



V МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ:
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ,
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ**

(ГИС-Нарочь_2019)

сборник научных статей

Национальный парк "Нарочанский"
к. п. Нарочь, Республика Беларусь
20–24 мая 2019 г.

Минск,
2019

Авторы-составители:

Люштык В. С., Жукова Т. В.,
Ежова О. С., Новиков А. А.



Государственное
природоохранное учреждение
"Национальный парк
"Нарочанский" (Беларусь)



Белорусский государственный
университет



ESRI CIS (Россия)



Институт экспериментальной
ботаники им. В.Ф. Купревича
Национальной академии
наук Беларуси



УП "Геоинформационные
системы" НАН Беларуси



Сообщество
природоохранных
ГИС Беларуси

Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование земли: сборник научных статей – Минск: 2019. – 130 с.

ББК 20.18

[http://www.narochpark.by/geo/seminar/
gis_naroch@narochpark.by](http://www.narochpark.by/geo/seminar/gis_naroch@narochpark.by)

ПРЕДИСЛОВИЕ

С 20 по 24 мая 2019 г. в рамках научно-практического семинара "Современные технологии в деятельности ООПТ: ГИС, ДЗЗ" (ГИС-Нарочь_2019) более пятидесяти представителей научных и природоохранных учреждений, ВУЗов, общественных организаций и инновационных компаний, средств массовой информации и местных сообществ из Беларуси и России делились наработками, обсуждали аспекты и обменивались опытом использования геоинформационных систем и технологий в сферах своей деятельности. Кроме того, заслушивая сообщения (защиту ГИС-проектов) 24 участников молодежной "площадки" семинара – Школы молодых ученых (ШМУ), – обсудили свежие идеи "подрастающего" поколения ГИСовцев.

Отметим, что с каждым годом тематика представляемых докладов и презентаций научного и практически-ориентированного направлений расширяется, а уровень их, соответственно, солиднее. Так, к примеру, научный отдел Национального парка "Нарочанский" совместно с сотрудниками УП Геоинформационные системы" НАН Беларуси презентовали свои новации в использовании ГИС для решения задач, связанных как с плановыми научными работами, так и внезапными природными чрезвычайными ситуациями; наши единомышленники из Национального парка "Смоленское Поозерье" представили наработки по применению данных дистанционного зондирования Земли для оценки пространственного распределения ключевых лесных биотопов и принципиально новые подходы к изучению и трактовке исторических фактов в регионе, а из Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника (Курская область) – свое видение совершенствования методов картографирования древесной растительности; коллеги из Росзаповедцентра (информационное развитие систем ООПТ) Минприроды РФ вынесли на суд участников итоги размышлений о разработке концепции Государственного кадастра ООПТ России и взаимодействию природоохранных учреждений России.

В пятидневной программе семинара обсуждены 27 тематических докладов и сообщений, проведены 3 мастер-класса. Один из них вызвал живой интерес присутствующих, так как касался демонстрации апробированных возможностей использования беспилотного летательного аппарата в работе на ООПТ. Победители конкурса участников ШМУ получили полезные памятные награды в виде лицензионного программного обеспечения ArcGIS и именные сертификаты участников.



Мы вновь искренне благодарны всем соорганизаторам и партнерам семинара, докладчикам, ведущим мастер-классов и участникам — за взаимопонимание, самоотдачу и хорошую работу! Отдельная благодарность — основному и надежному партнеру наших международных семинаров и конференций — компании "Esri", ее представительству в странах СНГ, а также лично Ольге Серебрянной — сотруднику американского офиса компании.

Нарочанская ГИС-площадка прочно зарекомендовала себя как стабильное место обучения и обмена опытом при использовании ГИС и современных технологий на благо устойчивого развития особо охраняемых природных территорий, сохранения ландшафтного и биологического разнообразия. Естественно, мы и дальше продолжим работу в этом направлении...

РАЗДЕЛ 1

ВЗРОСЛАЯ ПЛОЩАДКА



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

О. В. Рыжков, Г. А. Рыжкова

Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени профессора В. В. Алехина, п. Заповедный, Россия, e-mail: ryzhkov@zapoved-kursk.ru, ryzhkova@zapoved-kursk.ru

Крупномасштабные картографические исследования на территории Центрально-Черноземного заповедника (ЦЧЗ) являются важнейшей составной частью мониторинга природных явлений и процессов. Карты, составленные на основе этих материалов, аккумулируют в себе сведения о состоянии и динамике растительности и представляют собой ценную научную информацию [20].

По мере появления и совершенствования приборов и программного обеспечения, используемого в современной картографии и геоинформатике, закономерно менялись и методы картирования растительности.

В истории картографических исследований, выполненных на территории ЦЧЗ, можно выделить несколько исторических этапов, основанных на разных методах картографирования. Рассмотрим их более подробно.

1. Период бумажных карт (с 50-х по 90-е годы XX века).

Метод сплошной контурной глазомерной съемки с разбивкой пикетажной сети на местности и фиксацией результатов на бумаге.

Это самый длительный период, характеризующийся отсутствием приборов спутникового позиционирования, цифровой фотографии и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Картографирование растительного покрова, включая древесную растительность, стало использоваться для изучения природных комплексов заповедника с середины прошлого века. Значительный блок картографических материалов в этот период представлен геоботаническими картами, которые составлялись на основе классических для того времени методов картографирования. Единицами картирования, как правило, выступали растительные ассоциации или их комплексы и типы [23], которые представляют собой полигоны в современном понимании геоинформационных систем (ГИС). Объектами исследований обычно являлась крупные территориальные единицы заповедника (участки и урочища), а также некоторые стационарные объекты, значительные по площади и (или) заложенные с целью детализации крупномасштабных геоботанических карт [2, 3, 20].

Важную научную ценность представляют результаты периодических картографических исследований растительного покрова ЦЧЗ, которые показали его выраженную мезофитизацию и усиление фитоценологических позиций неморальных лесных видов за период с 1968 по 1993 гг. [9, 10].

Отдельный цикл картографических работ на территории заповедника связан с изучением распространения древесно-кустарниковых видов на участках, находящихся в режиме абсолютного заповедания (как целинных, так и бывших

залежных). Наиболее исследованной в этом отношении является залежь «Дальнее поле» Казацкого участка ЦЧЗ, на части которой (29,6 га) выполнено трехкратное картирование в 1970, 1980 и 1999–2000 гг. По результатам съемки 1970 и 1980 гг. составлены карты размещения оснований стволов древесных видов и контуров зарослей кустарников, а итогом картирования 1999–2000 гг. явилась детальная карта проективных покрытий деревьев и кустарников (как одиночно растущих, так и формирующих заросли) [21]. Именно с картированием расселения по степи древесно-кустарниковой растительности связана апробация современных методов съемки, что будет рассмотрено далее.

В период бумажных карт проводились также картографические исследования по изучению распространения некоторых древесных видов на основе глазомерной съемки, которая, естественно, не характеризовалась высокой точностью [8, 10].

В ЦЧЗ имеется объемный архив лесоустроительных материалов, из которых наиболее важными представляются крупномасштабные планы лесонасаждений. На территории ЦЧЗ лесоустроительные работы проводились 5 раз – в 1953, 1968, 1979, 1990 и 2000 гг., имеются также отдельные планшеты лесоустройства, выполненного до его организации (рис. 1).

Разновременные серии геоботанических и лесоустроительных карт объективно отражают общие тенденции динамики растительного покрова. Однако принятие за единицу картирования растительной ассоциации или типа леса предполагает наличие значительных погрешностей в точности отрисовки их контуров, что обусловлено субъективными факторами. На наш взгляд, наиболее детально и полно отражают динамику древесной растительности периодические картографические работы, выполненные на стационарных объектах научных исследований – СНИ (постоянных пробных площадях (ППП), профилях, трансектах, учетных площадках, маршрутах, отдельных режимных участках). При этом за единицы картирования выбираются реальные особи деревьев и кустарников или их биогруппы (заросли). Рассмотрим в историческом ракурсе стационарные картографические исследования, соответствующие этому методическому условию.

Стационарные методы изучения растительного покрова заповедника стали

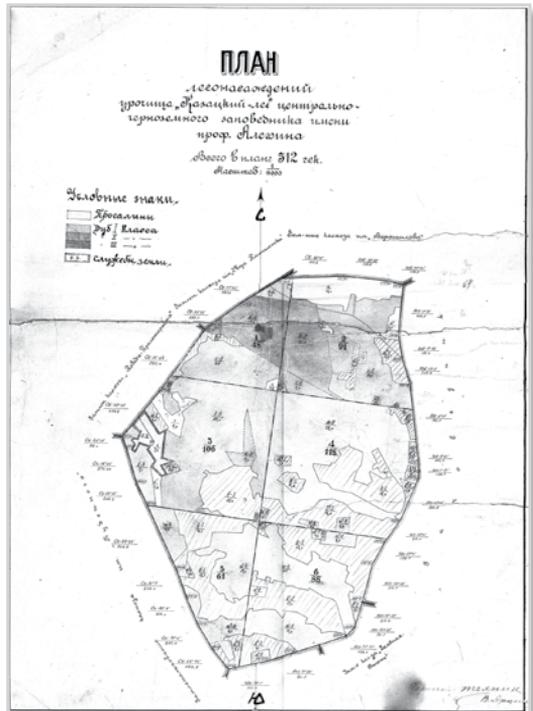


Рис. 1. План лесонасаждений ур. Казацкий лес Центрально-Черноземного заповедника, 1928 г.

практиковаться на его территории сразу после окончания Великой Отечественной войны. Картирование растительности на СОНИ, в отличие от более генерализованного геоботанического картографирования, при котором обычно используется пикетажная сеть с размером ячейки 50 или 100 м, имеет первостепенное значение, так как в данном случае за счет высокой точности разбивки сети (5 5 м или 10 10 м) и привязки к местности обеспечивается подробная и объективная съемка растительного покрова, и, соответственно, получение высококачественных карт различной тематической направленности. Важность стационарных картографических работ еще более возрастает при проведении повторных работ, что позволяет отслеживать локальные и глобальные динамические тенденции растительности [11]. Существенной характеристикой СОНИ является точная фиксация на местности не только их самих (путем установки граничных столбов), но и отдельных составляющих (например, стволов деревьев, которые могут быть пронумерованы тем или иным способом). Однако говорить о привязке природных объектов с указанием географических координат, которая используется в современных ГИС, в те годы говорить не приходится.

В 1945 г. Н. А. Прозоровским в лесных урочищах Дуброшина и Соловьятник на Стрелецком участке были заложены две первые постоянные пробные площади для изучения лесной растительности ЦЧЗ [4], а в 1950 г. Г. М. Зозулиным полностью их повторное картирование и проанализирована динамика изменения растительности за 5 лет [1].

Результаты одних из первых картографических исследований, приводятся также в Летописи природы за 1949–1950 гг. [5], в которой размещены схемы распространения древесно-кустарниковой растительности в логах, составленные Г. М. Зозулиным. На схемы по элементам рельефа глазомерно нанесены специальными знаками основания стволов деревьев и скоплений кустарников. Эти изображения являются прототипом современных картографических материалов, полученных на основе GPS (ГЛОНАСС)-съемки древесной растительности.

В 1951 г. Г. М. Зозулиным составлена схема размещения деревьев березы повислой в ур. Соловьятник [6], которая в последующем была взята за основу при повторных исследованиях [10].

В 1952 г. Г. М. Зозулиным была поставлена цель изучения структуры и состава природного лесополянного комплекса, включающего древесно-кустарниковую растительность. Для этого в ур. Соловьятник Стрелецкого участка ЦЧЗ был заложен крупный научный стационар площадью 2,47 га, для которого была составлена подробная геоботаническая карта. В 1971–1972 гг. В. Д. Собакинских выполнены повторные исследования данного объекта [20]. В 50–60-е годы 20 века стационарные картографические работы на Казацком участке ЦЧЗ проводились С. С. Левицким, Ф. И. Хакимзяновой и другими специалистами [7, 11].

В 1963 г. А. М. Краснитским заложены первые лесные постоянные пробные площади (ЛППП) в дубравах заповедника, появление большинства из которых связано с лесоустройствами 1968 и 1979 гг., при которых были составлены схемы размещения оснований стволов и проекций крон деревьев с ведомостями сплошных подеревных перечетов.

На ЛППП, которых в ЦЧЗ насчитывается более 20, периодически выполняются лесоводственно-таксационные исследования, в частности сплошные перечеты и картирование древостоев, подроста, подлеска и травяного покрова. Наиболее

детально изучена горизонтальная структура лесных сообществ на 14-ти ЛППП, а именно проективное покрытие древостоев, подроста и подлеска по материалам картирования 1991–1993 и 2002 гг. [14]. При камеральной обработке для каждой ЛППП были изготовлены бумажные схемы проекций крон деревьев по породам и ярусам (с изображением сухостойных и валежных экземпляров) в масштабе 1:100, которые в дальнейшем были переведены в векторный формат. Лесоустроительные схемы (1979 г. – М 1:100, 1968 г. – М 1:200) также были оцифрованы.

Одной из наиболее изученных в ЦЧЗ является ЛППП № 20 «Осиновый куст», расположенная в ур. Петрин лес, на которой с конца 1960-х гг. начали выполняться комплексные исследования. Растительность стационара неоднократно картировалась (1969, 1975, 1982, 2004 гг.) [22].

Сплошную глазомерную съемку древесно-кустарниковой растительности на СНИИ предварают трудоемкий процесс разбивки на местности пикетажной (реперной) сети размером 10×10 м (реже 5×5 м). Для каждого объекта вычерчиваются схемы размещения оснований стволов и проективных покрытий крон деревьев. В полевых условиях такие схемы составляются на миллиметровой бумаге, которые при камеральной обработке переносятся на плотную основу (обычно ватман) [12].

В период, предшествующий массовому внедрению компьютерных технологий в картографические исследования, многие расчеты, включая извлечение числовой информации из бумажных карт, выполнялись различными ручными способами. Как правило, они отличались значительными физическими и временными затратами исследователей, отсутствием автоматической аналитической обработки, быстрого доступа к объектам, надежного хранения данных и других преимуществ, предоставляемых компьютерной техникой. Площади определялись одним из трех методов: палеточным, планиметрическим или весовым. Все они трудоёмки и каждый из них имеет свои недостатки, которых лишены современные электронные карты, используемые в ГИС. В 2002–2006 гг. большинство бумажных карт заповедника было отсканировано, фрагменты каждой из которых были сшиты в единые растровые изображения. В последующем на основе полученных растров были созданы векторные слои в ГИС, что позволило автоматически рассчитать количественные параметры, в частности площади проекций крон древостоев.

Метод сплошной контурной глазомерной съемки с разбивкой пикетажной сети на местности и фиксацией результатов на миллиметровой бумаге применялся сотрудниками лаборатории лесоведения ЦЧЗ при изучении распространения деревьев и кустарников на степных некосимых участках. О. В. Рыжковым и Г. А. Рыжковой в конце периода бумажных карт и следующий за ним переходный период осуществлено геоинформационное картографирование экспериментальных объектов на участках Казацком (залежь «Дальнее поле», в абсолютно заповедном режиме – 59 лет, 1999–2000 гг.) и Стрелецком (первый некосимый участок Стрелецкой степи, в абсолютно заповедном режиме – 64 года, 2005 г.).

2. Переходный период от бумажных к электронным картам с ручной обработкой данных (конец 90-х годов XX века – 2015 год).

Метод сплошной съемки с использованием персональных навигаторов и ГИС.

В конце прошлого столетия в связи с появлением в заповеднике приборов спутникового позиционирования туристического класса (персональных на-

вигаторов) начался новый этап картографических исследований. GPS- (и/или ГЛОНАСС) съемка, которая осуществляется приборами спутниковой навигации, является одним из способов оперативного сбора данных для ГИС. Появилась возможность записи данных (путевых точек и треков) с географическими координатами. Именно использование GPS-приемников, начиная с 2000 г., положило начало создания в ЦЧЗ геопространственных баз данных. В настоящее время сотрудниками заповедника применяются в своей деятельности более 10 портативных GPS-навигаторов американской компании Garmin (GPSMAP 76CSx, GPSMAP 78S, OREGON550, GPSMAP 64ST и др.), а также смартфоны и планшеты, включая защищенные, с функцией навигации. Перечисленное мобильное оборудование позволяет осуществлять навигацию по растровым изображениям.

Полученные точечные и линейные объекты при помощи специализированного программного обеспечения экспортировались в ГИС-форматы. В геоинформационных системах выполнялась окончательная обработка данных (сглаживание границ, преобразование полилиний в полигоны и пр.). Основные недостатки данного метода – невозможность сохранения с графикой необходимых атрибутов, и невысокая точность записи координат (3–5 и более метров). Наряду с использованием GPS-данных, в переходный период проводилась активная работа по оцифровке бумажных карт и привязке полученных цифровых изображений в растровом и векторном форматах в ГИС. В это же время применяются аналитические средства ГИС для извлечения информации, полученной с приборов спутникового позиционирования и строятся различные тематические карты, в том числе в формате 3D.

В качестве базовой ГИС заповедника выбрана MapInfo Professional, лицензионная версия которой приобретена в 2008 г. В последующем программа ежегодно обновлялась. В настоящее время используется в работе MapInfo Pro Advanced v. 16.04 (64 bit).

Рассмотрим основные картографические работы по изучению древесной растительности, выполненные в ЦЧЗ с использованием персональных навигаторов. Карты создавались на основе записи координат путевых точек или треков.

Создание карт на основе съёмки координат путевых точек персональными навигаторами

Наиболее наполненными блоками ГИС заповедника являются массив геопространственных баз данных, сформированных на основе GPS-съёмки по материалам исследования отдельных видов биоты и их популяций, и построенные на его основе разнообразные тематические карты [13].

2007 год. Картирование распространения древесной растительности на залежи участка ЦЧЗ Букреевы Бармы [24].

Впервые применена обработка данных на основе аналитических средств ГИС. Значительный массив GPS-точек, имеющих трехмерные координаты и более-менее равномерно распределённых по территории залежи, позволил на их основе строить карты проективных покрытий древесно-кустарниковых видов в среде MapInfo. Для этого использовался модуль Vertical Mapper, при помощи которого на основе высот генерировались растровые сетевые файлы или GRD-файлы. Используя сеть высот особей древесных видов залежи участка ЦЧЗ Букреевы Бармы, были созданы векторные карты проективных покрытий деревьев и кустарников, имеющих определенные высоты, и расчи-

таны их площади. Возможность получения векторных проективных покрытий древесно-кустарниковой растительности из GRD-файла представляется нам чрезвычайно важной. Этот способ можно рассматривать в качестве альтернативного ручному трудоемкому вычерчиванию контуров крон на бумаге в полевых условиях [13].

2008–2011 годы. Картирование распространения берёзы повислой, лещины обыкновенной и липы мелколистной на Стрелецком участке ЦЧЗ. Осуществлялось при помощи персонального навигатора Garmin GPSMAP 78s. Учетная единица – ствол (побег). Сформированы точечные карты в ГИС MapInfo.

В анализируемый период в ЦЧЗ для обработки путевых точек, полученных с GPS-навигаторов, использовались аналитические инструменты ГИС. Так, производные карты, созданные на основе ЦМР Стрелецкого участка ЦЧЗ использовались для автоматической разности мест обнаружения лещины обыкновенной по высотам над уровнем моря, диапазонам уклонов и экспозициям склонов с помощью географических операторов и SQL-запросов MapInfo Professional [13].

2008–2011 годы. Картирование распространения старовозрастных деревьев дуба черешчатого на Стрелецком участке ЦЧЗ. Создана тематическая интервальная карта на основе атрибутивных сведений и координат деревьев с диаметрами стволов на высоте груди 70 см и более.

2004, 2011 годы. Картирование распространения древесно-кустарниковых видов на пастбище Стрелецкого участка ЦЧЗ. Составлены динамические карты по материалам GPS-съемок в указанные годы одиночно растущих деревьев и кустарников на пробных площадях размером 15.5 (2004 г.) и 5.0 (2011 г.) га. Картирование выполнено с помощью персональных спутниковых навигаторов Garmin GPS12CX (2004 г.) и Garmin GPSMap 78s (2011 г.) [16].

