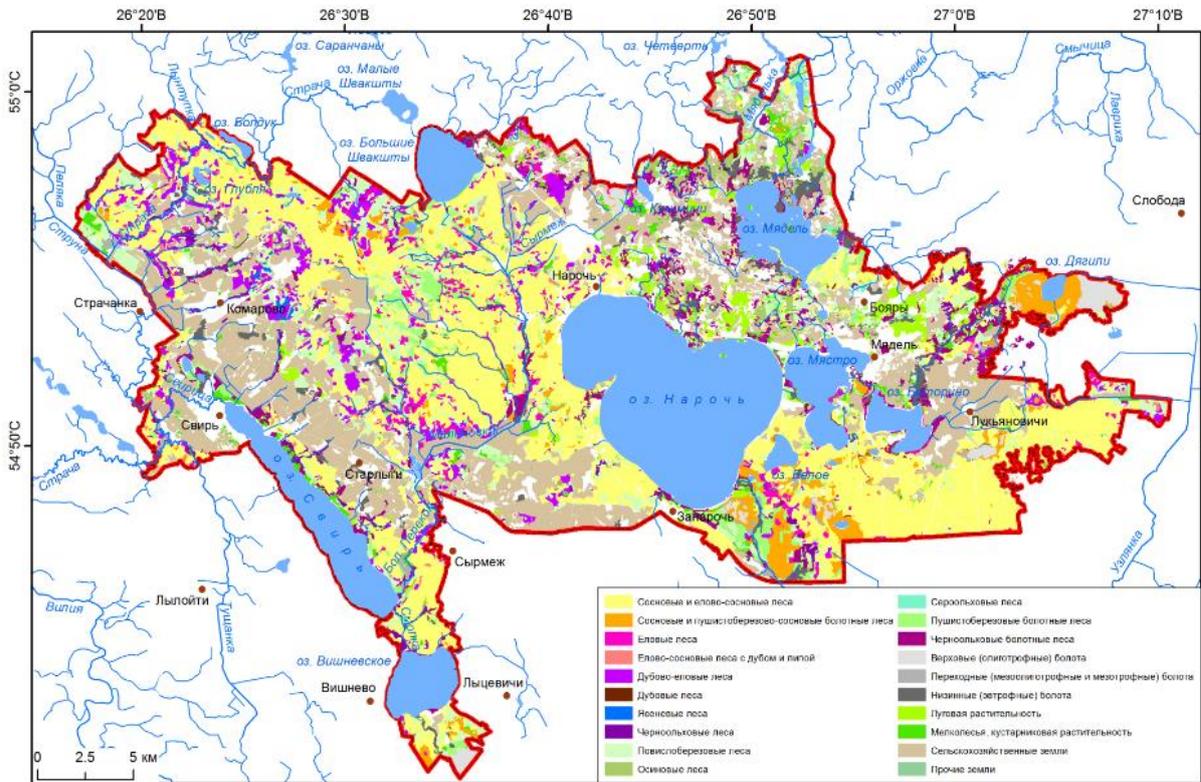


Рис. 4. Растительность в границах национального парка «Нарочанский»
 Fig.4. Vegetation within the boundaries of the national park "Narochanskiy"

Создание цифровой ландшафтной карты основано на синтезе покомпонентной тематической информации. Принципиальная структура ландшафтного строения территории определяется по генезису и литологии четвертичных отложений, морфологии и морфометрии рельефа (рис. 1, 2).

На основании генезиса и времени образования рельефа были выделены контуры родов ландшафтов (холмисто-моренно-озёрные, холмисто-моренно-эрозионные, камово-моренные, моренно-озёрные, водно-ледниковые, озёрно-аллювиальные, озёрно-ледниковые, озёрно-болотные, речных долин). В рамках контура каждого рода ландшафтов по морфологии мезорельефа обособлены подвиды и субдоминантные комплексы (урочища).

По материалам крупномасштабных почвенных карт уточнялись границы распространения некоторых ландшафтов и их урочищ, в т.ч. речных пойм, ложбин стока, заболоченных западин, эловых дюн (рис. 3), а по карте растительности уточнялись границы контуров озёрно-болотного ландшафта (рис. 4).