Создание карт на основе съёмки координат треков персональными навигаторами

2008–2011 годы. Картирование распространения в ЦЧЗ кустарника из Красной книги Курской области миндаля низкого. По миндалю низкому собрана наиболее полная геопространственная информация как по заповеднику, так и по Курской области в целом. В 2009 г. выполнено детальное геоинформационное картографирование популяции миндаля низкого в Хвошевом логу Стрелецкого участка ЦЧЗ, в 2011 г. – в урочище Городном на участке Баркаловка и в урочищах Покоснево и Букреево участка Букреевы Бармы, в 2012–2013 гг. – на Казачком участке, где в Барыбином логу отмечено самое крупное в области местообитание вида [15].

Применялся метод сплошного картографирования при помощи приборов спутникового позиционирования. Методика проведения ГИС-картографирования включала наземную GPS-съемку проективных покрытий особой миндаля низкого и их биогрупп (зарослей) со сбором атрибутивной информации. Кусты и заросли картировались прибором GARMIN GPSMAP 78S путем обхода по их периметру. При этом в память GPS-приемника через каждую секунду заносились узлы трека. При камеральной обработке в среде ГИС MapInfo Professional v.11.52 на основе полученных треков (незамкнутых полилиний) формировались полигоны.

Построена ЦМР территории Казачкого участка, которая послужила основой для генерации полиномиальных покрытий основных морфометрических

параметров рельефа и позволила проанализировать в зависимости от них пространственную структуру популяции миндала низкого [17].

В переходный период в ЦЧЗ также осуществлялись картографические исследования сторонними специалистами с использованием современного оборудования.

5 августа 2005 г. В. В. Викторовым выполнена съемка с вертолета территории первого некосимого участка Стрелецкой степи. Значительная разрешающая способность «вертолетных» снимков позволила получить высоко детальные изображения, которые использовались для уточнения отдельных контуров наземного картирования. Аэрофотоснимки, полученные с использованием вертолета, являлись в период отсутствия БПЛА идеальным средством для ведения детального фотомониторинга растительного покрова заповедников [13].

В июне 2006 г. И. А. Благовидовым с помощью лазерного тахеометра осуществлена точная съемка микрорельефа первого некосимого участка Стрелецкой степи. На основе полевых измерений в среде ГИС получен сетевой файл рельефа и построены изолинии территории. ЦМР участка использовалась в качестве подложки для построения карты проективных покрытий древесных видов в ГИС.

3. Период автоматизированных электронных карт ГИС (с 2016 года)

Метод сплошной съемки с использованием высокоточного ГНСС-оборудования, БПЛА, мобильных и десктопных ГИС.

Начиная с 2016 г. на территории ЦЧЗ осуществляются детальные картографические исследования с применением современных аппаратных и программных средств – высокоточного ГНСС-оборудования, БПЛА, мобильных и десктопных ГИС¹, апробация которых выполнена при картировании распространения деревьев и кустарников на Втором некосимом участке Стрелецкой степи – самом крупном и репрезентативном на Стрелецком участке (площадь – 101.6 га). Данный объект находится в абсолютно заповедном режиме с 1935 г. В предшествующие годы сплошного наземного картографирования этой территории не проводилось.

В работе задействованы двухчастотный спутниковый приёмник Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH SE и два БПЛА – DJI Inspire-1 Pro лаборатории картографии Института географии РАН и DJI Inspire-1 Центрально-Черноземного заповедника. Картирование осуществлялось в режиме реального времени (RTK) с непрерывным приёмом поправок через 3G-модем от Регионального центра навигационных услуг по Курской области (плановая точность фиксации координат объектов при открытом небосводе составляла 2–3 см). С помощью квадрокоптеров получены фотоснимки высокого разрешения, которые использовались для построения ортофотопланов местности и уточнения проблемных контуров в труднодоступных участках зарослей степных кустарников. Указанные современные технические средства в научно-исследовательской деятельности ЦЧЗ использованы впервые.

Обработка, анализ и визуализация информации выполнялись в среде ГИС MapInfo Professional v.15.2.4 64bit, конвертирование растров – в Global Mapper v.13.0, управление данными – в Trimble GPS PathFinder Office v.5.81. Мобильное приложение: TerraSync Centimeter Edition v.5.41 на базе Windows Mobile v.6.5.

¹ Исследования в 2016 г. выполнены при финансовой поддержке Проектом ПРООН/ГЭФ/ Минприроды России № 00072294 «Совершенствование системы и механизмов управления ООПТ в степном биоме России». За счет средств Проекта приобретено также ГНСС-оборудование, БПЛА и программное обеспечение.

Подробная методика проведения картографических работ с перечисленными инструментальными и программными средствами опубликована [18]. Получены точечный слой распространения одиночных деревьев и кустарников и полигональный слой проективных покрытий древесно-кустарниковой растительности Второго некосимого участка Стрелецкой степи [19], на основе которых созданы тематические карты М 1: 5000 и 1: 400 (на 134 листах).

Использование современного ГНСС-оборудования геодезического класса при картировании древесной растительности на ООПТ имеет ряд неоспоримых преимуществ, по сравнению с другими типами съёмки, таких как:

Высокая точность определения координат объектов (в плане 2–3 см) в режиме реального времени, которой невозможно достичь при использовании персональных навигаторов.

Возможность записи площадных (полигональных) объектов, что недоступно для персональных навигаторов.

Регулирование точности, с которой будут записываться координаты, позволяет осуществлять качественный сбор полевых данных.

Разработка собственных форм для сбора атрибутики объектов непосредственно в поле при помощи мобильной ГИС.

Привязка к записи в базе данных фотографии объекта, возможность ее передачи в настольную ГИС вместе с атрибутивной информацией.

Отсутствие трудоемкого этапа разбивки пикетажной сети на местности, которое применяется при традиционном наземном картографировании (не нужны пикеты, шнуры, буссоли, рулетки и пр.). Виртуальная пикетажная сеть с любым размером стороны квадрата загружается непосредственно в прибор и выносится в натуру.

Отпадает необходимость вычерчивания контуров растительности на миллиметровой бумаге, последующего сканирования и сшивки фрагментов в единое изображение, его регистрации в ГИС и дальнейшей векторизации. Из мобильной ГИС в настольную экспортируются готовые слои (точечные, линейные или полигональные) со всей графикой и атрибутикой.

Однако следует иметь в виду, что применение высокоточных аппаратных средств при картировании древесной растительности максимально эффективно на открытых пространствах, где нет препятствий для прохождения спутниковых сигналов (экотоны между лесом и степью, целинные степи, залежи, пастбища, зарастающие древесно-кустарниковой растительностью и пр.). Под пологом леса использование ГНСС-оборудования геодезического класса затруднено. Даже при приеме дифференциальных поправок в режиме RTK точность определения координат в данном случае обычно не превышает 0.5–1.0 м. К тому же требуется наличие устойчивой мобильной или радиосвязи.

Следует отметить, что сторонними исследователями высокоточные картографические работы начали выполняться ранее 2016 г.

В 2013 г. Д. Н. Козловым выполнена геодезическая съемка косимого участка Стрелецкой степи площадью около 16 га, непосредственно примыкающего к первому некосимому, с целью построения детальной ЦМР района установки на метеостанции заповедника станции экологического мониторинга. Картирование выполнялось с помощью высокоточной картографической GPS (ГЛО-НАСС)-системы геодезического класса – двух двухчастотных фазовых приемников Stonex S9 GNSS, один из которых был установлен на метеостанции заповедника «Стрелецкая степь» и являлся референционной станцией, второй (мобильный) принимал

от нее поправки в реальном времени через радиомодем. Точность определения местоположения составила ± 1 см для широты и долготы и ± 2 см для высоты над уровнем моря. Д. Н. Козловым осуществлена координатная привязка данных съемки И. А. Благовидова и сформирован единый массив точек для построения ЦМР. Высоко детальную цифровую модель рельефа планируется использовать при повторных работах по картированию древесной растительности на первом некосимом участке.

Мы представили в историческом аспекте эволюцию методов картографирования древесной растительности на территории Центрально-Черноземного заповедника, каждый из которых актуален для своего периода времени. Обеспечить быстрый, точный, эффективный и объективный мониторинг динамики растительного покрова на ООПТ в современных реалиях не представляется возможным без использования высокоточного ГНСС-оборудования и БПЛА.

Литература

1. Зозулин Г. М., Кусмарцева Н. М. Изменение границ древесно-кустарниковой и травянистой растительности на опытных участках Центрально-Черноземного заповедника за 5 лет // Ботан. журн. 1951. Т. 36, № 3. С. 240–248.
2. Картометрические исследования на территории Центрально-Черноземного заповедника им. проф. В. В. Алехина // Отчет ИГАН СССР за 1961–1975 гг. (сост. П. К. Рубайло). Инв. № 438. 1975. 43 с.
3. Кашкарова В. П., Рубайло П. К., Утехин В. Д. Карта растительности дальнего некосимого участка Стрелецкой степи (отчет на 4-х стр.) Центрально-Черноземного государственного заповедника им. проф. В. В. Алехина. Съемка 1973 г. Инв. № 425.
4. Летопись природы Центрально-Черноземного заповедника, Книга 2 (1941–1945 гг.). 1949. 34 с.
5. Летопись природы Центрально-Черноземного заповедника, Книга 4 (1949–1950 гг.). 1951. 70 с.
6. Летопись природы Центрально-Черноземного заповедника, Книга 5 (1951–1952 гг.). 1953. 78 с.
7. Летопись природы Центрально-Черноземного заповедника, Книга 10. 1961. 139 с.
8. Летопись природы Центрально-Черноземного заповедника, Книга 45. 1996. 382 с.
9. Нешатаев Ю. Н., Ухачева В. Н. Мониторинг растительности среднерусской лесостепи // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006. С. 42–51.
10. Рыжков О. В. Состояние и развитие дубрав Центральной лесостепи (на примере заповедника Центрально-Черноземного и «Лес на Ворскле»). Тула. 2001. 182 с.
11. Рыжков О. В. Обзор стационарных картографических исследований растительности Центрально-Черноземного заповедника // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006. С. 35–39.
12. Рыжков О. В. Ручной и электронный методы определения площадей проективных покрытий древостоев (обзор, преимущества и недостатки, сравнение) // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006. С. 138–140.
13. Рыжков О. В. Развитие геоинформационной системы Центрально-Черноземного заповедника // ИнтерКарто/ИнтерГИС-19: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Матер. Междунар. конф., Курск, Богота (Колумбия), 2–7 февраля 2013 г. Курск. 2013. С. 220–239.
14. Рыжков О. В., Рыжкова Г. А. Анализ многолетней динамики горизонтальной структуры дубрав Центрально-Черноземного заповедника на основе стационарных исследований // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006. С. 52–64.
15. Рыжков О. В., Рыжкова Г. А. GPS-картографирование популяций мидаля низкого на участках Центрально-Черноземного заповедника Баркаловка и Букреевы Бармы в 2011 году // Геоинформационное картографирование в регионах России: матер. IV (заоч-

- ной) Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 15 ноября 2012 г.). Воронеж: Изд-во «Научная книга». 2012. С. 105–110.
16. Рыжков О. В., Рыжкова Г. А. Использование ГИС-картографирования для изучения динамики растительного покрова пастбища Центрально-Черноземного заповедника и проектирования заповедно-режимных мероприятий // Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 130-летию со дня рождения профессора В. В. Алехина (г. Курск – пос. Заповедный, 15–18 января 2012 г.). Курск. 2012. С. 168–187.
 17. Рыжков О. В., Рыжкова Г. А. Использование цифровых моделей рельефа для анализа геопространственных данных Центрально-Черноземного заповедника // Современные технологии в деятельности ООПТ (ГИС-Нарочь, 12–16 мая 2014). Матер. междунар. науч.-практ. конф. (избранное). Курортный поселок Нарочь, Беларусь. 2014. С. 108–144.
 18. Рыжков О. В., Рыжкова Г. А., Рыжков Д. О. Методика ГИС-картографирования древесной растительности с использованием современных аппаратных и программных средств // Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование земли: сборник научных статей – Минск. 2017. С. 63–72.
 19. Рыжков О. В., Рыжкова Г. А., Рыжков Д. О. Проективные покрытия древесно-кустарниковой растительности Второго некосимого участка Стрелецкой степи Центрально-Черноземного заповедника по материалам картографирования 2016 года // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». 2017. № 3. С. 91–99.
 20. Рыжков О. В., Собакинских В. Д. Обзор геоботанического и лесного картографирования участков и урочищ Центрально-Черноземного заповедника // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006. С. 6–34.
 21. Рыжкова Г. А., Рыжков О. В. Распространение древесно-кустарниковых видов на некосимых залежах Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника // Растительный покров Центрально-Черноземного заповедника: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 18. Тула: Гриф и К°. 2001 (на обложке 2002). С. 94–224.
 22. Рыжкова Г. А., Рыжков О. В. Динамика растительности лесной постоянной пробной площади «Осиновый куст» по материалам картирования разных лет // Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике: Тр. Центр.-Черноземн. гос. заповедника. Вып. 19. Курск. 2006. С. 103–110.
 23. Утехин В. Д. Первичная биологическая продуктивность лесостепного ландшафта (Теоретические проблемы и методы исследования). Автореф. дисс. канд. географ. наук. М., 1973. 41 с.

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОДНО-БОЛОТНОГО ЗАКАЗНИКА «ГАБЫ»

*Д. Г. Груммо, Р. В. Цвирко, Н. А. Зеленкевич,
Е. В. Мойсейчик, Д. Ю. Жилинский*

*Институт экспериментальной ботаники
имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Минск,
zm.hruto@gmail.com*

Водно-болотный заказник (ВБЗ) местного значения «Габы» создан решением Мядельского районного исполнительного комитета 30 декабря 2014 г. № 1674. Особо охраняемая природная территория (ООПТ) расположена в 24,4 км к востоку от г. Мядель, в 15,2 км к северу от г. п. Кривичи (рисунок 1). Максимальная протяженность с севера на юг – 12,5 км, с запада на восток – 5,7 км. Общая площадь составляет 4834,6 га.

Заказник расположен в охранной зоне национального парка «Нарочанский». В состав земель ООПТ входят кварталы № 67, 71–85, 88–91, 94–101,

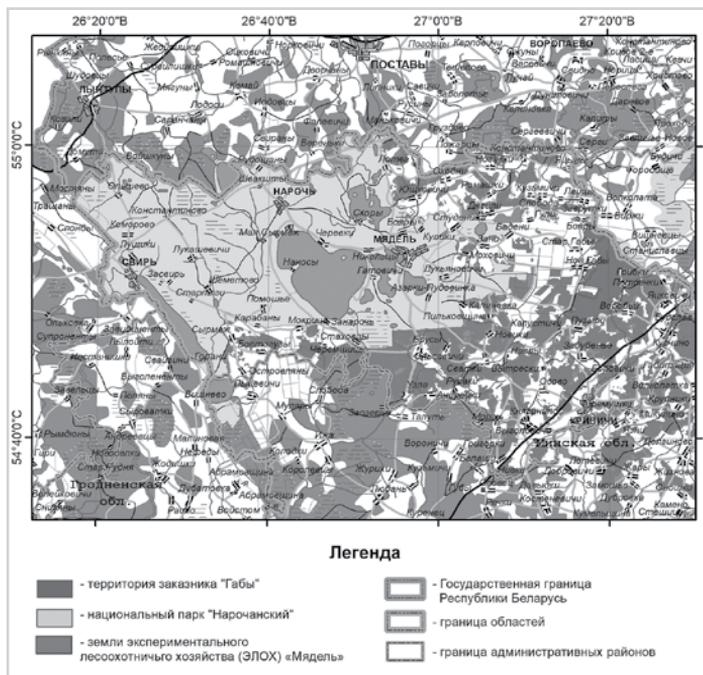


Рисунок 1 – Ситуационная схема размещения водно-болотного заказника «Габы»

109–113, 115–123 Слободского лесничества экспериментального лесоохотничьего хозяйства «Мядель».

Ядром ООПТ является верховое кустарничково-сфагновое болото с вторичными озерками и сфагновыми мочажинами в центре и на склонах, с периферийным рядом мезотрофных и мезоэвтрофных ассоциаций. Болота данного ботанико-географического типа – северо-западноевропейские со *Sphagnum fuscum* и *Calluna vulgaris* таежные (Fuscum-болота) – в исследуемом регионе находятся на границе ареала сплошного распространения (Юрковская, 1992), что придает особую соэкологическую ценность водно-болотному заказнику «Габы» (рисунок 2).

Флора. Согласно проведенному анализу на территории заказника «Габы» отмечено 400 видов сосудистых растений, объединенных в 243 родов, 109 семейств, 49 порядков, 6 классов и 5 отделов. К отделам Хвошеобразные (*Equisetophyta*) принадлежит 5 видов, Плауновидные (*Lycopodiophyta*) – 3 вида, к отделу Папоротникообразные (*Polypodiophyta*) – 7 видов, к отделу Голосеменные (*Pinophyta*) относится 3 вида, на отдел Покрытосеменные (*Magnoliophyta*) приходится 382 вида, из них в класс Двудольные (*Magnoliopsida*) входят 287 видов, а в класс Однодольные (*Liliopsida*) – 95 видов.

На долю 10 доминирующих семейств приходится 55 % видового и 53 % родового фиторазнообразия сосудистых растений заказника. Моновидовыми являются 30 семейств.

Из родов наиболее представительны: *Carex* – 18 видов, *Salix* – 9 видов, *Rumex* и *Galium* по 7 видов, *Viola* и *Polygonum* содержат по 6 видов, *Equisetum*, *Juncus*, *Ranunculus*, *Stellaria* и *Potamogeton* – по 5 видов. Остальные рода содержат 4 и менее видов.



Рисунок 2 – Кустарничково-сфагновое верховое болото – ядро заказника «Габы»

В ходе полевых исследований обнаружены 11 мест произрастания 3 видов дикорастущих растений, включенных в национальную Красную книгу Республики Беларусь (рисунок 3) (Красная книга..., 2015).

Во флоре ядра ООПТ (верховое сфагновое болото) насчитывается 73 вида сосудистых растений, 26 листостебельных мхов (из них 19 – сфагновых), 7 – лишайников, 3 – печеночных мхов. Более половины всех растений (67 видов) характерны для нетипичных местообитаний, главным образом краевого мезотрофного ряда. В олиготрофных фитоценозах центральной части болота насчитывается 22 вида сосудистых растений, 15 – листостебельных мхов (из них 11 – сфагновых), 3 – печеночных мхов, 5 – видов лишайников. Среди них к доминантам и содоминантам относятся *Sphagnum fuscum*, *Sph. magellanicum*, которые образуют моховой покров на грядах и других микроповышениях (*Sph. magellanicum* господствует также в сосново-кустарничковых фитоценозах на склонах), *Sph. cuspidatum* (реже *Sph. balticum* и *Sph. majus*) – в мочажинах, *Sph. rubellum* – по краю мочажин. Среди трав и кустарничков доминируют *Eriophorum vaginatum*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Ledum palustre*, *Carex limosa*, *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia*. Широко распространена сосна, представленная 3 формами: *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*, f. *litwinowii*, f. *willkomii*.

Следует отметить, что довольно существенная роль в моховом покрове *Sph. magellanicum*, что, является характерной особенностью болот западнорусского типа и связывает их с болотами более южно-го типа. Наличие *Chamaedaphne calyculata*, а также *Sph. majus* сближает эти болота с восточными; *Oxycoccus microcarpus*, *Empetrum nigrum* являются северными элементами в их флоре (Зеленкевич, 2015).

Растительность. Согласно геоботаническому районированию Беларуси, исследуемая территория относится к Минско-Борисовскому району Ошмяно-Минского округа северной подзоны дубово-темнохвойных лесов (Растительный покров..., 1969). Однако благодаря тому, что территория ВБЗ «Габы» находится в пределах депрессии, и большая ее часть занята торфяным месторождением, для нее характерна своеобразная растительность, которая существенно отличается от фоновой растительности геоботаниче-

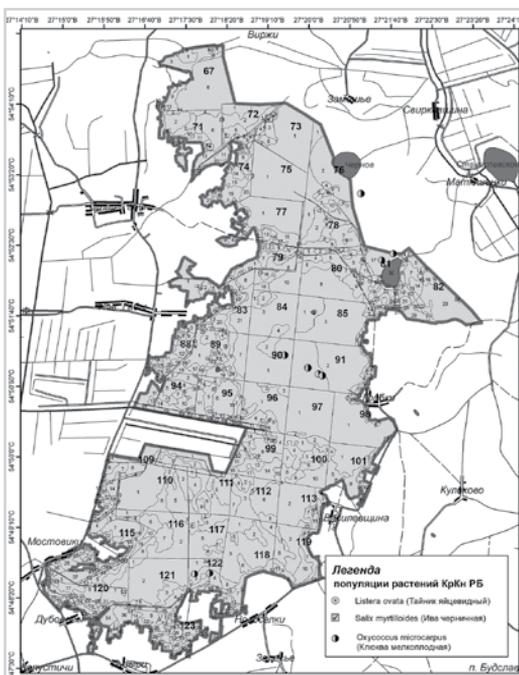


Рисунок 3 – Карта мест произрастания видов растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, в границах водно-болотного заказника «Габы»

ского района. В растительном покрове природоохранного объекта практически отсутствуют сухие сосновые леса, значительные площади (63,3 %) заняты болотной растительностью, большая часть лесов (43,8 %) здесь в той или иной степени заболочена. Кроме этого, интенсивное антропогенное воздействие в прошлом (рубки, пожары) обусловило высокое участие (31,3 % лесопокрытой площади) производных мелколиственных лесов.

В составе лесов ООПТ преобладают сосновые (46,3 % лесопокрытой площади) насаждения. Относительно высоким участием характеризуются бородавчато- (26,1 %) и пушистоберезовые (17,0 %) леса. Незначительное участие характерно для ельников (4,7 %), осинников (5,3 %), фрагментарно представлены ольсы (0,6 %). В спектре типологического разнообразия преобладают насаждения черничной (18,1 %), сфагнувой (17,0 %), осоковой (13,0 %), багульниковой (8,1 %), осоковой (8,0 %) серий типов леса.

Экологическая структура лесов заказника характеризуется преобладанием групп лесов, произрастающих на торфяных болотах (43,8 % лесопокрытой площади). Довольно высокой, является доля лесов, произрастающих на относительно богатых почвах (22,5 %). Относительно высокое участие в лесном фонде групп лесов, формирующихся на оторфованных минеральных почвах олиготрофного заболачивания (17,3 % лесопокрытой площади).

Возраст насаждений заказника составляет в среднем 28 лет и колеблется по формациям от 17 (пушистоберезовые) до 54 лет (еловые). В настоящее время лесной фонд ООПТ имеет следующее распределение по возрастным категориям: молодняки (I–II классы возраста) – 64,1 % лесопокрытой площади, средневозрастные (III класс) – 24,8 %, припевающие (IV класс) – 9,7 %, спелые (V класс) – 1,4 %.

Средний класс бонитета насаждений – IV,0. Высокопродуктивные (I⁶–I класс бонитета) леса занимают 17,2 % лесопокрытой площади. Средне- (II–III классы бонитета) и низкопродуктивные (IV–V⁶) насаждения занимают соответственно 22,7 % и 60,1 %.

Средний запас древесины в лесах заказника составляет 119 м³/га лесопокрытой площади. Средний запас сосняков (суходольных) достигает 163 м³/га, сосняков (болотных) – 19, березняков – 83, черноольшаников – 134 м³/га. Среднегодовой прирост древесины в лесах характеризуемой территории составляет 3,0 м³/га и по формациям колеблется от 0,7 (болотные сосняки) до 4,3 м³/га (осинники).

Общая площадь, занимаемая болотной растительностью в пределах ООПТ, составляет 3108,7 га (63,3 %), в т. ч. олиготрофные сообщества – 2690,3 га (54,9 %), мезоолиготрофные и мезотрофные – 305,2 га (6,1 %), эвтрофные – 113,2 (2,3 %).

Растительность верхового болота является типичной для северо-западноевропейских сфагновых верховых болот, и характеризуется тем, что в растительном покрове наряду с континентальными элементами (*Chamaedaphne calyculata*, *Sphagnum majus*) еще сильны позиции некоторых субатлантических и западноевропейских видов (*Calluna vulgaris*, *Sphagnum cuspidatum*, *Sph. rubellum*). Последние нередко являются эдификаторами и соэдификаторами в разнообразных фитоценозах или встречаются как ассектаторы.

Для болотного массива характерны мелкоочажинные пушицево-сфагновые комплексы с *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*, f. *willkomii* на вершине (нарушенные пожарами последних лет), грядово-очажинные комплексы на

пологих участках склонов, сосново-кустарничково-сфагновые сообщества (облесенное кольцо) на крутых участках склонов и, наконец, лагг (таблица 1, рисунок 4).

Ширина облесенного кольца, площадь грядово-мочажинного комплекса и степень выраженности, меняются на разных участках болота в зависимости от уклона поверхности, а также удаленности от осушительных систем (см. рисунок 4).

На грядах грядово-мочажинных комплексов наиболее распространенными являются ассоциации *Calluna vulgaris*-*Sphagnum fuscum*, *Eriophorum vaginatum*-*Sphagnum fuscum*, иногда с разреженным пологом *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*, f. *willkomii*. Довольно часто встречаются сообщества, в которых одновременно доминируют *Calluna vulgaris* и *Chamaedaphne calyculata*. К низким участкам гряд и их краям приурочены ассоциации *Eriophorum vaginatum*-*Sphagnum rubellum*, *Andromeda polifolia*-*Sphagnum rubellum*. В нижних частях склонов встречаются грядово-мочажинные комплексы, где на повышениях господствует *Sphagnum magellanicum*, им свойственны ассоциации *Eriophorum vaginatum*-*Sphagnum magellanicum*, *Chamaedaphne calyculata*-*Sphagnum magellanicum* с редкой разреженной сосной.

Растительность мочажин более разнообразна: в верхней части склонов, преимущественно в небольших мочажинах, наиболее распространенными являются сообщества с доминированием (см. таблицу 1, рисунок 4) *Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum balticum* и *Sph. cuspidatum*; в средней части склонов – с *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Sphagnum cuspidatum* (редко *Sph. majus*), в средней и нижних частях склонов – сфагновые мочажины с *Rhynchospora alba* и полидоминантные сфагновые мочажины с господством всех трех видов влаголюбивых трав. В мочажинах с деградированным сфагновым покровом развиты сообщества с *Rhynchospora alba*, в них обильны печеночники. Характерным является постепенное увеличение размеров мочажин от верхней части склона к нижней.

Кратко остановимся на характеристике основной единицы эколого-фитоценотической классификации – формации, которая объединяет сообщества с одним и тем же эдификатором.

В описаниях растительности исследованного болотного массива формация *PHRAGMITETA AUSTRALIS*

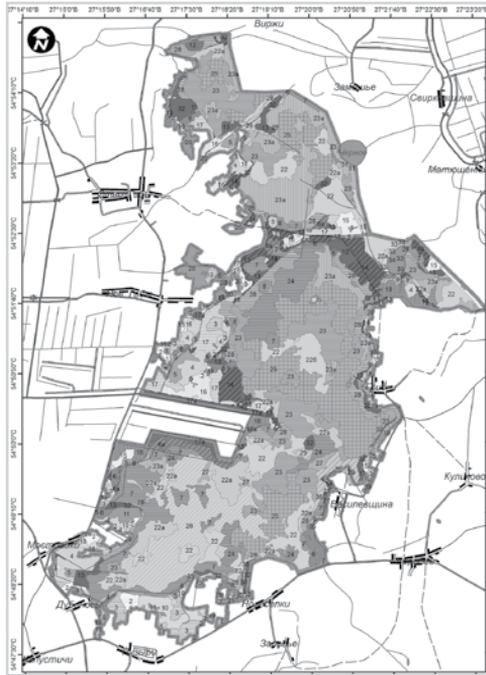


Рисунок 4 – Карта растительности водно-болотного заказника «Габы» (Мядельский район, Минская область)

Таблица 1 – Легенда карты и структура растительности водно-болотного заказника «Габы»

Категория растительности		Площадь	
		га	%
I. ЛЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ		1771,7	36,2
ХВОЙНЫЕ ЛЕСА		903,5	18,4
Сосновые (<i>Pinus sylvestris</i>) и пушистоберезово-сосновые (<i>Pinus sylvestris</i>, <i>Betula pubescens</i>) леса		820,7	16,7
1	Сосновые вересково-лишайниково-зеленомошные (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Cetraria islandica</i> , виды рода <i>Cladonia</i> , <i>Dicranum polysetum</i> , <i>Polytrichum juniperinum</i> , <i>P. piliferum</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>)	2,7	0,1
2	Сосновые зеленомошные (<i>Pleurozium schreberi</i> , виды рода <i>Dicranum</i>) с редкими кустарничками (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>V. myrtillus</i>)	38,2	0,8
3	Елово-сосновые кустарничково-зеленомошные (<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>V. myrtillus</i> , <i>Dicranum polysetum</i> , <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i>) с <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> и бореальным мелкотравьем (<i>Oxalis acetosella</i> , <i>Trientalis europaea</i> , <i>Maianthemum bifolium</i>)	129,4	2,6
4	Сосновые и елово-сосновые чернично-зеленомошные (<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Lycopodium annotinum</i> , <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i>)	135,1	2,7
5	Березово-сосновые с елью кустарничково-долгомошные (<i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Polytrichum commune</i>)	49,3	1,0
6	Сосновые кустарничково-сфагновые (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> + обычная форма [h=6–10 м], <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>Sph. magellanicum</i> , <i>Sph. russowii</i>)	65,1	1,3
6а	Сосновые кустарничково-сфагново-зеленомошные на торфах верхового типа осушенные (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> + обычная форма [h=8–12 м], <i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. vitis-idaea</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>Sph. magellanicum</i> , <i>Dicranum polysetum</i> , <i>Pleurozium schreberi</i>)	56,0	1,1
7	Сосновые пушицево-сфагновые (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=3–5 м, сомкнутость 0,4–0,6], <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. angustifolium</i> , <i>Sph. fuscum</i>)	307,8	6,3
8	Сосновые и пушистоберезово-сосновые с неоднородным покровом: кустарничково-сфагновые кочки (<i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i>) и осоково-пушицево-сфагновые межкочья (<i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. nigra</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>Sph. fallax</i> , <i>Sph. magellanicum</i>)	18,0	0,4
9	Пушистоберезово-сосновые гигрофитно-травяно-осоковые (<i>Comarum palustre</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>C. lasiocarpa</i> , <i>C. nigra</i> , <i>Calamagrostis canescens</i> , <i>Equisetum fluviatile</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Phragmites australis</i>) с разреженным моховым покровом (<i>Calliergonella cuspidata</i> ,	19,1	0,4

Категория растительности		Площадь	
		га	%
	<i>Climacium dendroides, Rhytidiadelphus triquetrus, Sphagnum centrale, Sph. magellanicum, Sph. teres, Sph. capillifolium</i>)		
Еловые (Picea abies) леса		82,8	1,7
10	Еловые орляково-кислично-зеленомошные (<i>Oxalis acetosella, Pteridium aquilinum, Maianthemum bifolium, Luzula pilosa, Trientalis europaea, Hylocomium splendens, Rhytidiadelphus triquetrus</i>)	62,3	1,3
11	Еловые черничные, чернично-зеленомошные (<i>Vaccinium myrtillus, Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi, Ptilium crista-castrensis</i>) в сочетании с чернично-сфагново-долгомошными (<i>Vaccinium myrtillus, Calamagrostis canescens, Sphagnum girgensohnii, Sph. fallax, Polytrichum commune</i>)	20,5	0,4
ЛИСТВЕННЫЕ БОЛОТНЫЕ ЛЕСА		310,8	6,4
Черноольховые (Alnus glutinosa) леса		10,1	0,2
12	Черноольховые и пушистоберезово-черноольховые гидрофильно-травяно-осоковые (<i>Solanum dulcamara, Thelypteris palustris, Carex acutiformis, C. elongata, C. pseudocyperus, C. vesicaria, Galium palustre, Calla palustris, Iris pseudacorus, Naumburgia thyrsoiflora, Climacium dendroides</i>) нередко с густым кустарниковым ярусом (<i>Frangula alnus, Salix cinerea, S. pentandra</i>)	10,1	0,2
Пушистоберезовые (Betula pubescens) леса		300,7	6,2
13	Пушистоберезовые с сосной осоково-гидрофильно-травяно-сфагновые (<i>Calamagrostis canescens, Carex lasiocarpa, C. appropinquata, Peucedanum palustre, Galium palustre, Thelypteris palustris, Sphagnum centrale, Sph. obtusum, Sph. squarrosum, Calliergonella cuspidata, Calliergon giganteum</i>)	100,4	2,1
14	Пушистоберезовые и черноольхово-пушистоберезовые гидрофильно-травяно-осоковые (<i>Thelypteris palustris, Carex cinerea, C. acutiformis, C. appropinquata, C. elongata, Lycopodium europaeus, Naumburgia thyrsoiflora, Filipendula ulmaria, Equisetum fluviatile, Peucedanum palustre</i>)	200,3	4,1
МЕЛКОЛИСТВЕННЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ЛЕСА		557,4	11,4
Бородавчатоберезовые (Betula pendula) леса		462,8	9,5
15	Березовые с осинной, сосной, елью злаково-орляковые (<i>Agrostis tenuis, Calamagrostis arundinacea, Convallaria majalis, Pteridium aquilinum</i>) с таежными видами (<i>Rubus saxatilis, Vaccinium myrtillus, Maianthemum bifolium, Trientalis europaea</i>) и пятнами зеленых мхов (<i>Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi</i>)	73,0	1,5
16	Елово-березовые травяно-черничные (<i>Vaccinium myrtillus, Calamagrostis arundinacea, Lycopodium annotinum, Melampyrum pratense, Molinia caerulea</i>) местами с <i>Rubus idaeus</i> и с разреженным покровом из зеленых мхов (<i>Hylocomium splendens, Pleurozium schreberi</i>)	115,7	2,4
17	Березовые вейниково-кустарничково-долгомошные (<i>Vaccinium myrtillus, V. uliginosum, Calamagrostis canescens, Carex nigra, Ledum palustre, Molinia caerulea, Polytrichum commune</i>)	143,0	2,9
17а	Бородавчатоберезовые кустарничково-зеленомошные на осушенных землях (<i>Betula pendula, B. pubescens, Vaccinium myrtillus, V. uliginosum, V. vitis-idaea, Ledum palustre, Pleurozium schreberi, Dicranum polysetum</i>)	53,6	1,1

Продолжение таблицы 1

Категория растительности		Площадь	
		га	%
18	Березовые (<i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i>) и черноольхово-березовые крапивно-кочедыжниковые (<i>Athyrium filix-femina</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Impatiens noli-tangere</i> , <i>Urtica dioica</i>) в сочетании с березовыми снытевыми (<i>Aegopodium podagraria</i> , <i>Asarum europaeum</i> , <i>Festuca gigantea</i> , <i>Mercurialis perennis</i> , <i>Paris quadrifolia</i> , <i>Polygonatum multiflorum</i> , <i>Pulmonaria obscura</i> , <i>Stellaria nemorum</i>)	77,5	1,6
Осиновые (<i>Populus tremula</i>) леса		94,6	1,9
19	Березово-осиновые кисличные (<i>Carex digitata</i> , <i>Galeobdolon luteum</i> , <i>Hepatica nobilis</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Stellaria holostea</i>)	18,0	0,4
20	Березово-осиновые вейниково-черничные (<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Maianthemum bifolium</i> , <i>Trientalis europaea</i>) и участками вейниково-долгомошных (<i>Calamagrostis canescens</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Sphagnum centrale</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Polytrichum commune</i> , <i>Rhytidadelphus triquetrus</i>)	71,4	1,4
21	Березово-осиновые с ольхой черной папоротниково-снытевые (<i>Athyrium filix-femina</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Aegopodium podagraria</i> , <i>Cirsium oleraceum</i> , <i>Festuca gigantea</i> , <i>Geum rivale</i> , <i>Mercurialis perennis</i> , <i>Milium effusum</i> , <i>Paris quadrifolia</i> , <i>Pulmonaria obscura</i> , <i>Stellaria nemorum</i>)	5,2	0,1
II. БОЛОТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ		3108,7	63,3
Олиготрофные сообщества		2690,3	54,9
22	Пушицево-кустарничково-сфагновые (<i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Охосoccus palustris</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. angustifolium</i> , <i>Sph. rubellum</i>), иногда в сочетании (до 10–20 %) с мелкими пушицево-сфагновыми мочажинами (<i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. balticum</i>)	366,4	7,5
22а	с разреженным ярусом сосны и березы (<i>Betula pubescens</i> , <i>Pinus sylvestris</i>)	182,6	3,7
22б	Кустарничково-сфагновые (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Охосoccus microcarpus</i> , <i>Sphagnum fuscum</i>) с разреженной <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=2–4 м]	52,7	1,1
23	Кустарничково-политрихово-сфагновые (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. angustifolium</i> , <i>Sph. fuscum</i> , <i>Polytrichum strictum</i>) мелколесья в фазе заключительной демутации после пожаров 1992–2002 гг.	520,4	10,6
23а	Послепожарные хвойно-лиственные (<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Betula pubescens</i> , <i>B. pendula</i>) кустарничково-политрихово-сфагновые (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>Sph. angustifolium</i> , <i>Sph. fuscum</i> , <i>Polytrichum strictum</i>) мелколесья	367,1	7,5
24	Кочковато-мочажинно-ковровый комплекс: кочки: кустарничково-сфагновые кочки (<i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Охосoccus palustris</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i>) мочажины и ковры: пушицево-сфагновые ковры (<i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>Sph. balticum</i>) в сочетании с мелкими очеретниково-сфагновыми (<i>Rhynchospora alba</i> , <i>Sphagnum balticum</i> , <i>Sph. cuspidatum</i>) мочажинами	216,0	4,4

Категория растительности		Площадь	
		га	%
25	Кочковато-мочажинный комплекс кочки: вересково-сфаговые (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Sphagnum fuscum</i> , <i>Sph. rubellum</i>) со следами пожаров 1992–2002 гг. мочажины: пушицево-сфаговые (<i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Sphagnum balticum</i> , <i>Sph. cuspidatum</i>) мочажины; в наиболее обводненных – очеретниково (<i>Rhynchospora alba</i>)- и шейхцерицево (<i>Scheuchzeria palustris</i>)-топяноосоково (<i>Carex limosa</i>)-сфаговые (<i>Sphagnum balticum</i> , <i>Sph. cuspidatum</i>)	613,2	12,5
26	Грядово-мочажинный комплекс гряды: кустарничково-сфаговые (<i>Calluna vulgaris</i> , <i>Empetrum nigrum</i> с преобладанием <i>Sphagnum fuscum</i>) с редкой сосной (<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> , f. <i>willkomii</i>) мочажины: очеретниково (<i>Rhynchospora alba</i>)- и шейхцерицево (<i>Scheuchzeria palustris</i>)-топяноосоково (<i>Carex limosa</i>)-сфаговые (<i>Sphagnum balticum</i> , <i>Sph. cuspidatum</i>), иногда с признаками регрессии (<i>Rhynchospora alba</i> , <i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Cladopodiella fluitans</i> , <i>Cephalozia fluitans</i> , <i>Mylia anomala</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. balticum</i>)	351,9	7,2
27	Шейхцерицево-осоково-сфаговые топи (<i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Carex limosa</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. majus</i>) в сочетании с озёрками с открытой водной поверхностью или затягивающимися сфаговыми мхами (<i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>Sph. majus</i>)	20,0	0,4
Мезоолиготрофные и мезотрофные сообщества		305,2	6,1
28	Осоково-пушицево-травяно-сфаговые (<i>Comarum palustre</i> , <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Er. polystachyon</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. papillosum</i> , <i>Sph. angustifolium</i> , <i>Sph. obtusum</i>) с кустарничково-сфаговыми (<i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i>), местами с разреженным ярусом сосны и березы (<i>Betula pubescens</i> , <i>Pinus sylvestris</i>)	233,2	4,7
29	Кочковато-мочажинно-ковровый комплекс кочки: кустарничково-сфаговые (<i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i>) мочажины и ковры: осоково-пушицево-сфаговые (<i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Er. polystachyon</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. angustifolium</i> , <i>Sph. papillosum</i>) ковры; очеретниково- и шейхцерицево-сфаговые мочажины (<i>Rhynchospora alba</i> , <i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Sphagnum balticum</i> , <i>Sph. cuspidatum</i>)	70,2	1,4
30	Тростниково-сфаговые (<i>Phragmites australis</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>Sph. flexuosum</i> , <i>Sph. centrale</i>) в сочетании с вахтово-осоково-сфаговыми (<i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> , <i>Sph. papillosum</i>) с разреженным древесно-кустарниковым ярусом (<i>Salix cinerea</i> , <i>Betula pubescens</i> , <i>Pinus sylvestris</i>)	1,8	<0,1
Эвтрофные сообщества		113,2	2,3
31	Травяно-осоково-гипновые (<i>Comarum palustre</i> , <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>C. paniculata</i> , <i>C. chordorrhiza</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Equisetum fluviatile</i> , <i>Peucedanum palustre</i> , виды рода <i>Drepanocladus</i> ,	0,3	<0,1