Различается отображение ландшафтного строения территории при разных масштабах картографирования (рис. 5). На врезке обзорной карты (м-б 1: 500 000) в границах ключевого участка выделены ландшафты, относящиеся к 2-м родам и 2-м видам. Для этого же участка при картографировании в м-бе 1: 100 000 выявляется гораздо более сложное ландшафтное строение: в границах участка встречаются ландшафты, относящиеся к 3-м родам, 7-ми подвидам с более детальной характеристикой морфологии рельефа и особенностей почвенно-растительного покрова.

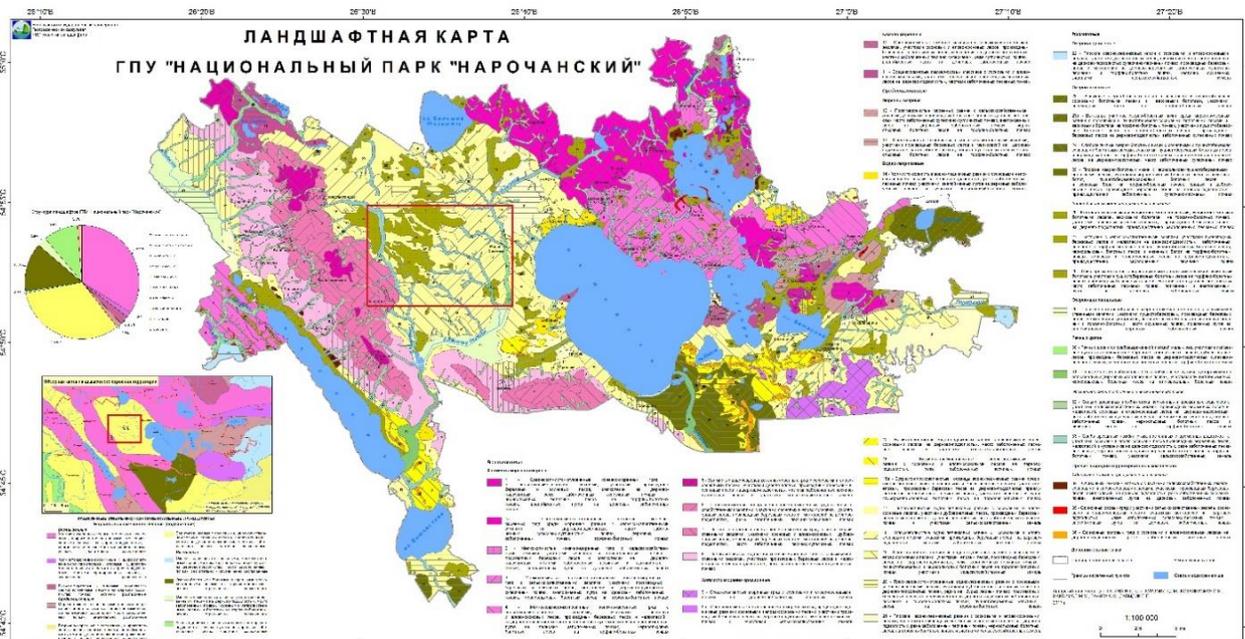


Рис. 5. Ландшафтное строение территории национального парка «Нарочанский»

Fig. 5. Landscape structure of the territory of the national park "Narochanskiy"

Разработанная цифровая ландшафтная карта рассматривалась как обязательная основа для создания карты редких и типичных природных ландшафтов национального парка. Базовая картографическая информация цифровой карты редких и типичных природных ландшафтов также организована в файловую базу геоданных, содержащую три набора классов, включающие следующие классы пространственных объектов: «Границы» (границы национального парка), «Земли» (границы видов земель), «Водоёмы и водотоки» (объекты гидрографической сети), «Населённые пункты», «Дороги», «Типы

четвертичных отложений», «Рельеф», «Почвы», «Растительность», «Ландшафты», «Редкие и типичные ландшафты», «Редкие и типичные природные ландшафты».