Продолжение таблицы 1

Категория растительности		Площадь	
		га	%
	<i>Aulacomium palustre</i> , <i>Calliergonella cuspidata</i>) иногда до 20–30 % поросшие <i>Betula pubescens</i> , <i>Alnus glutinosa</i> и ивами (<i>Salix cinerea</i> , <i>S. aurita</i> , <i>S. pentandra</i> , <i>S. triandra</i>)		
32	Ивняки (<i>Salix cinerea</i> , <i>S. triandra</i> , <i>S. rosmarinifolia</i>) с <i>Betula pubescens</i> и <i>Alnus glutinosa</i> вейниково-осоковые (<i>Thelypteris palustris</i> , <i>Calamagrostis canescens</i> , <i>Carex acuta</i> , <i>C. vesicaria</i> , <i>Lysimachia vulgaris</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Galium palustre</i>)	109,3	2,2
33	Тростниковые (<i>Phragmites australis</i>) в сочетании с травяно- (<i>Comarum palustre</i> , <i>Calla palustris</i> , <i>Iris pseudacorus</i> , <i>Equisetum fluviatile</i>)-осоковыми (<i>Carex rostrata</i> , <i>C. vesicaria</i>)	3,6	0,1
ПРОЧИЕ ЗЕМЛИ			
34	Естественные дистрофные озера	18,4	0,4
35	Антропогенные земли	3,2	0,1

включает сообщества главным образователем, которых является *Phragmites australis*. Ассоциация представлена двумя описаниями, выполненными на избыточно увлажненной части, граничащей с озером Ореховое. Уровень воды находится выше поверхности торфа (+5...+11 см); мощность торфяной залежи – 0,3–0,4 м. Фитоценотическая структура ассоциации довольно проста. Сообщества имеют один, но довольно густой ярус *Phragmites australis* высотой 1,5–2,0 м. Виды болотного разнотравья (*Thelypteris palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Peucedanum palustre* и др.) сомкнутого яруса не образуют, отсутствует и моховой покров. Общая ширина зарастания не превышает 10 м, глубина распространения не более 0,5–0,7.

Формация *EQUISETA FLUVIATILIS* представлена ассоциацией *Equisetum fluviatile* + *Comarum palustre*. Ассоциация занимает небольшие по площади, сильно обводненные участки (уровень воды +13 см); мощность торфяной залежи – 0,5 м. Сообщества имеют 2 яруса – верхний, образованный *Equisetum fluviatile*, и нижний – сложенный мезотрофными гигрофитами (*Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Naumburgia thyrsoiflora* и др.). Присутствие нижнего яруса болотного разнотравья дифференцирует ассоциацию (асс.) от сообществ, относимых к асс. *Equisetum fluviatile*, представляющих собой моновидовые заросли хвоща с небольшим количеством плавающих на поверхности воды растений. Моховой ярус не выражен.

Формация *CARICETA LASIOCARPAE* включает ассоциацию *Carex lasiocarpa* + *Comarum palustre*, которая представлена геоботаническими описаниями, на избыточно увлажненной части, граничащей с озером Ореховое. Мощность торфяной залежи составляет 0,6 м. Характеризуемый ценоз имеет двухъярусное строение. Верхний подъярус (0,5–0,6 м), осоковый, образован *Carex lasiocarpa* с участием *C. rostrata*; основные доминанты нижнего подъяруса – *Menyanthes trifoliata* и *Comarum palustre*. Сомкнутый моховой ярус отсутствует; фрагментарно (с покрытием до 5 %) встречаются сфагновые и гипновые мхи.

В условиях значительной обводненности местообитаний встречаются сообщества формации *SALICETA CINEREAЕ*, которая объединяет сообщества с

доминированием *Salix cinerea*, формирующихся в застойно-увлажненных местообитаниях. Ассоциация распространена на участке низинного болота, развивающегося в юго-восточной окраине заказника. Уровень стояния воды высокий (+1 см); мощность торфяной залежи составляет ~0,8 м. Основной ярус, высотой 1,5–2 м, образуют *Salix cinerea* с примесью *S. aurita*. Покрытие кустарников составляет 30 %. Выше кустарникового яруса поднимаются невысокие (3–5 м) одиночные деревья *Betula pubescens*. Травяной ярус густой (40–50 % покрытия), в нем доминирует *Carex lasiocarpa* (проективное покрытие (п. п.) – 20 %), содоминанты (10–15 %) – *C. rostrata*, *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Peucedanum palustre*. В разреженном моховом покрове (20–25 % покрытия), доминирует *Sphagnum centrale*.

Синтаксономическим ядром растительности мезотрофной части болотного массива являются ассоциации формации SPHAGNETA FALLACIS. Формация объединяет сообщества, которые размещаются в краевых ложбинах болотного массива (см. рисунок 4).

Наиболее распространенной ассоциацией является *Carex rostrata*-*Sphagnum fallax*, которая имеет характерный облик: сизоватые побеги *Carex rostrata* образуют довольно густые заросли (15–70 % п. п.) высотой 0,4–0,7 м. В нижнем ярусе почти всегда *Scheuchzeria palustris* и *Carex limosa*. Небольшая примесь кустарнички постоянна: *Oxycoccus palustris* обильно плодоносит. Моховой покров сплошной, в нем доминирует *Sphagnum fallax*, с небольшой примесью *Sph. magellanicum*, *Sph. angustifolium*, *Sph. balticum*.

На особо обводненных окраинных участках болота (на контакте олиготрофной и евтрофной растительности) встречаются ассоциации *Scheuchzeria palustris*-*Sphagnum fallax*, иногда с примесью *Rhynchospora alba*, *Carex limosa* и *C. rostrata*.

Довольно часто на умеренно увлажненных участках переходных сфагновых топей встречается ассоциация *Carex lasiocarpa*-*Sphagnum fallax*. Как правило, осока волосистоплодная образует 10–30 % проективного покрытия. В составе сообществ отмечаются мезотрофные растения: *Menyanthes trifoliata*, *Eriophorum polystachyon*, *Equisetum fluviatile*. Кустарнички также являются достаточно постоянной компонентой, но основного фона не образуют. В моховом покрове господствует *Sphagnum fallax* с небольшой примесью *Sph. magellanicum*, *Sph. cuspidatum*.

На участках переходных сфагновых топей встречаются сообщества SPHAGNETA FALLACIS, в которых доминирует *Menyanthes trifoliata*. Здесь хорошо представлены *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, а также кустарнички (*Chamaedaphne calyculata*, *Calluna vulgaris*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*).

Небольшими участками на ровной поверхности (ковров) открытой части болота встречается пушицевая ассоциация SPHAGNETA FALLACIS. В сообществах ассоциации отсутствует древесный ярус, в травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Eriophorum vaginatum*. Большая часть болотных кустарничков имеет невысокие показатели проективного покрытия. Довольно большое покрытие отмечено лишь для *Andromeda polifolia* и *Oxycoccus palustris*. Моховой ярус в основном образуют 2 вида сфагновых мхов – *Sphagnum fallax* и *Sph. angustifolium*, но встречаются и мочажинные виды *Sph. cuspidatum*, *Sph. balticum*. Наиболее характерные описания рассматриваемой ассоциации сведены в таблице 2.

Таблица 2 – Геоботанические описания сообществ SPHAGNETA FALLACIS, SPH. ANGUSTIFOLII (картируемый таксон № 28, 29 (ковры))

Ярус	Растение	Номер описания										
		1	60	3	33	62	56	54	59	32	47	
Tr (l)	<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	5	10	.	.
	<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	15	15	.	.
	<i>Populus tremula</i>	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.
Shr (h)	<i>Salix aurita</i>	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.
	<i>Salix cinerea</i>	.	.	.	5	.	.	20	.	.	.	
	<i>Chamaedaphne calyculata</i>	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.
Shr (l)	<i>Empetrum nigrum</i>	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.
	<i>Oxycoccus palustris</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	.	4
	<i>Andromeda polifolia</i>	.	.	.	.	.	5	.	5	.	.
	<i>Salix myrtilloides</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
	<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.
Hrb	<i>Eriophorum vaginatum</i>	.	.	10	10	15	15	5	.	30	8	
	<i>Agrostis canina</i>	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Carex rostrata</i>	70	25	10	30	10	15	.	.	.	.
	<i>Carex lasiocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	10	20	.	.
	<i>Carex cinerea</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Carex nigra</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
	<i>Carex panicea</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	65	.	.	3	.	.	25	.	.	
	<i>Naumburgia thyrsoflora</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Peucedanum palustre</i>	1	.	.	.	.	.	10	.	.	.
	<i>Scheuchzeria palustris</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2
	<i>Carex limosa</i>	.	.	10	.	1	.	5	2	.	.	
	<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	.	.	.	5	.	.	5
	<i>Comarum palustre</i>	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Polytrichum strictum</i>	.	.	.	.	.	10	5	2	.	.
	<i>Calla palustris</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Equisetum fluviatile</i>	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Equisetum palustre</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
		<i>Eriophorum polystachion</i>	1
		<i>Juncus filiformis</i>	.	.	.	10
<i>Lysimachia vulgaris</i>		2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
M (b)	<i>Polytrichum commune</i>	.	.	.	5	.	.	5	.	.	.	
	<i>Aulacomnium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	3	3	.	.
M (s)	<i>Sphagnum fallax</i>	90	90	90	75	60	.	25	40	40	.	
	<i>Sphagnum angustifolium</i>	.	.	.	15	30	60	.	10	10	85	
	<i>Sphagnum magellanicum</i>	.	.	.	.	.	10	.	25	.	10

Ярус	Растение	Номер описания									
		1	60	3	33	62	56	54	59	32	47
	<i>Sphagnum cuspidatum</i>	.	.	1	.	10	.	.	.	15	.
	<i>Sphagnum fuscum</i>	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.
	<i>Sphagnum palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	15	.	.

Сообщества формации *SPHAGNETA PAPILLOSI* встречаются пятнами в окраинных переходных топях, в самых нижних частях склонов. Сообщества формации занимают относительно сухие местообитания (–20...–4 см). В травяном ярусе преобладают *Eriophorum vaginatum*, *Carex lasiocarpa*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*. В зависимости от вида-доминанта выделены соответствующие ассоциации. В сплошном моховом покрове доминирует *Sphagnum papillosum*, к его дерновине примешиваются *Sph. magellanicum*, *Sph. angustifolium*, *Sph. rubellum*, *Sph. cuspidatum*, *Sph. balticum*.

Ассоциации формации *SPHAGNETA ANGUSTIFOLII* + *MAGELLANICI* доминируют в растительном покрове болота и встречаются преимущественно в его центральной части, а также на грядах грядово-мочажинных комплексов. Деревянный ярус в ассоциациях *Sphagneta angustifoli* + *magellanic* отсутствует или представлен сильно разреженной (сомкнутость 0,1–0,3, редко 0,4) сосной *f. litwinowii* и *f. willkommii* (высота 1–3 м, диаметр – до 3 см). В травяно-кустарничковом ярусе (высота 15–35 см, сомкнутость 20–60 %) преобладают *Eriophorum vaginatum*, *Calluna vulgaris*, *Chamaedaphne calyculata*, при увеличении сомкнутости древесного яруса – *Ledum palustre*, иногда в качестве содоминантов выступают *Andromeda polifolia* и *Oxycoccus palustris*. В сплошном моховом покрове доминируют *Sphagnum magellanicum* и *Sph. angustifolium* с примесью *Sph. fuscum* и *Polytrichum strictum*. Наиболее характерные описания рассматриваемой ассоциации представлены в таблице 3.

На фрагментах гряд и кочек, характеризующихся небольшой высотой и часто несущие черты неустойчивости во времени, будучи стадиями разрушения гряд встречаются вересково-пушицевые *SPHAGNETA RUBELII*. Деревянный ярус для ассоциации не характерен, но низкорослая сосна болотных форм довольно часто встречается в составе ее ценозов. Верхний подъярус травяно-кустарничкового яруса образован *Eriophorum vaginatum*, *Calluna vulgaris*, нижний – *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus palustris*. Моховой ярус полидоминантен и складывается *Sphagnum rubellum*, *Sph. fuscum*, *Sph. angustifolium*, *Sph. magellanicum*. Наиболее характерные описания рассматриваемой ассоциации представлены в таблице 4.

Формация *SPHAGNETA FUSCI* объединяет сфагновые сообщества кочек и гряд верхового болота, образуя растительный покров на вершинах болотного массива и его склонах. Местообитания ассоциаций *SPHAGNETA FUSCI* типично олиготрофные с довольно низким уровнем грунтовых вод (–10...–50 см). Мощность торфа 2–4,5 м.

В сообществах *SPHAGNETA FUSCI* древостой не является эдификатором, ведущую роль здесь играет моховой покров. Деревянный ярус отсутствует или представлен разреженной (сомкнутость 0,1–0,4) и угнетенной *Pinus sylvestris* f.

Таблица 3 – Геоботанические описания сообществ SPHAGNETA ANGUSTIFOLI + MAGELLANICI (картируемые таксоны № 22, 24 (кочки))

Растение	Номер описания																Кон- стант- ность
	50	48	39	20	19	14	26	13	34	36	38	49	52	53	40	21	
<i>Pinus sylvestris</i> <i>f. litwinowii</i>	.	.	.	25	1	1	.	10	2	.	.	7	20	1	12	3	III
<i>Betula pendula</i>	1	7	.	I
<i>Eriophorum</i> <i>vaginatum</i>	30	10	5	20	5	30	15	10	.	10	10	10	15	10	15	20	V
<i>Calluna vulgaris</i>	.	1	25	20	15	20	10	70	10	15	20	5	30	30	25	10	V
<i>Chamaedaphne</i> <i>calyculata</i>	.	5	2	3	15	20	.	10	2	2	2	7	.	1	5	1	V
<i>Ledum palustre</i>	.	.	2	15	5	.	.	10	20	2	3	.	1	.	1	.	IV
<i>Oxycoccus</i> <i>palustris</i>	.	3	5	.	.	1	.	10	1	3	.	1	1	1	.	.	IV
<i>Andromeda</i> <i>polifolia</i>	.	.	7	2	.	.	2	10	3	1	.	1	.	.	.	.	III
<i>Vaccinium</i> <i>uliginosum</i>	.	.	5	.	.	.	.	.	.	3	5	.	.	.	3	.	II
<i>Empetrum</i> <i>nigrum</i>	.	1	3	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I
<i>Drosera</i> <i>rotundifolia</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I
<i>Vaccinium</i> <i>vitis-idaea</i>	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	I
<i>Oxycoccus</i> <i>microcarpus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Carex nigra</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sphagnum</i> <i>angustifolium</i>	80	45	30	30	15	3	10	2	20	10	20	45	35	15	10	40	IV
<i>Sphagnum</i> <i>magellanicum</i>	3	20	55	10	70	90	30	85	40	35	50	40	20	60	35	.	V
<i>Polytrichum</i> <i>strictum</i>	.	1	3	15	2	20	5	10	5	5	5	.	5	10	10	10	V
<i>Sphagnum</i> <i>fuscum</i>	.	.	10	.	5	7	5	10	20	50	15	5	20	.	20	15	V
<i>Sphagnum</i> <i>rubellum</i>	.	.	2	25	.	.	50	.	25	5	5	.	10	.	5	20	IV
<i>Aulacomnium</i> <i>palustre</i>	.	5	.	1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	I
<i>Cladonia</i> <i>pyxidata</i>	5	I
<i>Pleurozium</i> <i>schreberi</i>	.	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I



**Таблица 4 – Геоботанические описания сообществ
SPHAGNETA RUBELLII (картируемый таксон № 25 (кочки))**

Растение	Номер описания			Константность
	18	24	28	
<i>Calluna vulgaris</i>	20	15	7	V
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	10	.	2	IV
<i>Ledum palustre</i>	1	3	.	IV
<i>Andromeda polifolia</i>	.	.	1	II
<i>Eriophorum vaginatum</i>	20	10	10	V
<i>Oxycoccus palustris</i>	1	.	.	II
<i>Sphagnum rubellum</i>	40	35	50	V
<i>Sphagnum fuscum</i>	10	.	30	IV
<i>Sphagnum angustifolium</i>	25	15	5	V
<i>Sphagnum magellanicum</i>	15	10	10	V
<i>Aulacomniun palustre</i>	10	.	.	II
<i>Polytrichum strictum</i>	.	5	3	IV

litwinowii или f. *willkomii*, высотой 1–4 м. Травяно-кустарничковый ярус дифференцирован на два подъяруса. Верхний подъярус высотой 18–35 см и сомкнутостью 10–30 %, образует *Eriophorum vaginatum* и *Calluna vulgaris*, постоянно, однако с небольшим обилием присутствует *Chamaedaphne calyculata*, периодически встречается *Ledum palustre*. Нижний подъярус высотой 5–15 см и сомкнутостью 5–40 % формируют *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus palustris*. Наиболее характерные описания рассматриваемой ассоциации представлены в таблице 5.

Мочажины кочковато- и грядово-мочажинных комплексов олиготрофного болота заняты сообществами SPHAGNETA CUSPIDATI. Характеризуется маловидовым составом и простым строением. В травяном ярусе *Carex limosa*, *Rhynchospora alba*, *Scheuchzeria palustris*, *Eriophorum vaginatum* либо вместе, либо один из видов. Общее покрытие яруса 10–25 %. Обычны, но дают ничтожное (2–5 %) покрытие кустарнички: *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polifolia* и особенно *Oxycoccus palustris*. Для этих сообществ характерны роснянки: *Drosera rotundifolia*, *Dr. anglica* и *Dr. obovata*. Моховой покров сплошной и состоит их сфагновых мхов секции CUSPIDATA (*Sphagnum cuspidatum*, *Sph. balticum*, *Sph. majus*). Они либо образуют смешанный ковер, либо доминирует один из них. Характерные описания рассматриваемой ассоциации представлены в таблице 6.

Фрагментарно в пределах заказника отмечены гидрофильные травяно-печеночниковые сообщества, в которых сфагновый покров почти полностью деградировал под воздействием пленок водорослей и печеночных мхов. На исследованной территории выделена 1 ассоциация – *Rhynchospora alba*-*Microherpaticae*. Данную ассоциацию мы рассматриваем как сукцессионную стадию развития формации SPHAGNETA CUSPIDATI coll в случае регресса болотообразовательного процесса. Юнгерманиевые мочажины, которые своим черным цветом обязаны печеночникам (*Cladopodiella fluitans*, *Cephalozia fluitans*,

Mylia anomala) и темным с красноватым оттенком *Zygonium*. Часть этих мочажин совершенно лишена сфагнов, в других *Sphagnum balticum*, иногда *Sph. cuspidatum*, лежат отдельными ослизненными побегами или маленькими группками. С юнгерманиевыми мочажинами сочетаются *Eriophorum vaginatum* и *Rhynchospora alba*; прочие высшие растения, как правило, отсутствуют.