В качестве основного источника при этом использовалась созданная цифровая ландшафтная карта, в атрибутивных таблицах которой содержится информация о полном названии подвидов ландшафтов, объединённых в роды. На основе «Правил выделения и охраны типичных и редких биотопов, типичных и редких природных ландшафтов» был определён статус ландшафтов — редкие, типичные, не относящиеся к категории редких и типичных, редкие субдоминантные комплексы. Для хранения этой информации было создано атрибутивное поле кодированных значений, в которое заносились требуемые данные. Далее в соответствии с разработанным перечнем редких и типичных ландшафтов для м-ба 1: 100 000 были отобраны соответствующие контура; полученные геоданные были выгружены в целевой слой «Редкие и типичные ландшафты». Для территории национального парка «Нарочанский» определено около 150 контуров ландшафтов, относящихся к категории редких и типичных (рис. 6).

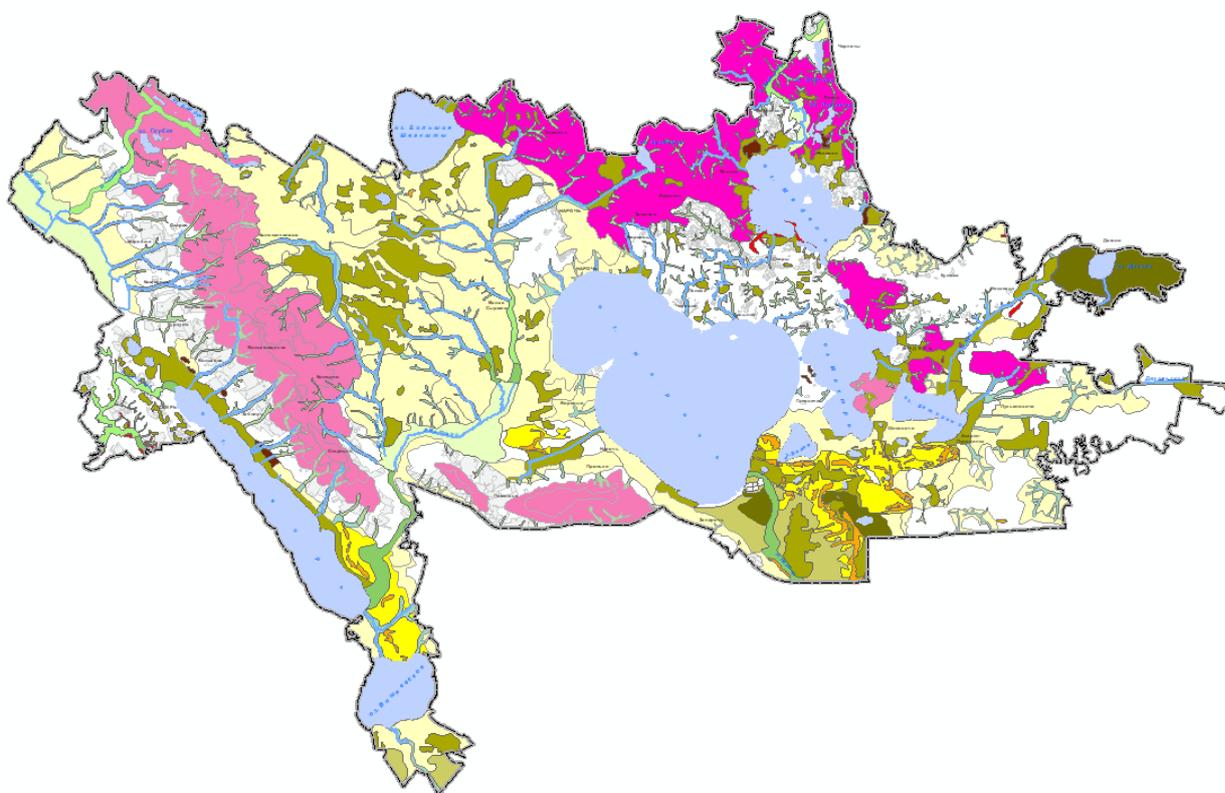


Рис. 6. Создание слоя редких и типичных ландшафтов в границах национального парка «Нарочанский»
Fig.6. Creation of a layer of rare and typical landscapes within the boundaries of the national park “Narochanskiy”

Редкие субдоминантные ландшафтные комплексы определялись не только по цифровой ландшафтной карте, но преимущественно по карте четвертичных отложений на основе приведённого в «Правилах выделения и охраны типичных и редких биотопов, типичных и редких природных ландшафтов» описания урочищ, подлежащих охране. Всего было выделено более 450 контуров, среди которых камовые холмы, озовые гряды, западины, котловины (рис. 7).