Значительные части болотного массива занимают экосистемы с нарушенным растительным покровом. Формирование очага связано с опустошительными пожарами, пройденными на исследуемой территории в 1992, 1996, 1999 и 2002 гг. Послепожарные сообщества являются неустойчивыми и сугубо временными образованиями. В настоящее время в этих фитоценозах активно проявляются демутиационные процессы сопровождающиеся: а) сокращением участия в составе сообщества мелколиственных пород деревьев, б) развитием болотных форм сосны; в) активным внедрением в моховой ярус сфагновых мхов и кустарничков (*Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*).

В целом послепожарные сообщества характеризуются довольно простым строением. В редком (сомкнутость крон 0,1–0,2) верхнем ярусе встречаются *Betula pubescens* и *B. pendula*, *Populus tremula*, *Pinus sylvestris* высотой 0,5–2,5 м. Отмечается обильный подрост лесообразующих пород: сосны – 4–20 тыс. шт./га, березы пушистой – 1,5–56, березы повислой – 0,5–3, осины – 2–20 тыс. шт./га.

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 60–90 %; доминирует *Calluna vulgaris* (проективное покрытие 10–60 %), понижения заняты *Eriophorum vaginatum* (5–40 %). Участие остальных кустарничков

Таблица 5 – Геоботанические описания сообществ SPHAGNETA FUSCI (картируемые таксоны № 22б, 2б (гряды))

Растение	№ описания					Константность
	6	8	15	16	57	
<i>Pinus sylvestris</i>	10	1	10	2	.	IV
<i>Calluna vulgaris</i>	30	30	40	20	.	IV
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	1	.	7	10	3	IV
<i>Ledum palustre</i>	10	.	1	.	5	III
<i>Empetrum nigrum</i>	1	.	10	1	.	III
<i>Oxycoccus palustris</i>	1	2	10	1	.	IV
<i>Andromeda polifolia</i>	1	1	1	10	2	V
<i>Oxycoccus microcarpus</i>	.	+	1	2	+	IV
<i>Eriophorum vaginatum</i>	30	20	30	30	20	V
<i>Drosera rotundifolia</i>	1	.	1	1	.	III
<i>Sphagnum fuscum</i>	70	90	40	95	70	V
<i>Sphagnum magellanicum</i>	10	2	40	1	20	V
<i>Sphagnum angustifolium</i>	.	1	2	.	10	III
<i>Polytrichum strictum</i>	20	10	.	1	.	III
<i>Sphagnum rubellum</i>	10	.	10	.	.	II

Таблица 6 – Геоботанические описания сообществ SPHAGNETA CUSPIDATI coll. (картируемые таксоны № 24, 25, 26, 27 (кочки))

Растение	Номер описания														Константность
	11	9	58	5	37	43	25	23	35	29	27	51	64		
<i>Betula pendula</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	I
<i>Calluna vulgaris</i>	2	.	.	.	.	.	.	15	.	.	.	.	.	I
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Oxycoccus palustris</i>	1	1	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Carex rostrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	I
<i>Scheuchzeria palustris</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	5	II
<i>Carex limosa</i>	.	70	2	.	.	.	.	.	.	.	3	.	7	II
<i>Rhynchospora alba</i>	10	10	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Eriophorum vaginatum</i>	.	.	10	80	25	35	25	25	25	25	15	10	15	V	
<i>Andromeda polifolia</i>	10	1	5	10	.	.	.	.	.	3	.	.	.	II
<i>Calla palustris</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Drosera anglica</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Drosera rotundifolia</i>	10	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sphagnum balticum</i>	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	.	80	85	90	90	95	90	40	70	90	80	80	15	V	
<i>Sphagnum angustifolium</i>	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	10	10	II
<i>Sphagnum magellanicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	3	.	.	I
<i>Polytrichum strictum</i>	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	I
<i>Sphagnum fallax</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	75	I
<i>Sphagnum fuscum</i>	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sphagnum papillosum</i>	90	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sphagnum rubellum</i>	.	.	5	.	.	.	.	10	10	5	2	.	.	II

(*Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris*, *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*) слагающих флористическое ядро ненарушенных растительных сообществ верховых болот как правило невелико. Моховой покрова – полидоминантный. Основной фон в нем образуют – *Polytrichum strictum* (до 20–30 % покрытия почвы), *Sphagnum magellanicum* (до 10–20 %), *Sph. angustifolium* (до 15–30 %), а также *Sph. rubellum*, *Sph. fuscum* (до 10 %). Характерные описания рассматриваемой ассоциации представлены в таблице 7.

Водная растительность, в силу ряда естественных экологических ограничений (низкое содержание питательных веществ, кислая среда, отсутствие минеральных осадков, наличие тонкодетритовых сапропелей и т. д.), не имеет потенциальной акватории для развития. Подавляющее число озер отличает полное отсутствие водной растительности.

Сообщества высших водных растений представлены 2 формациями гелофитов, 4 – гидрофитов плавающих, 1 – гидрофитов погруженных. Наиболее часто встречаются сообщества плавающих гидрофитов – *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida* и *Potamogeton natans*. Биомасса макрофитных зарослей низ-

Таблица 7 – Геоботанические описания нарушенных пожаром сообществ (картируемый таксон № 23)

Растение	Номер описания				Константность	Обилие
	22	31	2	12		
<i>Pinus sylvestris</i>	5	25	.	20	V	20
<i>Betula pendula</i>	15	45	.	10	IV	15
<i>Eriophorum vaginatum</i>	5	10	40	10	V	10
<i>Calluna vulgaris</i>	35	10	.	60	IV	35
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	7	.	10	10	IV	10
<i>Ledum palustre</i>	10	.	.	30	III	20
<i>Oxycoccus palustris</i>	.	.	30	.	II	30
<i>Andromeda polifolia</i>	.	.	1	.	II	1
<i>Carex rostrata</i>	.	.	10	.	II	10
<i>Sphagnum angustifolium</i>	15	15	.	30	IV	15
<i>Sphagnum magellanicum</i>	25	20	20	10	V	23
<i>Polytrichum strictum</i>	20	10	30	20	V	20
<i>Sphagnum fuscum</i>	2	.	.	.	II	2
<i>Sphagnum rubellum</i>	10	.	.	.	II	10
<i>Aulacomium palustre</i>	.	.	.	1	II	1
<i>Sphagnum fallax</i>	.	2	.	.	II	2
<i>Cladonia pyxidata</i>	3	.	.	1	III	2

кая (в среднем 0,01 кг/м² зарослей, или 2,5 г/м³ водной массы в пересчете на воздушно-сухой вес).

В заключении отметим, учитывая, что данная территория характеризуется высокой значимостью для сохранения биологического разнообразия в регионе, считаем целесообразным рассматривать ее как перспективную для включения в состав национального парка «Нарочанский» в качестве участка заповедной зоны.

Литература

1. Зеленкевич, Н. А. Флора и растительность верховых болот Беларуси (ботанико-географические особенности, антропогенные изменения и вопросы охраны): автореф. дис. ... канд. биол. наук 03.02.01 Ботаника. – Минск, 2015. – 26 с.
2. Растительный покров Белоруссии: (с картой М 1:1 000 000) / Акад. наук БССР, Ин-т эксп. ботаники: ред.: И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман. – Минск: Наука и техника, 1969. – 175 с.
3. Юрковская, Т. К. География и картография растительности болот Европейской России и сопредельных территорий. – СПб.: Ботанический институт им. В. Л. Комарова, 1992. – 256 с.
4. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

КРИТЕРИИ И ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОРНЫХ ЛЕСОВ НА ПРИМЕРЕ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

С. Д. Самсонов

Федеральное государственное бюджетное учреждение
Сочинский национальный парк,
samrex@yandex.ru

Восприятие леса с экологической и эстетической позиции чаще всего оценивают по определённым факторам или критериям – признакам, на основании которых производится оценка.

Критерии и индикаторы сохранения и устойчивого управления умеренными и бореальными лесами представлены в Национальном докладе Государственной лесной службы МПР [1].

Для горных лесов Северного Кавказа разработаны критерии оценки рекреационных ландшафтов: эстетический, кислородо-продуктивности насаждений, технологический, комфортности и другие [2,3].

При оценке травянистой растительности лесов должно учитываться такое понятие, как ценогическая популяция [4]. Индивидуальную рекреацию растения на рекреационное воздействие (отсутствует; заметно, но не сказывается на возрастном спектре и типе ценопопуляции вида; изменяет возрастной спектр ценопопуляции, но её тип остаётся нормальным; нормальный тип переводится в регрессивный; ценопопуляция вида находится на грани исчезновения) оценивают по 5-бальной шкале [5].

В нормативных документах принята трёхбальная шкала оценки соответствующих критериев: эстетической, санитарно-гигиенической, рекреационной оценки ландшафтов, а также – устойчивости насаждений. Итоговую оценку определяют путём перемножения баллов [6].

Рекреационную оценку климата, растительности, водных объектов и рельефа проводят по 4-х бальной шкале: чем хуже условия для рекреации тем больше балл оценки [7].

Качественную и количественную оценку рекреационного потенциала горных лесов удобно провести, используя возможности ГИС-технологии. При этом определяют основные критерии оценки, каждый из которых характеризуют набором индикаторов.

В результате исследований для оценки рекреационных лесов Северного Кавказа определились пять критериев и пятнадцать индикаторов.

Первым критерием явился **статус рекреационной территории** с тремя индикаторами: местоположение, категория защитных лесов и категория особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Индикатор 1.1 – местоположение определяет положение выбранного региона (Большие Сочи) среди рекреационных районов Северного Кавказа [8]: Северо-Кавказский предгорный (подрайон Майкопский, Кавминводский, Нальчинский); Горно-Кавказский (подрайоны Домбай-Архызский, Приэльбрусский, Северо-Осетинский); Кавказско-Черноморский (подрайоны Анапский, Новороссийско-Геленджикский, Сочинский); Прикаспийский (Дагестанский).

Индикатор 1.2 – категория защитных лесов лесного фонда выделяется соответственно ст. 102 Лесного кодекса, т. к. все леса рекреационных районов Северного Кавказа по целевому назначению являются защитными. Лесным кодексом определены следующие категории защитных лесов: леса расположенные на особо охраняемых природных территориях; леса расположенные в водоохранных зонах; леса выполняющие функции защиты природных и иных объектов; ценные леса.

Индикатор 1.3 – категория особо охраняемой природной территории выделяется в соответствии с Федеральными законами «Об особо охраняемых природных территориях» и «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах»: государственные природные заповедники; национальные парки; природные парки; государственные природные заказники; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады; лечебно-оздоровительные местности и курорты.

По рекреационному значению эти ООПТ мы выстроили в следующем убывающем порядке: национальные и природные парки; лечебно-оздоровительные местности и курорты; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады; государственные природные заповедники и государственные природные заказники. Если рекреационная территория не относится к ООПТ, то она оценивается 4-я баллами.

Из трёх индикаторов первого критерия важнейшим, участвующим в итоговой оценке, является категория охраняемой природной территории. Шкала бальной оценки этого индикатора приведена в таблице 1.

Второй критерий – *Экологические факторы окружающей среды* оценивает рекреационный потенциал природных экосистем по следующим индикаторам: климат; водные объекты; рельеф; леса

Индикатор 2.1 – климат определяет рекреационную оценку по комфортности погоды [9] – температура воздуха летом от 15 до 25 °С; относительная влажность воздуха от 30 до 70 %; скорость ветра до 5 м/с; кратковременные осадки.

Если продолжительность комфортной погоды составляет более 100 дней, то рекреационная оценка климата равна одному баллу; от 60 до 100 дней – двум баллам; от 20 до 60 дней – трём баллам; менее 20-и дней – четырём баллам [7].

Индикатор 2.2 – водные объекты оценивает экосистемы по продолжительности купального сезона и температуре воды. Для бальной оценки экосистем по этому индикатору можно использовать данные таблицы 2.

Таблица 1 – Шкала рекреационной оценки охраняемой природной территории

Категория охраняемой природной территории	Рекреационное использование	Оценка, балл
Национальные и природные парки	В соответствии с функциональным зонированием	1
Лечебно-оздоровительные местности и курорты	По зонам округов горно-санитарной охраны с экологическими ограничениями	2
Памятники природы, дендрологические парки и ботанические сады	По экскурсионным маршрутам дорожно-тропиночной сети	3
Государственные природные заповедники и заказники	В исключительных случаях по специально оборудованным маршрутам	4



Таблица 2 – Шкала рекреационной оценки водных объектов

Объект	Продолжительность сезона рекреации, дни	Температура воды, °С	Оценка, балл
Тёплое море и (или) наличие источников минеральной воды	90–120	>17	1
Тёплые озёра, водохранилища, реки	60–90	>17	2
Прохладные и холодные озёра, водохранилища, реки	30–60	12–17	3
Отсутствие водных объектов	-	-	4

Индикатор 2.3 – рельеф характеризуется балльной рекреационной оценкой: 1 балл – предгорья, горы и плоскогорья при крутизне склонов до 20° и высоте над уровнем моря ≤ 2000 м; 2 балла – расчленённый, террасовидный рельеф, поймы горных рек, горы при крутизне склонов до 30° и высоте над уровнем моря ≤ 2000 м; 3 балла – горы и плоскогорья при высоте над уровнем моря более 2000 м; 4 балла – скалы и горные склоны крутизной более 30°.

Индикатор 2.4 – леса характеризуется балльной оценкой экосистем Северного Кавказа. Шкала этого индикатора в убывающем порядке представляет рекреационную привлекательность групп типов лесов с учётом опасности возникновения пожаров (таблица 3). Устойчивость к рекреационным нагрузкам учитывается по допустимым рекреационным плотностям.

Третий критерий – **аттрактивность (привлекательность для отдыхающих)** рекреационной территории оценивается по индикаторам: разнообразие рекреационных ландшафтов; пригодность территории для рекреационного использования; густота и декоративность подлеска; разнообразие рекреационных объектов и интересных для обозрения мест; развитие системы троп природы.

Индикатор 3.1 – разнообразие рекреационных ландшафтов оценивают с учётом классификации, принятой в лесоустройстве (таблица 4).

Если рекреационная территория представлена всем разнообразием ландшафтов таблицы 4, то она наиболее привлекательна для отдыхающих в связи со сменой пейзажа и выбора вида рекреации. Если рекреационный ландшафт представлен одним типом – то такого выбора у отдыхающих нет.

Поэтому нами разработана балльная оценка разнообразия ландшафтов, которая приведена в таблице 5.

Индикатор 3.2 доступность территории для рекреационного использования по крутизне склонов оцениваем в зависимости от распределения общей площади по группам крутизны склонов: 0–10°; 11°–20°; 21°–30°; более 30°.

В целом, территория с крутизной склонов до 30° пригодна, а более 30° – не пригодна для рекреации.

Индикатор 3.3 – пригодность территории для рекреации по густоте и декоративности подлеска оценивается по следующему показателю: пригодна – редкий и средней густоты подлесок с наличием декоративных видов в количестве более 30 % и отсутствием колючих растений (ежевика и сассапариль) и не пригодна – густой и средней густоты подлесок с наличием ежевики и сассапарилия и количеством декоративных видов менее 30 %.

Индикатор 3.4 – разнообразие рекреационных объектов и интересных для обозрения мест оценивается по их видам: ботанический, геоморфологический, гидрогеологический, культурно-исторический, ландшафтный.

Таблица 3 – Шкала рекреационной оценки лесов Северного Кавказа

Группа типов лесов	Индекс группы	Преобладающая порода	Тип гиротопа	Оценка, балл
Влажные, свежие и сухие букняки	ВЛБК СВБК СХБК	Бук, пихта Бук, дуб Бук, граб	Влажный Свежий Сухой	1
Влажные и свежие каштанники	ВЛКШ СВКШ	Каштан, бук Каштан, дуб	Влажный Свежий	
Свежие дубняки дуба скального	СВДС	Дуб, бук	Свежий	
Влажные и свежие дубняки дуба черешчатого	ВЛДЧ СВДХ	Дуб, осина Дуб, ясень	Влажный Свежий	
Влажные и свежие пихтарники	ВЛПС СВП	Пихта, клён Пихта, бук	Влажный Свежий	2
Свежие ельники	СВЕ	Ель, пихта	Свежий	
Свежие грабовники	СВГ	Граб, дуб	Свежий	
Свежие сосняки сосны Сосновского, пицундской, крымской	СВС	Сосна, берёза, осина, липа	Свежий	
Сухие сосняки сосны Сосновского, пицундской, крымской	СХС	Сосна, дуб	Сухой	3
Свежие осинники и ольшанники	СВОС СВОЛХ	Осина, ольха Ольха, дуб	Свежий	
Сухие дубняки дуба скального	СХДС	Дуб, грабинник	Сухой	
Влажные осинники и ольшанники	ВЛОС ВЛОЛХ	Осина, ольха Ольха, дуб	Влажный	
Влажные субальпийские березняки и парковые кленарники	ВЛБС ВЛПК	Берёза Клён высокогорный	Влажный	
Аридное редколесье	ОСМЖ	Можжевельник, дуб пушистый	Очень сухой	4
Очень сухие сосняки сосны пицундской	ОССПЦ	Сосна, дуб, можжевельник	Очень сухой	
Сухие и очень сухие дубняки дуба пушистого	СХДП ОСХДП	Дуб, сосна, можжевельник	Сухой Очень сухой	
Сырые чёрноольшанники и сероольшанники	СЫОЛЧ СЫОЛС	Ольха, ясень Ольха, ива	Сырой	
Субальпийское криволесье	ВЛКР	Бук, берёза, ива, рябина, клён	Влажный	

Территория где присутствуют все виды рекреационных объектов оценивается баллом один, если четыре вида – баллом два, три вида – баллом три,; два и менее видов – баллом четыре.

Индикатор 3.5 – развитие системы троп природы в пределах рекреационной территории оценивается при помощи коэффициента развития дорожно-тропиночной сети [10]:

$$K_p = \frac{\Sigma L}{S_p}, \quad (1)$$



Таблица 4 – Классификация рекреационных ландшафтов

Тип (группа)	Подтип (серия)
1. Закрытый (сомкнутость полога 0,6 и более)	1.1. С горизонтальной сомкнутостью древесного полога – одно-ярусные насаждения 1.2. С вертикальной сомкнутостью – многоярусные
2. Полуоткрытый (сомкнутость 0,3–0,5)	2.1. С равномерным размещением деревьев (редины, редколесья) 2.2. С групповым (куртинным) размещением
3. Открытый	3.1. Без древесной растительности 3.2. Единичные деревья или их группы

Таблица 5 – Шкала рекреационной оценки разнообразия ландшафтов

Представительство ландшафтов на рекреационной территории	Оценка, балл
Все типы и подтипы	1
Два типа и четыре подтипа	2
Два типа и менее четырёх подтипов	3
Один тип	4

где: K_p – коэффициент развития, км/км²;

ΣL – суммарная длина туристских и экскурсионных маршрутов, км;

S_p – общая площадь территории, на которой допускается регулируемая рекреация, км².

Оптимальное значение этого коэффициента укладывается в пределах от 0,4 до 0,8. Если $K_p < 0,40$ то систему необходимо развивать, охватывая новые ландшафты и достопримечательные места. При $K_p > 0,80$ – дальнейшее развитие системы приводит к деградации (дигрессии) природных и культурных ландшафтов рекреационной территории [10].

С учётом этих положений бальная оценка развития дорожно-тропиночной сети в пределах рекреационной территории приведена в таблице 6.

Четвёртый критерий – **обустройство рекреационной территории** оценивается по следующим индикаторам: развитие рекреационной инфраструктуры; удалённость рекреационных объектов от путей транспорта; освоенность рекреационной территории арендой.

Индикатор 4.1 – развитие рекреационной инфраструктуры оцениваем по видам лесной рекреации [9]: кемпинговая (многодневное с ночлегом пребывание людей на специально оборудованных землях лесного фонда, стоянках и базах отдыха); повседневная (повседневное без ночлега пребывание людей на землях лесного фонда); спортивно-массовые мероприятия; лесной туризм (многодневное с ночлегом путешествие людей) и лесная экскурсия (кратковременное без ночлега посещение группы людей достопримечательного объекта).

Шкала оценки рекреационной инфраструктуры приведена в таблице 7.

Индикатор 4.2 – удалённость рекреационных объектов от путей транспорта оцениваем по следующей градации: до 250 м; 251–500 м; 501–1000 м; 1001–2000 м и более. Соответственно определили и оценку от 1-го до 4-х баллов.

Путиами транспорта при этой оценке считаем не только дороги, но и подъёмники горно-лыжных комплексов и других спортивно-технических объектов.

Индикатор 4.3 – освоенность рекреационной территории арендой по профилям деятельности: источники минеральных вод, кемпинги, культурно-развлекательные комплексы, места кратковременного отдыха, научно-исследовательские объекты, предприятия общественного питания, производственно – технические объекты, учреждения для длительного отдыха и лечения.

Каждый из арендованных участков характеризуется площадью и местоположением на рекреационной территории. В целом освоенность рекреационной территории арендой нами предложено характеризовать соответствующим коэффициентом:

$$K_A = \frac{\Sigma S_A}{S_{об}}, \quad (2)$$

где: K_A – коэффициент освоенности рекреационной территории арендой, доли единицы;

ΣS_A – суммарная площадь арендуемых участков, га;

$S_{об}$ – общая площадь рекреационной территории, на которой допускается рекреация, га.

Оптимальное значение этого коэффициента укладывается в пределах от 0,01 до 0,06. Если $K_A < 0,01$, то существует перспектива освоения арендой рекреационной территории. При $K_A > 0,06$ дальнейшее освоение арендой рекреационной территории может привести к негативным последствиям.

Учитывая это, бальную оценку освоенности рекреационной территории арендой представим данными таблицы 8.

Таблица 6 – Шкала оценки развития дорожно-тропичной сети

Степень развития системы троп природы	Коэффициент развития, км/ км ²	Оценка, балл
Достаточное	0,40–0,60	1
Предельно – допустимое	0,61–0,80	2
Перспективное	< 0,40	3
Не допустимое	> 0,80	4

Таблица 7 – Шкала оценки развития рекреационной инфраструктуры

Вид лесной рекреации	Инфраструктура	Оценка, балл
Все виды лесной рекреации: кемпинговая, повседневная, спортивно-массовых мероприятий, лесной туризм, лесная экскурсия	Хорошо развита: кемпинги, базы отдыха, приюты, биваки, пикниковые комплексы, спортивно-технические объекты, пункты общественного питания, медпункты, оборудованные туристские и экскурсионные маршруты и другие объекты	1
Три-четыре вида лесной рекреации	Развита, соответствующая видам лесной рекреации	2
Два-три вида лесной рекреации	Слабо развита, соответствующая видам лесной рекреации	3
Один вид или отсутствие лесной рекреации	Отсутствует	4

**Таблица 8 – Шкала оценки освоенности арендой рекреационной территории**

Степень освоенности	Коэффициент освоенности	Оценка, балл
Достаточная	0,01–0,04	1
Предельно – допустимая	0,041–0,06	2
Перспективная	< 0,01	3
Не допустимая	> 0,06	4

Таким образом, для оценки рекреационного потенциала горных лесов Северного Кавказа нами определены четыре критерия и пятнадцать индикаторов.

Итоговую (интегральную) оценку определяем как среднеарифметическую величину баллов одиннадцати основных индикаторов по следующей шкале: отлично – от 1 до 1,4 балла; хорошо – от 1,5 до 2,4; удовлетворительно – от 2,5 до 3,4; неудовлетворительно – 3,5 балла и более.

Система этих критериев и индикаторов для территории выбранного пространственного объекта, характеризующего курортно-рекреационный регион «Большие Сочи» приведена в таблице 9.

Индикаторы таблицы 9 подразделены на основные (количественные) и вспомогательные (качественные). Из пятнадцати к основным относим одиннадцать индикаторов, имеющих балльную оценку. Из них два индикатора характеризуются средневзвешенными баллами.

Первый из них – индикатор 2.4 леса определяли по площадям, занимаемым различными группами типов лесов в СНП: сухие, свежие и влажные букняки – 83,8 тыс. га; свежие дубравы – 13,5; сухие дубняки дуба скального – 35,8; пихтарники – 8,9; сухие и свежие сосняки – 1,8 тыс. га. Лесопокрытая площадь (181,6 тыс. га) на оставшиеся части (12,2 тыс. га) приходится на типы лесов, оцениваемые 4-я баллами (см. таблицу 3).

Средневзвешенную оценку (СВО) лесной растительности СНП рассчитаем:

$$СВО = \frac{1 \cdot 83,8 + 1 \cdot 25,6 + 1 \cdot 13,5 + 2 \cdot 8,9 + 2 \cdot 1,8 + 3 \cdot 35,8 + 4 \cdot 12,2}{181,6} = 1,6 \text{ балла}$$

Средневзвешенную оценку удалённости рекреационных объектов от путей транспорта (индикатор 4,2) рассчитаем по данным объектов, учтённых мониторингом СНП в 2009 году. Таким образом учтён 41 рекреационный объект, а средневзвешенная оценка удалённости составила:

$$СВО = \frac{1 \cdot 5 + 2 \cdot 15 + 3 \cdot 10 + 4 \cdot 3 + 5 \cdot 8}{41} = 2,8 \text{ балла}$$

Итоговую (интегральную) рекреационную оценку (ИРО) лесов Сочинского национального парка рассчитаем, как среднюю арифметическую оценок по основным индикаторам:

$$ИРО = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1,6 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2,8 + 1}{11} = 1,2 \text{ балла}$$

Полученные результаты по оценке рекреационного потенциала могут быть визуализированы с помощью геоинформационных систем. В данной статье мы не можем представить весь набор промежуточных и итоговой карт. Для при-

мера приведем карту «Экологическая ёмкость лесов ФГУ СНП, пригодных и привлекательных для рекреации» (рисунок 1).

В связи с субъективными трудностями сопоставления данных Государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) 2008 и 2015 гг. (некорректное отображение картографического материала и полнота атрибутивной базы данных последней

Таблица 9 – Критерии и индикаторы оценки рекреационного потенциала лесов Сочинского национального парка

Критерий	Показатель критерия	Индикатор	Показатель и оценка индикатора	
1	Статус рекреационной территории	Возможность использования территории для рекреации с учётом функционального зонирования	1.1. Местоположение	Кавказско-Черноморский рекреационный район
			1.2. Категория защитных лесов	Леса расположенные на ООПТ
			1.3. Категория ООПТ	Национальные парки (балл 1)
2	Экологические факторы окружающей среды	Лечебно-оздоровительные и климатические характеристики территории	2.1. Климат	Продолжительность комфортной погоды более 100 дней (балл 1)
			2.2. Водные объекты	Тёплое море, источники минеральной воды (балл 1)
			2.3. Рельеф	Горы и плоскогорья, в основном, при высоте до 2000 м (балл 1)
			2.4. Леса	Леса, в основном, привлекательные для рекреантов (средневзвешенный балл 1,6)
3	Аттракторность	Привлечение рекреантов	3.1. Разнообразие рекреационных ландшафтов	Все типы и подтипы рекреационных ландшафтов (балл 1)
			3.2. Доступность территории по крутизне склонов	В основном пригодна для рекреации при крутизне до 30°
			3.3. Пригодность территории по густоте и декоративности подлеска	В основном пригодна при отсутствии густого подлеска и колючих растений
			3.4. Разнообразие рекреационных объектов	Все виды рекреационных объектов (балл 1)
			3.5. Развитие системы троп природы на территории	Достаточное развитие при $K_p = 0,4...0,6$ (балл 1)
4	Обустройство рекреационной территории	Обеспечение комфортности отдыха	4.1. Развитие рекреационной инфраструктуры	Хорошо развитая при всех видах лесной рекреации (балл 1)
			4.2. Удалённость рекреационных объектов от путей транспорта	Средневзвешенная оценка удалённости – 2,8 балла
			4.3. Освоенность арендной рекреационной территории	Достаточная степень освоенности (балл 1)

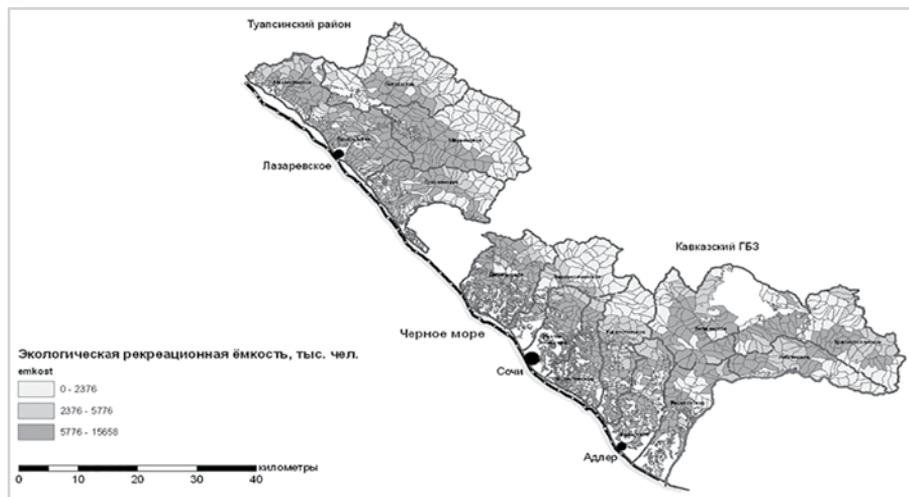


Рисунок 1. - Экологическая ёмкость лесов ФГУ СМП, пригодных и привлекательных для рекреации

ГИЛ 2015 года) исследования проводились по данным ГИЛ 2008 года. Достоверность при этом не пострадала.

Литература

1. Национальный доклад по критериям и индикаторам сохранения и устойчивого управления умеренными и бореальными лесами / МПР, государственная лесная служба. – М.: ВНИИЛМ, 2003. – 84 с.
2. Справочник лесотаксационных нормативов для Северного Кавказа / Под. Ред. И. П. Коваль, Г. К. Солнцева, Б. П. Шевцова. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. – 152 с.
3. Солнцев, Г. К. Научные основы рекреационного использования горных экосистем / Г. К. Солнцев. – Ростов н/Д: Изд. СКНЦ ВШ, 2003. – 59 с.
4. Работнов, Т. А. Фитоценология. – 2-е изд. / Т. А. Работнов. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 296 с.
5. Рысин, С. Л. Оценка антропоустойчивости травянистой растительности в рекреационных лесах / С. Л. Рысин // Мат. конф. 65 лет ФГУ «Научно-исслед. инст. горн. лесоводства и экологии леса», (9–14 ноября 2009 г.). – Сочи, 2009. – С. 136–141.
6. Рекомендации по созданию и обустройству лесных зон пешеходного прогулочного отдыха на территории ФГУ «Сочинский национальный парк» / В. М. Ивонин, Н. Д. Пеньковский, З. Г. Малышева. – Новочеркасск, 2010. – 31 с.
7. Ивонин, В. М. Рекреология: учебное пособие / В. М. Ивонин. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. – 240 с.
8. Гордиенко, В. А. Лесные пользования на Северном Кавказе: монография / В. А. Гордиенко, Г. К. Солнцев. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. – 472 с.
9. ОСТ 56–100–95. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные комплексы. – М., 1995–14 с.
10. Ивонин, В. М. Почвозащитная роль горных лесов в районах строительства олимпийских объектов / В. М. Ивонин, Н. Д. Пеньковский, В. Б. Степаницкий // Лесное хозяйство. – 2009. – № 6. – С. 22–25.

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ПРИГОДНОЙ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ФИТОМАССЫ

А. А. Яновский

*Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь
E-mail: yanouski@ya.ru*

В связи с исчерпанием сырьевых баз в Беларуси постепенно закрываются торфобрикетные заводы и крупные торфопредприятия. При этом после исчерпания собственной сырьевой базы торфопредприятия из расположенных возле него ООПТ при возможности постепенно изымаются и осушаются для добычи торфа участки торфяных месторождений (напр., заказник «Докудовский») с целью продления работы торфопредприятия и сохранения рабочих мест.

Для сокращения объемов добычи торфа, а, следовательно, сохранения большего числа болот в составе ООПТ, актуален переход торфобрикетных заводов к использованию возобновляемого сырья. Таким сырьем может быть биомасса растительных сообществ пойменных торфяных месторождений, прежде всего, повторно обводненных после промышленной эксплуатации. Полученная при зимнем скашивании фитомасса может использоваться для производства топливных гранул и упаковочных материалов, а также добавляться к торфяным брикетам [7].

Для планирования организации уборочных работ фитомассы и загрузки производственных мощностей требуются ежегодные оценки запасов и пространственного расположения перспективных для промышленной заготовки биомассы болотных фитоценозов. По спутниковым снимкам данные оценки можно получить за многократно меньший промежуток времени по сравнению с наземным обследованием и при этом существенно снизить стоимость выполнения этих работ.

В настоящей работе исследованы возможности дистанционного картографирования с помощью метода опорных векторов состояния поверхности исследуемой из промышленной эксплуатации юго-западной части торфяного месторождения Докудовское (Лидский район Гродненской области Беларуси) площадью 931 га. В северной части исследуемой территории в 2007 г. проведено повторное обводнение.

Работа выполнена по снимку спутника Sentinel-2В с датой съемки 10.08.2018. Серия спутников Sentinel-2 представлена двумя околополярными находящимися на одной орбите спутниками-близнецами, расположенными на угловом расстоянии 180° друг от друга. Каждый спутник серии Sentinel-2 содержит единственный мультиспектральный прибор – Multispectral Instrument (MSI), который регистрирует излучение в 13 спектральных каналах видимого диапазона и ближнего и коротковолнового ИК-диапазонов спектра (таблица 1). В работе использованы каналы с пространственным разрешением 10 и 20 м, последние приведены к разрешению 10 м согласно [2]. Использован снимок Sentinel-2 уровня обработки 1С (орторектифицированные снимки,

представленные значениями коэффициента отражения на уровне апертуры радиометра с субпиксельной точностью совмещения спектральных каналов). Атмосферную коррекцию выполнил с помощью программы обработки Sen2Cor [9]. Атмосферная коррекция процессора Sen2Cor основана на алгоритме «Атмосферная/топографическая коррекция спутниковых снимков» (ATCOR) [8] и использует модель переноса излучения LIBRADTRAN [6]. Все параметры атмосферных газов и аэрозолей либо определяются непосредственно алгоритмом, либо фиксируются при некотором значении до запуска модели.

Во время максимума развития фитомассы тростника на территории вырубленной из промышленной эксплуатации юго-западной части торфяного месторождения Докудовское найдены на местности репрезентативные перспективные и неперспективные для промышленной заготовки энерготехнологической фитомассы участки поверхности. Критерий перспективности фитоценоза для заготовки биомассы – сомкнутый полог травянистой растительности высотой более 1,5 м. Древесно-кустарниковую растительность выделил в отдельный класс, поскольку для ее использования требуется дополнительное оборудование для заготовки и измельчения и большее предварительное высушивание собранной фитомассы.

Измерены GPS-координаты более 100 наземных контрольных точек с одновременным описанием их расположения на каждом участке и получением фотографии точки измерения. Путем последующего сопоставления наземных путевых точек (waypoints), их описаний и фотографий, а также спутниковых снимков данных участков из разных источников создал обучающую выборку.

Таблица 1 – Спектральные каналы спутников серии Sentinel-2 (S2A и S2B)

Номер канала	S2A		S2B		Пространственное разрешение (м)
	Центральная длина волны (нм)	Ширина канала (нм)	Центральная длина волны (нм)	Ширина канала (нм)	
1	443,9	27	442,3	45	60
2	496,6	98	492,1	98	10
3	560,0	45	559,0	46	10
4	664,5	38	665,0	39	10
5	703,9	19	703,8	20	20
6	740,2	18	739,1	18	20
7	782,5	28	779,7	28	20
8	835,1	145	833,0	133	10
8a	864,8	33	864,0	32	20
9	945,0	26	943,2	27	60
10	1373,5	75	1376,9	76	60
11	1613,7	143	1610,4	141	20
12	2202,4	242	2185,7	238	20

Полученную обучающую выборку дополнил участками с открытыми почвами и антропогенными объектами, открытой водной поверхностью, древесно-кустарниковой растительностью, полигоны с которыми создал непосредственно по спутниковым снимкам разного пространственного разрешения. Суммарная площадь итоговых полигонов, содержащих перспективные для промышленной заготовки биомассы фитоценозы, составила 10,9 га, неперспективные для заготовки фитоценозы – 47,0 га, открытые почвы и антропогенные объекты – 3,8 га, открытую водную поверхность – 8,5 га, древесно-кустарниковую растительность – 41,7 га.

Из дальнейших расчетов исключил пиксели с искаженными или вышедшими на насыщение значениями, а также облака и их тени. Итоговая обучающая выборка содержала 10156 пикселей, центры которых попали внутрь 54 полигонов. В свою очередь каждый пиксель содержал 10 значений используемых в работе спектральных каналов.

Для тематического картографирования территории исследования, прежде всего для разделения перспективных и ограниченно перспективных для промышленной заготовки фитомассы болотных фитоценозов, выбрал метод опорных векторов (support vector machines (SVM)). SVM является непараметрическим методом, т. е. он не зависит от функции распределения анализируемых данных. Выбор SVM в данной работе обусловлен следующими причинами:

(1) Данный метод более устойчив к уменьшению объема обучающей выборки, чем большинство других методов классификации с обучением.

(2) В отличие от других методов классификации, например, нейронных сетей, SVM всегда находит не локальный, а именно глобальный минимум благодаря тому, что SVM сводится к задаче нахождения минимума квадратичного функционала в выпуклой области, которая всегда имеет единственное решение.

В целом применение SVM для обработки данных, полученных с помощью дистанционного зондирования, позволяет достичь лучших результатов, чем при использовании большинства других методов [10].

В качестве базисной функции (ядра) выбрана радиальная функция, поскольку она в большинстве случаев обеспечивает лучшую точность модели и меньшую трудоемкость оптимизации значений ее параметров [1]. Приведение исходных данных к одинаковым диапазонам значений не требовалось, поскольку значения коэффициента отражения уже находятся в диапазоне (0, 1).

Перед проведением классификации с помощью SVM необходимо определить оптимальные значения параметров C и γ радиальной базисной функции. Определение наиболее информативных в отношении тематического картографирования поверхности месторождения, особенно в отношении разделения перспективных и неперспективных для промышленной заготовки фитомассы болотных фитоценозов, спектральных каналов Sentinel-2 не требовалось по причине относительно небольшого количества данных каналов и достаточно большого объема обучающей выборки.

Коррекция несбалансированности численностей классов обучающей выборки выполнена путем умножения на веса, обратно пропорциональные численностям соответствующих классов и последующего приведения суммы весов к их сумме для сбалансированной выборки.

Для определения оптимальных значений параметров C и γ радиальной базисной функции при оценке точности классификации использован коэффициент каппа [3]. Оценка точности основывалась на перекрестной проверке на

достоверность результатов классификации обучающей выборки. Использована 10-кратная перекрестная проверка, т. е. обучающая выборка была разделена на 10 равных частей, и модель обучалась на каждом из 10 сочетаний из 9 частей, используя оставшуюся часть выборки для оценки точности классификации. Итоговый показатель качества классификации рассчитывался как среднее арифметическое всех оценок точности классификации. Процедура оптимизации использовала поиск по сетке с использованием мультипликативного шага, т. е. последующее значение рассчитывалось путем умножения значения шага на предыдущее значение.

На первом этапе выбрал относительно большие («грубые») значения мультипликативного шага, равного для обоих параметров 10, для получения ориентировочных значений искомым параметров. Начальные и конечные значения параметров C и γ приняты равными, соответственно, (0,01, 10000) и (0,001, 1000). Полученные значения для параметров C и γ оказались одинаковыми и равными 10. На втором этапе значение шага уменьшил до 2 с ограничением начальных и конечных значений параметров C и γ до (1, 256), т. е. до окрестностей полученных на первом этапе значений параметров. Значения параметров C и γ оказались равными 16. На третьем этапе начальные и конечные значения параметров C и γ принял равными (8, 32), а шаг равным 1,2.