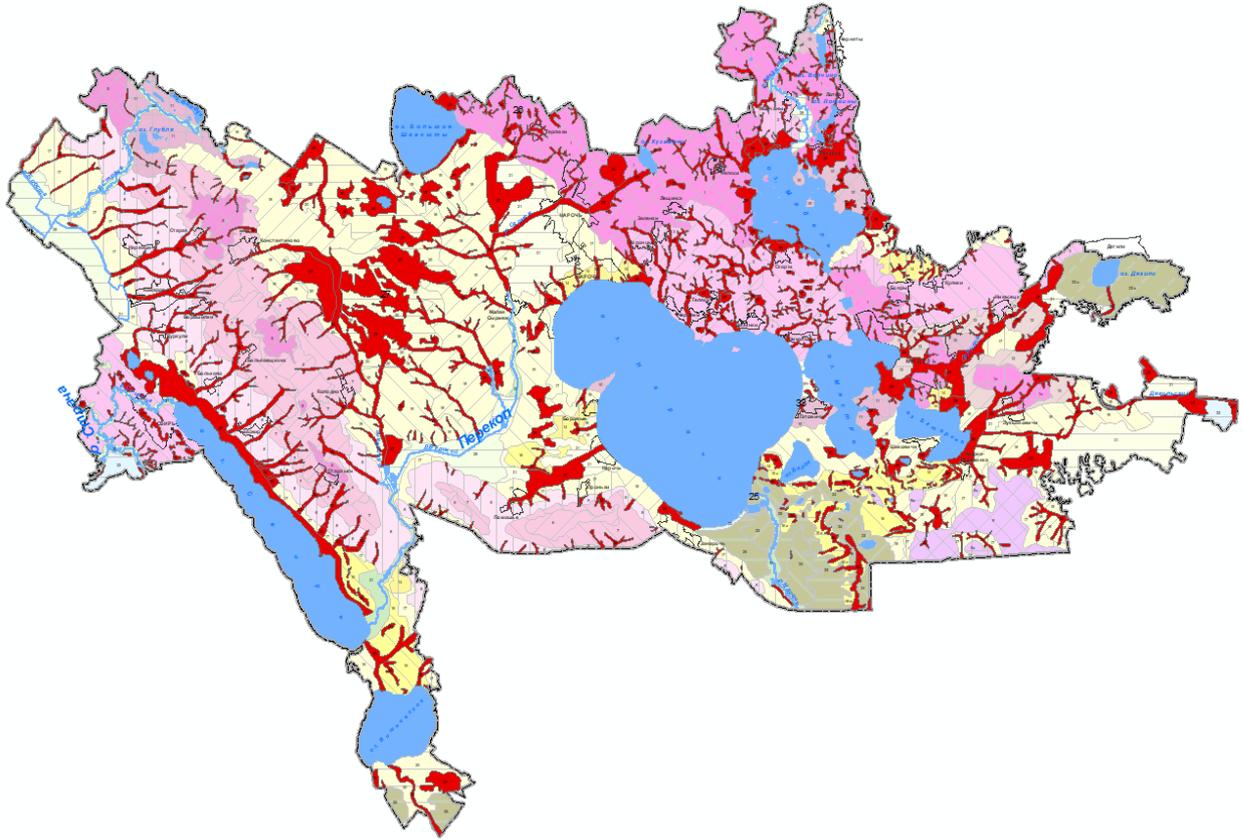


Рис. 7. Редкие субдоминантные ландшафтные комплексы в границах национального парка «Нарочанский»
Fig. 7. Rare subdominant landscape complexes within the boundaries of the national park “Narochanskiy”

Следующим шагом стало исключение из территории ландшафта антропогенно-трансформированных участков, включая земли под дорогами и застроенные, сельскохозяйственные пахотные, улучшенные луговые, занятые многолетними насаждениями и ягодниками, прочие нарушенные земли. Для этого был выполнен ГИС-анализ структуры земель: был сформирован SQL-запрос, с помощью которого отобраны необходимые участки земель в масштабе 1: 10 000. Поскольку базовым масштабом создаваемой карты являлся 1: 100 000, потребовалась генерализация отобранных контуров (рис. 8).