Полученные оптимизированные значения параметров C и γ , равные, соответственно, 13,824 и 28,6654, использовал далее для тематической классификации поверхности выбывшей из промышленной эксплуатации юго-западной части торфяного месторождения Докудовское. Использована реализация SVM в библиотеке libSVM [5]. Общая точность классификации, оцененная с помощью 10-кратной перекрестной проверки, составила 99,68 %. Значение коэффициента каппа оказалось равным 0,9948. Для оценки точности определения отдельных тематических классов в таблице 2 приведена матрица ошибок.

Полученная тематическая карта выбывшей из промышленной эксплуатации и частично повторно обводненной юго-западной части торфяного месторождения Докудовское приведена на рисунке 1.

Площадь перспективных для промышленной заготовки энерготехнологической фитомассы участков поверхности составила 228,1 га, древесно-кустарниковой растительности – 152,5 га, неперспективных для промышленной заготовки биомассы фитоценозов – 495,0 га, открытой водной поверхности – 7,0 га, открытых почв и антропогенных объектов – 48,0 га.

Поскольку по результатам подспутниковых исследований было установлено, что почти все перспективные для промышленной заготовки биомассы фитоценозы представлены тростниковыми сообществами, используя данные по наземной фитомассе тростниковых фитоценозов торфяного месторождения Докудовское из работы [4], можно выполнить приблизительную оценку запасов сырья на исследованном полигоне. Фитомасса тростниковых фитоценозов при первом зимнем сборе равнялась 11,7 т/га сухого вещества, на второй год – 4,6 т/га сухого вещества [4]. Экстраполировав данные значения фитомассы на всю площадь перспективных для заготовки энерготехнологической биомассы фитоценозов (228,1 га), получил на зиму 2018–2019 годов 2669 т сухого вещества (на данной территории не проводилась промышленная заготовка энерготехнологической фитомассы). При повторной заготовке фитомассы с исследуемой территории зимой 2019–2020 годов можно было бы ожидать получение 1049 т сухого вещества.

Таблица 2 – Матрица ошибок разделения поверхности юго-западной части торфяного месторождения Докудовское на 5 тематических классов

	Класс	Результаты классификации					Точность производителя, %
		1	2	3	4	5	
Действительные данные	1	4428	12	2	0	0	99,7
	2	12	1072	0	0	4	98,5
	3	1	0	384	0	0	99,7
	4	1	0	0	54	0	98,2
	5	0	1	0	0	4185	100
	Точность пользователя, %	99,7	98,8	99,5	100	99,9	

Примечание: 1 – неперспективные для промышленной заготовки энерготехнологической биомассы фитоценозы;
 2 – перспективные для промышленной заготовки энерготехнологической биомассы фитоценозы;
 3 – открытые почвы и антропогенные объекты;
 4 – открытая водная поверхность;
 5 – древесно-кустарниковая растительность.

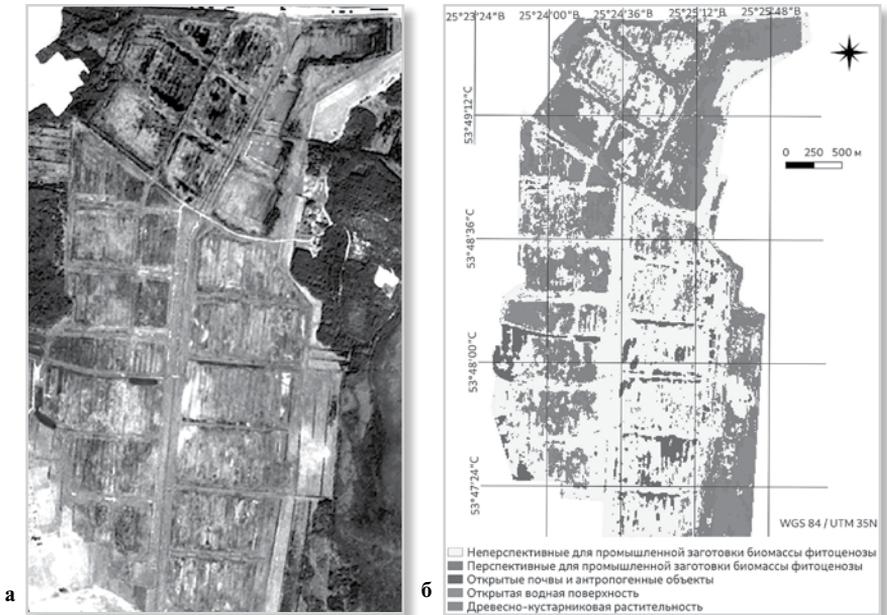


Рисунок 1 – а) фрагмент снимка Sentinel-2 юго-западной части торфяного месторождения Докудовское, RGB-визуализация; б) тематическая карта юго-западной части торфяного месторождения Докудовское по состоянию на 10.08.2018

В заключение можно отметить, что приведенная методика применима к любым болотным фитоценозам как в составе ООПТ, так и вне их. Она также применима при составлении других тематических карт при соответствующем изменении тематических классов.

Литература

1. A practical guide to support vector classification / C. W. Hsu, C. C. Chang, C. J. Lin. – 2003. – Last updated: May 19, 2016. – 16 p.
2. Brodu, N. Super-Resolving Multiresolution Images With Band-Independent Geometry of Multispectral Pixels // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 2017. – Vol. 55, No. 8. – P. 4610–4617.
3. Cohen, J. A coefficient of agreement for nominal scales / J. Cohen // Educational and Psychological Measurement. – 1960. – Vol. 20, No. 1. – P. 37–46.
4. Combustibility of biomass from wet fens in Belarus and its potential as a substitute for peat in fuel briquettes / W. Wichtmann [et al.] // Mires and Peat. – 2013. – Vol. 13, art. 6. – P. 1–10.
5. LIBSVM: a library for support vector machines / C. C. Chang, C. J. Lin // ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology. – 2011. – Vol. 2, iss. 3, art. 27. – P. 1–27.
6. Mayer, B. Technical note: The libRadtran software package for radiative transfer calculations – description and examples of use / B. Mayer, A. Kylling // Atmos. Chem. Phys. – 2005. – Vol. 5. – P. 1855–1877.
7. Paludiculture – productive use of wet peatlands. Climate protection – biodiversity – regional economic benefits with contributions by 73 authors; eds.: W. Wichtmann, C. Schröder, H. Joosten. – Stuttgart: 2016. – 288 p.
8. Richter, R. Atmospheric/Topographic Correction for Satellite Imagery: ATCOR-2/3 UserGuide / R. Richter, D. Schl pfer. – DLR IB565–01/15. – 2016. – 263 p.
9. Sen2Cor [Electronic resource]. – 2018. – Mode of access: <http://step.esa.int/main/third-party-plugins-2/sen2cor/>. – Date of access: 25.04.2018.
10. Support vector machines in remote sensing: A review / G. Mountrakis, J. Im, C. Ogole // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2011. – Vol. 66, iss. 3. – P. 247–259.

НОВЫЕ КАРТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ НА ТЕРРИТОРИЮ ОСТРОВА КУНАШИР

¹М. Ю. Грищенко, ²В. С. Шишкин

¹МГУ имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия;
Государственный природный заповедник "Курильский", Южно-Курильск,
Сахалинская область, Россия; m.gri@geogr.msu.ru

²МГУ имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия;
shishkin.vasil@yandex.ru

В настоящее время изучением Курильских островов занимаются несколько дальневосточных научных коллективов. Исследования сотрудников Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской Академии Наук (ДВО РАН) (г. Петропавловск-Камчатский) и Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск) посвящены разным аспектам вулканизма и связанных с ним геологических, геохимических, геофизических и геотермальных процессов, а также тектонике, сейсмичности и геодинамике Курило-Камчатского региона. В работах сотрудников Тихоокеанского института географии ДВО РАН (г. Владивосток) большее внимание уделяется изменению ландшафтов и климата островных геосистем Курил, определению влияния фактора изоляции на эти изменения, а также изучению роли катастрофических процессов на изменение ландшафтной структуры островных геосистем в позднем плейстоцене—голоцене. В то же время вопросы геоморфологического строения островов остаются практически вне внимания исследователей. Кроме того, на настоящий момент отсутствуют геоморфологические карты на всю территорию острова крупнее масштаба 1:500 000.

В методическом плане при составлении карт применялась совокупность геоморфологических, геологических и картографических методов, направленных на полимасштабное изучение строения рельефа острова Кунашир. Главным результатом этого исследования является составление серии общих аналитических геоморфологических карт, для которой были выбраны три базовых масштаба:

а) В масштабе 1:200 000 на основе дешифрирования космических снимков, анализа литературных данных и картографических материалов составлена геоморфологическая карта на всю территорию острова.

б) В масштабе 1:75 000 на основе дешифрирования космических снимков составлена геоморфологическая карта на южную часть острова — территорию южного подножья вулкана Головнина в районе залива Измены.

в) В масштабе 1:25 000 на основе материалов собственных полевых обследований и дешифрирования космических снимков составлена геоморфологическая карта на кальдеры вулкана Головнина и ее северо-восточного обрамления (район Алёхино).

Качественным фоном на всех картах изображены формы рельефа и их элементы — грани форм или генетически однородные поверхности (Спиридонов, 1970). Возраст форм рельефа на карте не отображен вследствие недостаточного

числа возрастных датировок для местных пород и отложений. Выделяемые генетически однородные поверхности представляют собой участки земной поверхности, сформированные в основном под воздействием одного ведущего процесса или единого комплекса процессов, проявившихся в определенный этап развития рельефа при определенных физико-географических условиях и тектоническом режиме (Эпштейн, 1965). Грани рельефа, из комбинации которых состоит форма и весь рельеф в целом, характеризуются положением в пространстве, складывающимся из экспозиций, абсолютной высоты, наклона и места, которое грань занимает в данной форме рельефа, а также размерами и очертаниями в плане и в профиле (Ганешин, 1979). Для анализа этих характеристик при составлении геоморфологических карт при помощи ГИС-технологий были построены вспомогательные морфометрические карты.

Полевые работы проводились в рамках экспедиций по крупномасштабному тематическому картографированию Алёхинского кластера Государственного природного заповедника «Курильский» в 2015 г. и 2017 г. В качестве участков картографирования были выбраны кальдера вулкана Головнина, северо-западное обрамление вулкана Головнина в районе бухты Алехина и охотморский участок Серноводоского перешейка. Суммарная площадь картографирования составила 63 км². Вулкан Головнина – один из немногих вулканов Курильских островов кальдерного типа. Как и большинство курильских вулканов, он слабо изучен, однако, в отличие от многих других территорий, кальдера вулкана Головнина и ее окрестности сравнительно легко доступны для полевых обследований.

В связи с поставленными задачами в ходе маршрутного обследования изучались наиболее характерные и отличительные участки местности, которые достаточно полно отображают геоморфологическую обстановку исследуемой территории (Спиридонов, 1970). Во время полевого исследования территории составлены морфометрические и геолого-геоморфологические профили, осуществлено описание морфологических и морфометрических параметров форм рельефа. Проведено сопоставление изображения на спутниковых снимках с действительной ситуацией на местности. По возможности приведено геологическое строение форм рельефа, полученное при описании скальных обнажений и разрезов в шурфах или расчистках. Отмечены протекающие современные геоморфологические процессы. Во время полевого исследования территории проведена съёмка ГНСС-приёмниками объектов, не отображенных на топографических картах.

Курильские острова согласно геоморфологическому районированию СССР входят в состав Курильской провинции Курило-Камчатской страны. Эта провинция в свою очередь делится на Южнокурильскую, Среднекурильскую и Северокурильскую области, выделение которых обосновывается различиями в интенсивности изостатических аномалий (Геоморфологическое районирование СССР, 1980). Особенности глубинного строения обуславливают различную активность сейсмичности, вулканизма и новейших движений в этих областях. Рассматриваемая территория острова Кунашир относится к Южнокурильской области. В её пределах резко выделяются по своему геоморфологическому облику и характеру протекающих процессов островные массивы и разделяющие их проливы. Эти различия слишком велики для выделения их в районы в соответствии с принципами районирования, поэтому их следует отнести к геоморфологическим подобластям. Таким образом, Кунашир будет

соответствовать подобласти Кунаширского островного блока, огороженного с юга и с севера грабенами проливов Измены и Екатерины.

При формировании крупных морфоструктур в пределах острова значительную роль играет отчетливо выраженная единая ортогональная сеть линейных элементов. Она образована в результате реализации поля напряженности горных пород (Булочникова, 2013). Линейные элементы маркируются по протяженным элементам перегибов рельефа, прямолинейным тальвегам долин, цепочкам вулканов. Продольные нарушения северо-восточного направления контролируют в целом простирание Курильской островодужной системы. К одному из разломов, проходящему вдоль охотоморского берега острова, приурочены многочисленные термальные источники. Здесь же наблюдается значительное количество интрузивных массивов и зон гидротермально измененных пород. К другому разлому, протягивающемуся вдоль тихоокеанского побережья Кунашира, приурочены вулканы Менделеева, Головнина, Тятя, а также котловина озера Песчаного (Мархинин, 1959). Поперечные нарушения менее протяженные, и плотность их развития меньше по сравнению с продольными нарушениями. Однако, именно они создают блоковый стиль строения острова. По некоторым из них блоки смещены, но в целом линейно вытянутая форма морфоструктур сохраняется.

Таким образом, ортогональная сеть разломов образует на острове серию блоков, которые имеют возможность относительного движения (поднятия или опускания) на фоне общих вертикальных движений территории. Это, в свою очередь, определяет субэвральный или субаквальный характер рельефообразования в прошлом и интенсивность денудационно-аккумулятивных процессов.

В геоморфологическом отношении на острове выделяется девять геоморфологических районов, которые можно объединить в три группы – районы равнинного рельефа, районы низкогорных массивов и районы вулканических построек. В пределах этих девяти геоморфологических районов выделено 22 геоморфологических подрайона.

Районы равнинного рельефа включают Ловцовский, Саратовско-Серноводский и Весловский районы. Эти районы пространственно разобщены друг относительно друга вулканическими постройками Тяти и Головнина, однако, продолжаясь под водой в виде хорошо выдержанной шельфовой ступени, они образуют единый фундамент острова. Начало формирования вулканогенно-осадочных пород, слагающих фундамент, относится к позднему плиоцену. Кунаширский блок в это время характеризовался высоким стоянием суши со свойственным для эпох воздымания преимущественным эксплозивным типом вулканической деятельности (Камчатка..., 1974), благодаря которому происходило накопление рыхлого вулканического материала пород рыбаковской свиты, камуйской свиты и нижнего комплекса фрегатской свиты. В начале плейстоцена темп поднятий резко затухает, а затем восходящие тектонические движения сменяются нисходящими – территория Курильских островов испытала значительное, на 500–600 м, опускание (Геология СССР, 1964). Большая часть суши оказалась ниже уровня моря, подвергаясь абразионному выравниванию. В среднем плейстоцене Кунашир началась новая эпоха воздымания, продолжающаяся в голоцене. В настоящее время породы фундамента подняты до абсолютных высот 300–400 м в северной части острова, и до 100–200 м в южной части, что говорит о неравномерности тектонического поднятия острова в плейстоцен-голоцене.

Литература

1. Спиридонов А. И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования // М.: Изд-во «Высшая школа», 1970.
2. Эпштейн С. В. Проект единой легенды для геоморфологических карт съёмочных масштабов // Методика геоморфологического картирования, М.: Наука, 1965, с. 9–18.
3. Ганешин Г. С. Геоморфологическое картирование и картирование четвертичных отложений при геологосъёмочных работах // М.: Изд-во Недра, 1979.
4. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. Учеб. пособие для студентов географ. специальностей вузов // Воскресенский С. С., Леонтьев О. К., Спиридонов А. И. и др. – М.: Высш. школа, 1980.
5. Булочникова А. С. Морфотектоника Алеутской островной дуги // автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. геогр. наук: 25.00.25/ Булочникова Анна Сергеевна – Москва, 2013.
6. Мархинин Е. К. Вулканы острова Кунашир // В сб. «Вулканизм Камчатки и Курильских островов». Тр. Лабор. вулканол. АН СССР, вып. 17, 1959.
7. Камчатка. Курильские и Командорские острова. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. // (авт. Мелекесцев И. В., Брайцева О. А., Эрлих Э. Н., Шанцер А. Е., Челебаева А. И., Лупикина Е. Г., Егорова И. А., Кожемяка Н. Н., Лучицкий И. В.) Отв. ред. Лучицкий И. В. М.: Наука, 1974, 437 с.
8. Геология СССР, том XXXI – Камчатка, Курильские и Командорские острова; часть 1: Геологическое описание // М.: Изд-во Недра, 1964.

УДК 91; 91:504; 910.1/2

**РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ
ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИКЛАДНЫХ ЭКОЛОГО-
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**
**(на примере выполнения НИР «Комплексная геоэкологическая оценка
современного состояния озёрно-бассейновых систем
НП «Нарочанский»»)**

О. В. Токарчук, С. М. Токарчук

*Учреждение образования «Брестский государственный университет имени
А. С. Пушкина», г. Брест, Беларусь, e-mail: oleg.v.tokarchuk@mail.ru,*

В настоящее время в результате выполнения прикладных географических, эколого-географических и иных исследований, как правило, накапливается большое количество картографического, табличного, иллюстративного, графического, фотографического и иного материала. При этом, следует отметить, что чаще всего данный материал остается в выполненной работе. Распространение результатов исследования происходит в основном за счет публикации статей в научных журналах и сборниках докладов научных конференций. Ввиду этого, значительную актуальность представляет развитие такого направления, как создание различных типов информационных продуктов, которые позволят объединить весь накопленный материал, представить его наглядно, а также свободно распространять, преимущественно с использованием размещения в сети Интернет.

Для решения поставленной задачи в условиях широкого развития и использования интернет-технологий высокую актуальность приобретает такое направление, как создание веб-продуктов, которые позволяют значительно упростить процесс обмена информацией. Для выполнения подобных продуктов можно использовать как конструкторы веб-сайтов, так и возможности других облачных платформ, в том числе и платформ картографирования.

В настоящей работе приводится опыт создания различных типов геоинформационных продуктов на основе использования облачной платформы картографирования ArcGIS Online [1]. В частности, представлены результаты реализации картографических веб-приложений для отображения основных итогов годовых этапов выполнения НИР «Комплексная геоэкологическая оценка современного состояния озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский»».

НИР «Комплексная геоэкологическая оценка современного состояния озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский»» выполнялась в Брестском государственном университете имени А. С. Пушкина в период с 2016 по 2019 годы.

В результате реализации проекта были выполнены следующие годовые этапы:

- 1) **годовой этап 2016 года:** «Анализ методических и нормативных требований к выделению озёрно-бассейновых систем, объединяющих природные аквалы-

- ные комплексы озер и природные (природно-антропогенные) комплексы их поверхностных водосборов. Подбор доступных картографических материалов и данных дистанционного зондирования Земли, изучение возможности их применения. Разработка адаптированной методики выделения озёрно-бассейновых систем исследуемой территории»
- 2) **годовой этап 2017 года:** «Выделение и картирование озёрно-бассейновых систем территории с учётом их современного состояния и динамики в XX веке»;
 - 3) **годовой этап 2018 года:** «Изучение основных природных средообразующих факторов, факторов антропогенной нагрузки и создание базы данных экологически значимых характеристик поверхностных водосборов озёрно-бассейновых систем»
 - 4) **годовой этап 2019 года:** «Проведение комплексной геоэкологической оценки современного состояния озёрно-бассейновых систем с разработкой пространственно-временной модели для целей прогноза их экологического состояния»

В результате выполнения данных этапов исследования был реализован большой объём различных типов информационных продуктов:

- 1) электронные (интерактивные) карты;
- 2) графики, диаграммы, гистограммы и др.;
- 3) таблицы;
- 4) схемы;
- 5) фотографии;
- 6) описательный материал;
- 7) списки литературных и картографических источников и др.

Ввиду этого, на заключительной стадии реализации каждого из этапов исследования были созданы картографические веб-приложения средствами шаблонов карт историй (Story Map) облачной платформы картографирования ArcGIS Online.

При выполнении работы были использованы следующие типы шаблонов карт историй: «Story map Cascade», «Story map Swipe» и «Story map Series». Каждый из них имеет свои отличительные особенности, поэтому выбор типа шаблона обусловлен особенностями содержания веб-приложений и дальнейшим направлением их использования.