В результате был создан класс объектов «Редкие и типичные природные ландшафты», в котором находятся сохранившиеся в природном состоянии ареалы редких и типичных ландшафтов и редких субдоминантных комплексов. При необходимости их границы и актуальное состояние уточнялись по данным дистанционного зондирования Земли.

Для визуализации информации на карте редких и типичных природных ландшафтов был выбран комплексный способ, включающий сочетание цвета и штриховки. Цветом отображены территориальные единицы, ранг которых соответствует виду ландшафта и субдоминантных комплексов, штриховкой — подгруппы редких и типичных природных ландшафтов и редких субдоминантных комплексов. Также на карте цветом отображаются земли под населёнными пунктами, водоёмами. В границах контуров ландшафтов, не относящихся к редким или типичным, цветовым фоном показаны лесопокрываемые и сельскохозяйственные земли.

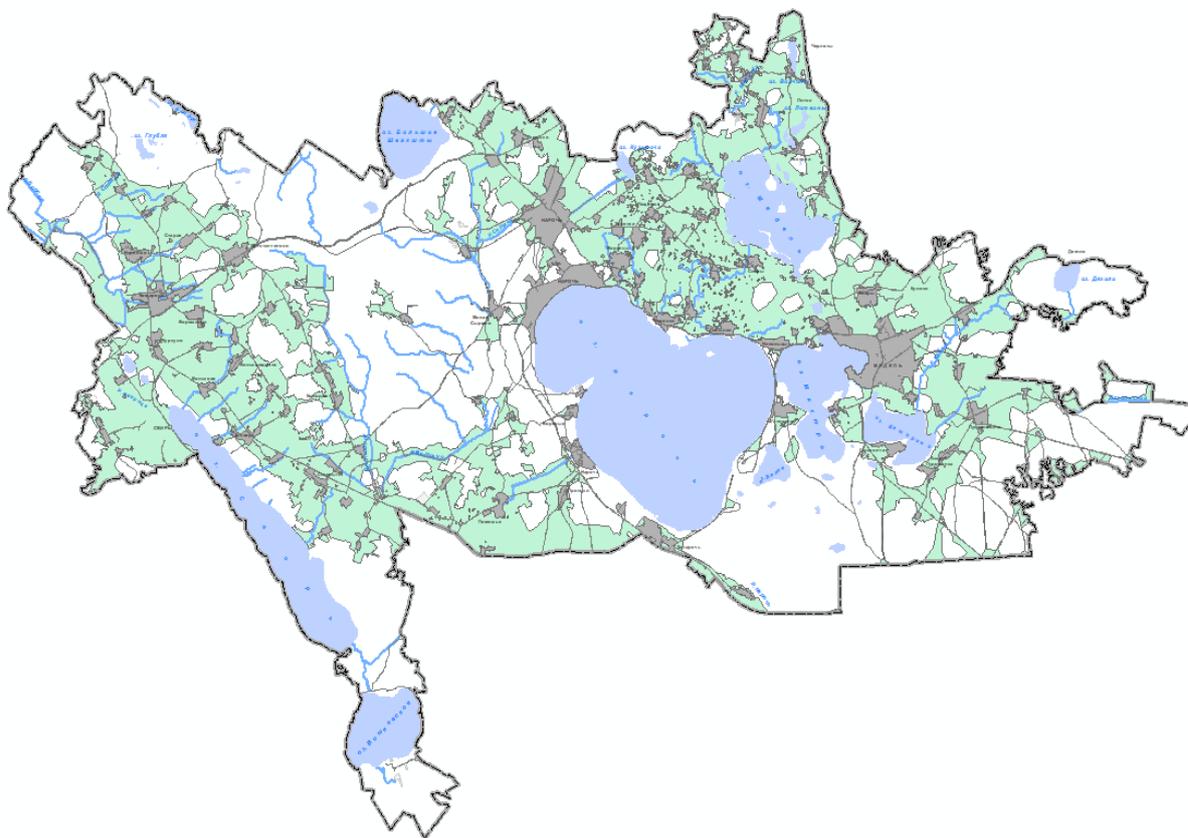


Рис. 8. Генерализация контуров антропогенно-нарушенных земель в границах национального парка «Нарочанский»
Fig. 8. Generalization of contours of disturbed land within the boundaries of the national park "Narochanskiy"

Легенда цифровой карты редких и типичных природных ландшафтов также была скомпонована в соответствии с разработанной методикой (рис. 9). Условные обозначения сгруппированы в следующие блоки:

- редкие и типичные ландшафты — с полным названием рода (холмисто-моренно-озёрные с лесами на дерново-подзолистых почвах; водно-ледниковые с лесами на дерново-подзолистых почвах; озёрно-аллювиальные с лесами, лугами на дерновых заболоченных и торфяно-болотных почвах; озёрно-болотные с открытыми и лесными болотами на торфяно-болотных почвах; ландшафты речных долин с лугами и лесами на аллювиальных дерновых заболоченных и торфяно-болотных почвах), а также их видов и подвидов;
- редкие субдоминантные ландшафтные комплексы (холмы и гряды; котловины и ложбины);
- категории природных комплексов (редкие природные ландшафты; типичные природные ландшафты; редкие субдоминантные ландшафтные комплексы; природно-территориальные комплексы, не относящиеся к редким и типичным);
- дополнительные знаки (границы национального парка и населённых пунктов; земли под застройкой и дорогами; сельскохозяйственные и лесопокрытые земли; земли под водоёмами).

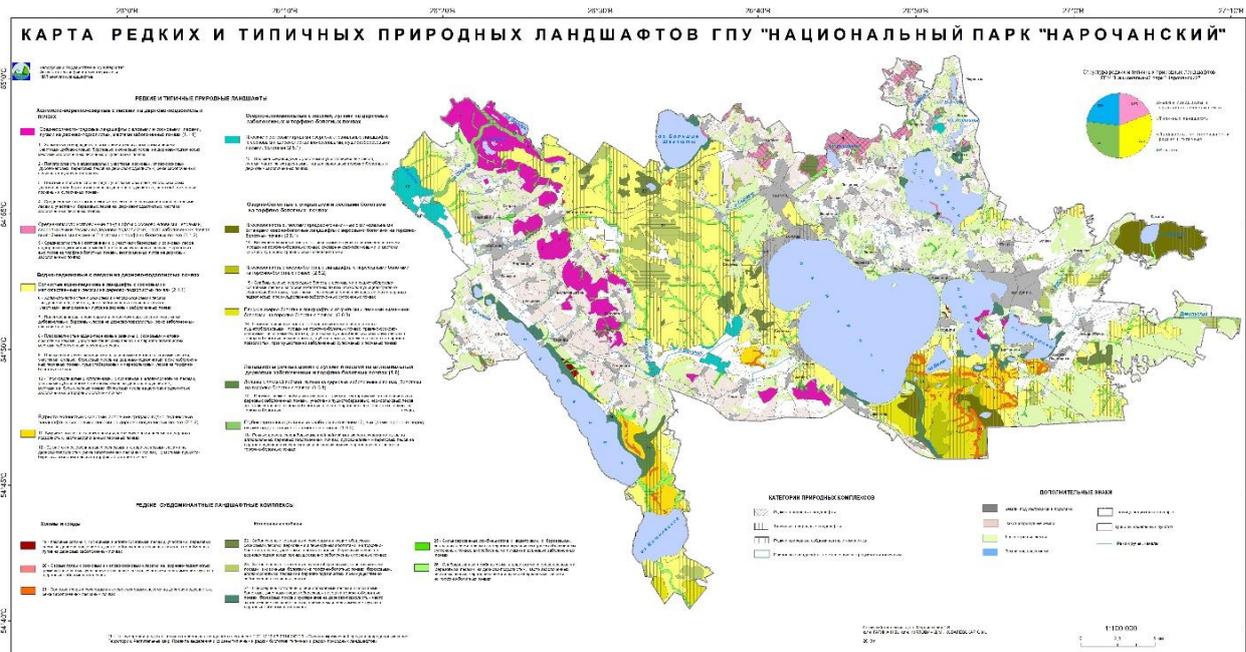


Рис. 9. Редкие и типичные природные ландшафты Национального парка «Нарочанский»
 Fig. 9. Rare and typical landscapes within the boundaries of the national park “Narochanskiy”

Для описания созданной цифровой карты были выполнены картометрические расчёты и определены площади контуров ландшафтов, доля редких и типичных ландшафтов в общей структуре земель. На основе этих расчётов была построена круговая диаграмма, отражающая структуру природных ландшафтов. Общая площадь редких и типичных природных ландшафтов составляет 50 % территории национального парка «Нарочанский», что соответствует критерию, установленному в Законе Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях», согласно которому для объявления природных территорий национальным парком редкие и типичные природные ландшафты и биотопы должны составлять не менее 50 % от площади природной территории.

ВЫВОДЫ

Рассмотренные вопросы применения ГИС-технологий в создании цифровых карт природных ландшафтов национального парка «Нарочанский» позволяют сделать следующие выводы:

- Цифровое картографирование в среде географической информационной системы ArcGIS 10 позволяет оперативно решать задачи сбора исходных данных, ввод в среду ГИС и анализ пространственной информации для целей выделения редких и типичных природных ландшафтов. Базовая картографическая информация, организованная в базу геоданных, включает границы национального парка, гидрографическую сеть, цифровые карты четвертичных отложений, рельефа, почв, растительности, ландшафтов. Тематические слои цифровой карты редких и типичных природных ландшафтов отражают распространение родов, видов, подвидов редких и типичных ландшафтов, редких субдоминантных ландшафтных комплексов.
- Создание цифровой карты редких и типичных природных ландшафтов национального парка «Нарочанский» выполняется на основе ГИС-анализа ландшафтного строения территории и выявления на его основе ландшафтов, соответствующих критериям редких или типичных, ГИС-анализа структуры земель для исключения из территории природного ландшафта антропогенно-трансформированных участков.

- Использованная методика цифрового картографирования редких и типичных природных ландшафтов, разработанная применительно к территории национального парка «Нарочанский», может быть применима при исследованиях ландшафтной организации различных категорий особо охраняемых природных территорий.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках мероприятия 27 «Создание комплексной автоматизированно-справочной системы на базе действующей геоинформационной системы Березинского биосферного заповедника и национальных парков с использованием информации с аппаратов космического базирования и других средств» подпрограммы 4 «Сохранение и устойчивое использование биологического и ландшафтного разнообразия» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out within the framework of activity 27 “Establishment of an integrated automated reference system based on the existing geographic information system of the Berezinsky Biosphere Reserve and National Parks using information from space-based vehicles and other means” of subprogramme 4 “Conservation and sustainable use of biological and landscape diversity” of the State programme “Protection of the environment and sustainable use of natural resources” for 2016–2020”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. М.: Мысль, 1975. 288 с.
2. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование: монография. М.: Астрель, 1997. 64 с.
3. Беручашвили Н.Л. Этология ландшафта и картографирование состояния природной среды. Тбилиси: Тбилисский университет, 1989. 200 с.
4. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 366 с.
5. Козова М., Дрдош Я. Современное направление и актуальные задачи ландшафтной экологии. Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии. Минск: Издательский центр БГУ, 2008. С. 12–24.
6. Курлович Д.М., Гагина Н.В., Ковалевская О.М. ГИС-картографирование ландшафтных комплексов ГПУ «Национальный парк Нарочанский». Современные технологии в деятельности ООПТ: ГИС, ДЗЗ. Минск, 2018. С. 21–24.
7. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: Книжный дом «Университет», 2008. 424 с.
8. Марцинкевич Г.И., Счастливая И.И. Ландшафтное разнообразие Беларуси. Структура географической среды и ландшафтное разнообразие Беларуси. Минск: Издательский центр БГУ, 2006. С. 38–68.
9. Марцинкевич Г.И., Хараничева Г.Т., Климунова Н.К. Ландшафты Белоруссии. Минск: Университетское, 1989. 239 с.
10. Солнцев Н.А. Морфологическое изучение географических ландшафтов. Учение о ландшафте. М.: Издательство Московского университета, 2001. 384 с.
11. Тикунов В.С. Моделирование в картографии. М.: Издательство Московского университета, 1997. 405 с.
12. Трифонова Т.А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. М.: Академический Проект, 2005. 352 с.

13. *Evans I.S.* Geomorphometry and landform mapping: what is a landform? *Geomorphology*, 2012. V. 137. P. 94–106.
14. *Fábos J.G.* Computerization of landscape planning, landscape and urban planning, 1988. V. 15. No 3–4. P. 279–289.
15. *Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G.* High-resolution global maps of 21st century forest cover change. *Science*, 2013. No 342. P. 850–853.
16. *Jongman R.U.G.* Landscape ecology and land-use planning. Issues and perspectives in landscape ecology. Cambridge: University Press. P. 316–328.
17. *Klingseisen B., Metternicht G., Paulus G.* Geomorphometric landscape analysis using a semi-automated GIS-approach. *Environmental modelling & software*, 2008. No 23. P. 109–121.
18. *Kozová M., Hrnčiarová T., Drdoš J., Finka M., Hreško J., Izakovičová Z., Ot'ahel' J., Ružička M., Žigrai F.* Landscape ecology in Slovakia. Development, current state and perspectives. Bratislava, 2007. 541 p.
19. *Landscape planning: the basis of sustainable landscape development.* Leipzig, 2008. 51 p.

REFERENCES

1. *Armand D.L.* Science about a landscape. Moscow: Mysl', 1975. 288 p. (in Russian).
2. *Berlyant A.M.* Geoinformation mapping. Moscow: Astreya, 1997. 64 p. (in Russian).
3. *Beruchashvili N.L.* Landscape etology and natural environment mapping. Tbilisi: University of Tbilisi, 1989. 200 p. (in Russian).
4. *Evans I.S.* Geomorphometry and landform mapping: what is a landform? *Geomorphology*, 2012. V. 137. P. 94–106.
5. *Fábos J.G.* Computerization of landscape planning, landscape and urban planning, 1988. V. 15. No 3–4. P. 279–289.
6. *Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G.* High-resolution global maps of 21st century forest cover change. *Science*, 2013. No 342. P. 850–853.
7. *Isachenko A.L.* Landscape science and physical and geographical zoning. Moscow: Higher school, 1991. 366 p. (in Russian).
8. *Jongman R.U.G.* Landscape ecology and land-use planning. Issues and perspectives in landscape ecology. Cambridge: University Press. P. 316–328.
9. *Klingseisen B., Metternicht G., Paulus G.* Geomorphometric landscape analysis using a semi-automated GIS-approach. *Environmental modelling & software*, 2008. No 23. P. 109–121.
10. *Kozlova M., Drdosh J.* Modern direction and current problems of landscape ecology. Contemporary problems of landscape science and geocology. Minsk: Publishing Center of Belarusian State University, 2008. P. 12–24 (in Russian).
11. *Kozová M., Hrnčiarová T., Drdoš J., Finka M., Hreško J., Izakovičová Z., Ot'ahel' J., Ružička M., Žigrai F.* Landscape ecology in Slovakia. Development, current state and perspectives. Bratislava, 2007. 541 p.
12. *Kurlovich D.M., Hahina N.V., Kovalevskaya O.M.* GIS mapping of landscape complexes of national Park “Narochanskiy”. Modern technologies in activities of protected natural areas. Minsk, 2018. P. 21–24 (in Russian).
13. *Landscape planning: the basis of sustainable landscape development.* Leipzig, 2008. 51 p.
14. *Lurye I.K.* Geoinformation mapping. Methods of geoinformatics and digital processing of space images. Moscow: Book House “University”, 2008. 424 p. (in Russian).
15. *Marcinkevich G.I., Haranicheva G.T., Klicunova N.K.* Landscapes of Belarus. Minsk: University's, 1989. 239 p. (in Russian).

16. *Marcinkevich G.I., Schastnaya I.I.* Landscape diversity of Belarus. Structure of the geographical environment and landscape diversity of Belarus. Minsk: Publishing Center of Belarusian State University, 2006. P. 38–68 (in Russian).
 17. *Solntsev N.A.* Morphological study of geographical landscapes. The doctrine about a landscape. Moscow: Moscow University Press, 2001. 384 p. (in Russian).
 18. *Tikunov V.S.* Modeling in cartography. Moscow: Moscow University Press, 1997. 405 p. (in Russian).
 19. *Trifonova T.A.* Geographic information systems and remote sensing in environmental research. Moscow: Academic Project, 2005. 352 p. (in Russian).
-