Шаблон «Story map Cascade» позволяет сочетать описательный текст с картами, изображениями и мультимедийным содержанием в аттрактивной полноэкранной среде. В выполненные приложения может быть вставлен текст, картосхемы и иллюстрации, фотографии и таблицы, кроме того, к тексту могут быть привязаны гиперссылки с переходом на документы, литературные, статистические источники и др.

Шаблон «Story map Swipe» помогает сравнивать две карты или два слоя одной карты перемещая по экрану инструмент «шторка». С использованием данного шаблона возможно проводить сравнения двух интерактивных карт.

Шаблон «Story map Series» представляет собой набор карт (иллюстраций, видео или иных web-ресурсов) с нумерованными разделами (вкладками), что позволяет объединять значительные объёмы имеющейся информации, дополненные также текстовым и иллюстративным материалом.

По результатам первого годового этапа было создано веб-приложение «Источники данных для выполнения комплексной геоэкологической оценки со-

временного состояния озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский» [2]. Данное приложение выполнено с использованием шаблона «Story map Cascade» и состоит из нескольких разделов (литературные источники, нормативные документы, топографические источники и др.). Каждый из данных разделов содержит перечень подобранных материалов для выполнения работы. При наличии данных материалов в сети интернет к его названию привязана гиперссылка для скачивания документа либо перехода по ссылке на его текст.

По результатам второго годового этапа было создано веб-приложение «*Структуры бассейнового строения Национального парка «Нарочанский» (Беларусь)*» [3] с использованием шаблона «Story map Series». Данное приложение выполнено для сбора, отображения и распространения результатов второго этапа исследования. Реализация данного приложения позволяет:

- 1) представить результаты выделения и картирования озёрно-бассейновых систем территории НП «Нарочанский» в виде информационно-аналитической системы, размещенной в свободном доступе в сети Интернет,
- 2) получить краткие характеристики (площадь, периметр, тип и др.) для 171 малой структуры бассейнового строения, выделенных в пределах НП «Нарочанский» и прилегающей к ней территории внешней охранной зоны;
- 3) дать возможность пользователям изучить размещение и основные характеристики речных систем первого, второго и третьего порядков в пределах изучаемой территории,
- 4) рассмотреть реализованную методику выделения озерно-бассейновых систем, разработанную для реализации данного этапа НИР;
- 5) увеличить информированность населения, государственных и общественных организаций об основных особенностях структур бассейнового строения в пределах НП «Нарочанский».

По результатам третьего годового этапа было создано веб-приложение «*Экологически значимые характеристики поверхностных водосборов озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский»*» [4] с использованием шаблона «Story map Series». Данное приложение выполнено для сбора, отображения и распространения результатов третьего этапа исследования. Реализация данного приложения позволяет:

- 1) представить результаты изучения основных природных средообразующих факторов и факторов антропогенной нагрузки в виде информационно-аналитической системы, размещенной в свободном доступе в сети Интернет,
- 2) рассмотреть конкретные данные об основных природных средообразующих факторах и факторах антропогенной нагрузки для 171 малой структуры бассейнового строения, выделенных в пределах НП «Нарочанский» и прилегающей к ней территории внешней охранной зоны;
- 3) дать возможность пользователям изучить интерактивную картографическую базу данных экологически значимых характеристик поверхностных водосборов озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский»,
- 4) увеличить информированность населения, государственных и общественных организаций об территориальной неоднородности природных средообразующих факторов и факторов антропогенной нагрузки в пределах структур бассейнового строения НП «Нарочанский».

По результатам четвертого годового этапа было создано веб-приложение «*Геоэкологическая оценка малых структур бассейнового строения (на примере*

озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский») [5] с использованием шаблона «Story map Cascade». Данное приложение выполнено для сбора, отображения и распространения результатов четвертого этапа исследования. Приложение включает (позволяет рассмотреть): (1) структуру исследования с перечнем всех критериев и показателей в виде блок-схемы; (2) описание методики исследования по основным этапам; (3) таблицы с первичными, промежуточными и итоговыми показателями в балльном выражении; (4) картографическое веб-приложение с промежуточными и итоговыми интерактивными оценочными картами, выполненными на уровне озёрно-бассейновых систем; (5) краткую характеристику результатов исследования с описанием, основных факторов и причин, обусловивших полученные данные.

Таким образом, в ходе выполнения научно-исследовательской работы была предпринята попытка создания различных типов информационных продуктов с использованием современных средств ГИС для целей объединения и распространения полученных материалов. Созданные информационные продукты находятся в свободном доступе в сети Интернет и позволяют не только более наглядно увидеть результаты проведенных исследований, но и используются на практике деятельности НП «Нарочанский», а также в Учреждении образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина» при проведении учебных занятий и в научно-исследовательской работе студентов.

Подобное исследование выполнено впервые и характеризуется начальным научно-техническим уровнем решения поставленных задач. В то же время его результаты могут быть использованы при проведении дальнейших исследований в данной области. В частности, апробированная авторская методика может быть использована в ходе проведения подобных исследований применительно к территории других особо охраняемых природных территорий Беларуси, единиц физико-географического и территориально-административного деления.

Литература

1. ArcGIS Online// ESRI [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline>. – Дата доступа: 20.06.2018.
2. Источники данных для выполнения комплексной геоэкологической оценки современного состояния озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский» [Электронный ресурс] / ArcGIS Online. – Брест, 2017. – Режим доступа: <https://arcg.is/1GHne4>. – Дата доступа: 10.11.2019.
3. Структуры бассейнового строения Национального парка «Нарочанский» (Беларусь) [Электронный ресурс] / ArcGIS Online. – Брест, 2018. – Режим доступа: <https://arcg.is/1HjWkH0>. – Дата доступа: 10.11.2019.
4. Экологически значимые характеристики поверхностных водосборов озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский» [Электронный ресурс] / ArcGIS Online. – Брест, 2019. – Режим доступа: <https://arcg.is/m5ZnG>. – Дата доступа: 10.11.2019.
5. Геоэкологическая оценка малых структур бассейнового строения (на примере озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский») [Электронный ресурс] / ArcGIS Online. – Брест, 2019. – Режим доступа: <https://arcg.is/1S8av5>. – Дата доступа: 10.11.2019.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ И РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕТИ САКРАЛЬНЫХ МЕСТ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

¹ В. Р. Хохряков, ² Д. А. Кунаш

¹ФГБУ «Национальный парк «Смоленское Поозерье»,
начальник отдела мониторинга и инвентаризации природных комплексов
khokhryakovu@yandex.ru

²ФГБУ «Национальный парк «Смоленское Поозерье», научный сотрудник
smolenskoe_poozerie@mail.ru

Национальный парк «Смоленское Поозерье» расположен на северо-западе Смоленской области. Его площадь составляет 146237 га, площадь земельных участков, включенных в границы национального парка без изъятия из хозяйственного использования, – 31728 га. Среди нелесных земель преобладают болота и водоемы (4 %). Леса национального парка представлены большим разнообразием древесных видов, среди которых наибольшее представительство по площади имеют береза (41.2 %), ель (13.8 %), сосна (12.5 %), осина (14 %), ольха серая (9.3 %), дуб (6.5 %) и липа (2.4 %).

Территория современного национального парка заселялась людьми практически сразу после отступления ледника, здесь отмечены поселения людей от III–II тыс. лет. до н. э., неолита, селищ железного века и до крупных городов средневековья. Традиционно эта местность использовалась людьми в сельском хозяйстве, охоте, рыболовстве. Здесь проходили древние торговые пути.

Используя современные методы исследования, ГИС-технологии, данные средств дистанционного зондирования земли и их обработки можно сделать оценку трансформации ландшафтов от древности к современному времени.

Национальный парк «Смоленское Поозерье» и Открытое акционерное общество «Научно-производственная корпорация «РЕКОД» в рамках Российской Федеральной космической программы с 2008 года реализовали проект «Космический парк» и создали типовую систему мониторинга, информационно-навигационного обеспечения и управления ООПТ на основе комплексного использования результатов космической деятельности и других современных технологических решений.

Данная система мониторинга ООПТ создана на основе российских программных продуктов – базовой геоинформационной платформы РЕКОД, которая включает в себя ряд специальных программных обеспечений (СПО). В рамках реализации проекта создана большая база пространственных данных, развернут web-ориентированный геопортал, включающий более 400 слоев пространственных данных.

Использование современных геоинформационных систем и программного обеспечения позволяют не только хранить пространственные данные, но

и путем наложения картографических материалов разных времен проводить оценки трансформации лесных угодий, заселенности территорий, отслеживать сукцессионные изменения водоемов и других экосистем.

Для оценки трансформации природных ландшафтов и природопользования для современной территории «Смоленского Поозерья» в нашем распоряжении имелись карты Генерального Планирования 1792 года, карты Шуберта 1886 года, карта РКК 1927 года. Данные растровые картографические материалы были геопространственно привязаны и загружены в единую БД. Также в эту базу загружены данные по объектам историко-культурного наследия, обнаруженные и паспортизированные в процессе исследования территории национального парка как разными учеными историками, так и сотрудниками научного отдела национального парка (рис. 1).

Сделав выборку из единой БД по объектам историко-культурного наследия и выделив населенные пункты на имеющихся картографических материалах, мы проследили степень заселения территории Поозерья с эпохи неолита до настоящего времени (табл. 1).

Всего на территории Поозерья к настоящему моменту зарегистрировано 33 стоянки и селища от III–II тыс. до н.э и неолита до XIV–XVII вв. н. э., 26 городищ от I тысячелетия до н. э. до городища древнего города Вержавска (X–\$5IV вв.). Самое большое количество населенных пунктов на современной территории «Смоленского Поозерья» нами отмечено на картах конца XVIII века когда их здесь было 297. В XIX веке происходит некоторое падение численности населения и соответственно количества населенных пунктов на 130 пунктов, что составляет 43,8 %. К 20 годам XX столетия численность населенных пунктов вновь вырастает до 226, но не все же не достигает прежних значений. Отметим, что в результате Великой Отечественной Войны на территории современного национального парка было полностью уничтожено порядка 90 деревень, что около половины от довоенной численности. В послевоенный период количество населенных пунктов так и не достигло довоенного уровня, а в период проведения кампании по укрупнению колхозов и совхозов небольшие деревни вновь обезлюдили. К концу XX столетия общее количество населенных пунктов составляет 122 единицы. Развившийся экономических

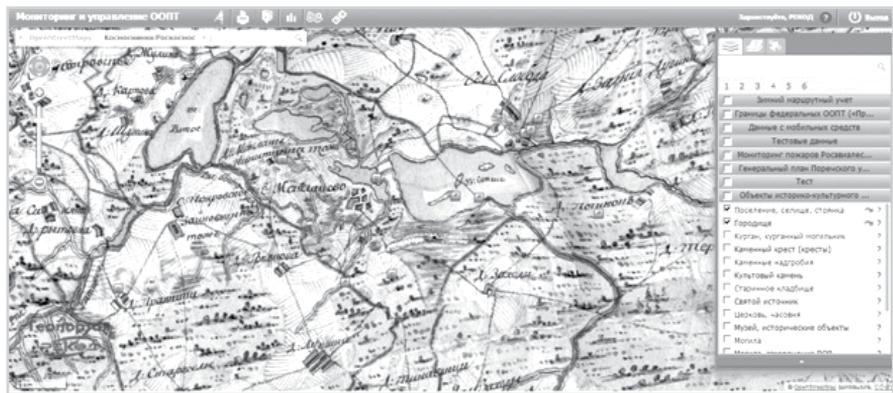


Рисунок 1. Окно геопортала с подгруженной картой ПГМ и отображением объектов ИКН.

Таблица 1 – Степень заселенности территории «Смоленского Поозерья» в разные исторические эпохи, на основе анализа пространственных данных.

Исторический период	Количество отмеченных населенных пунктов	Количество жителей	Нежилые пункты
неолит стоянки и селища	33	нет данных	
городища	26	нет данных	
XVIII в.	297	нет данных	
XIX в.	167	нет данных	
начало XX в.	226	нет данных	
середина XX в.	157	нет данных	
конец XX в.	122	7500	
первое десятилетие XXI в.	106	3288	31

кризис, распад Советского Союза, прекращение сельхозпроизводства вызвали резкий отток трудоспособного населения в города. К 2010 году общее число жилых населенных пунктов составляло всего 75, в которых было зарегистрировано только 3288 человек, а постоянно проживало еще меньше.

С 2016 по 2018 годы сотрудниками Центра экологии и продуктивности лесов РАН была проведена работа по оценки состояния заброшенных сельскохозяйственных земель, изменения видового разнообразия биоты на этих территориях на основе временных серий спутниковых изображений Landsat.

Для оценки состояния восстановительных сукцессий на заброшенных сельскохозяйственных землях лесных сообществ был использован анализ комбинации исторических картографических материалов 1970–80-х годов и современных спутниковых изображений Landsat. за период с 1984 по 2016 гг.

Как нами было показано ранее, население значительно уменьшилось после Великой Отечественной войны, но особенно быстрое исчезновение деревьев наблюдалось в постсоветский период. Упадок сельского хозяйства привел к тому, что бывшие совхозные земли (39085 га) в разных частях Поозерья на 60–80 % от исходной площади заросли ольхой серой, березой и осиной. При отсутствии растительного покрова на бывших пашнях на песчаных почвах происходит формирование чистых густых сосняков, что отмечено, например, восточнее д. Побоище и возле д. Петраково. На более плодородных почвах вблизи лиственных лесов происходит формирование либо серо-ольшанников либо березняков.

Для локализации территории анализа стадий восстановительных сукцессий с помощью топографических материалов 1970–1980-х годов масштаба 1:100 000 и спутниковых данных геопортала «Планета Земля» (Google Earth) были оцифрованы границы лесных территорий НП «Смоленское Поозерье» (рис. 2).

Из глобального архива Геологической службы США (USGS) были получены летние мультиспектральные изображения спутников Landsat 4-, 5-, 7- и 8-го поколений с пространственным разрешением 30 м, из архивов с 1984 по 2016 г. отобрано 200 сцен.

В результате предварительной обработки и подготовки исходных снимков по разработанным методикам ЦЭПЛ РАН создавался новый многослойный

динамику яркости луговой (травяно-кустарниковой) растительности. Далее в 2006–2007 гг. очевидно происходит смена на древесный вид растительности (лиственные породы).

Кривая спектральной яркости участка молодого хвойного леса (обозначено П-ХЛ), выросшего на заброшенном с/х поле, до 1995 года располагается на графике рядом с открытой почвой. В период с 1996 по 2007 годы участок находится в переходном состоянии от возделывания с/х культур к зарастанию травяно-кустарниковой растительностью. Вероятно, последняя обработка поля состоялась в 2005–2007 годах, после чего за короткий период (2008–2016 гг.) произошло зарастание этих участков древесной растительностью.

Изучение динамики индексов с учетом полевых обследований позволило сделать предварительные выводы. Если поле располагается вблизи хвойного (соснового) леса и до определенного момента выполнялась распашка почвы, то при условии обильного семенения после прекращения обработки с высокой вероятностью в борозды попадают семена сосны, которые быстро закрепляются и в течение коротко периода времени (5–10 лет) формируется молодой хвойный лес.

Если поле располагается вблизи лиственного леса, и оно не обрабатывалось более 15 лет, то в течение длительного времени этот участок зарастает травяно-кустарниковой растительностью с последующей ее сменой на лиственные породы (береза, на графике представлена оранжевая кривая (П-Л-ЛЛ)). Таким образом, используя опорные спектры разных типов растительного покрова, можно по вегетационным индексам выявлять и прогнозировать разные сценарии восстановительных сукцессий лесов на заброшенных сельскохозяйственных землях. Полученные знания использовались для классификации состояния зарастающих территорий Национального парка «Смоленское Поозерье» в следующие временные срезы последних 25 лет.

Оценка масштабов зарастания нелесных земель и определение процентного соотношения представленных стадий сукцессий показало следующее. Общая площадь территории, по которой проводилась оценка, составляет 37575 га. Анализ площадей показывает, что в 1990 г. рассматриваемые нелесные земли уже были покрыты лесной растительностью на площади 14164 га (37,7 %),



Рисунок 3 – Динамика основных категорий лесных и нелесных земель с 1985 по 2015 гг. в красном канале

из них 3073 га отнесено классификатором к хвойным лесам (8,2 %). На долю травяно-кустарниковой растительности приходилось 19760 га (52,6 %). Площадь участков открытой почвы, где вероятно производилась в тот год распашка, составляла 3651 га (9,7 %). К 2000 году площадь лесовозобновления увеличилась на 3371,4 га (9 %), из которых большую часть занимают лиственные породы (8,3 %). При этом резко сокращается площадь территорий, занятых травяно-кустарниковой растительностью (на 2329,7 га или 7 %).

В следующие 15 лет продолжается увеличение покрытой лесом площади (3360,6 га или 8,9 %) в основном за счет лиственных пород, однако уже менее быстрыми темпами. На всем протяжении периода наблюдения площади открытых поверхностей без растительности монотонно сокращаются от 3651 га (9,7 %) в 1990 году до 1489 га (4 %) к 2016 году. Сокращение площадей травяно-кустарниковой растительности происходит после 2010 года более медленными темпами, чем это было в 1990-е годы (рис. 4).

В целом по итогам этой разработки мы видим, что при прекращении использования сельскохозяйственных угодий их зарастание происходит в очень короткий промежуток времени 10–15 лет, или даже быстрее – 5–10 лет. Таким образом, при интенсивной депопуляции территории в условиях нашего климата в отношении длинного временного ряда происходит практически молниеносное зарастание полей лесом. В настоящий момент лесистость территории «Смоленского Поозерья» составляет более 85 %.

Последние десятилетия ознаменовались неослабеваемым ростом интереса человечества к своему далекому прошлому, к открытию археологических памятников, дающих новые представления о древних укладах жизни людей. Среди них – Стоунхендж, Аркаим, Рязанские Спасские Луки, Тибетская гора-пирамида Кайлас, Ахунские мегалиты Учалинского района и т. д. К открытиям подобного рода можно отнести и менгиры Смоленской области, обнаруженные недавно группой исследователей в составе сотрудников национального парка «Смоленское Поозерье», представителей Детской Лесной Республики «Гамаюния» и ряда волонтеров. При поиске данных арте-



Рисунок 4. Камень Макоши, оз. Дго.



Рисунок 5. Антропоморфный крест, д.Городище.

фактов нами широко использовался геопортал национального парка. Чаше всего в работу брались данные ЦМР, Гидросеть, картографические материалы ПГМ, РКК. Велась реконструкция уровней водоемов на основе ВИГов (высших исторических горизонтов).

Выбитые, на найденных камнях, изображения несут в себе информацию, посланную нам далекими предками. Расшифровка этой информации даёт возможность заглянуть в тот период, когда люди поклонялись языческим богам, которых они олицетворяли с различными силами природы.

Сравнительно небольшие камни были найдены в деревнях (или близ них) Чижачи, Цибульки, Плаи, Городище, Боровики, Горки, в древнем городе Вержавске; выкопаны из земли, обнаружены в русле реки Ельша, на дне озера Баклановское, в лесу, на полях, на месте старинных кладбищ, древних святилищ, в фундаментах старых домов. Крупные камни, несущие на себе следы обработки руками древних жителей края (которые не планируется перемещать на территорию музея), обнаружены в районе озера Дго, реки Сапшо, у Марьиной горки, в деревне Михали.

Камни имеют различные формы – в виде крестов, антропоморфных изваяний и их отдельных частей, указательных знаков, надгробных стел (плит). На некоторых камнях заметны следы переделки – вторичной грубой отески и перерубки. Камни выполнены из белого и красного гранита, красного песчаника, сланца.

На многих камнях нанесены рунические знаки, различные символы, антропоморфные и зооморфные изображения.

Среди находок имеются 2 каменных якоря (рис. 6).

По территории национального парка «Смоленское Поозерье» в X–XIII веках проходил один из вариантов пути «из Варяг в Греки». Система р. Ельши и Василевки (бассейн р. Западная Двина) в верховьях очень близко на расстояние до 7–15 км подходит к притока р. Хмость (бассейн р. Днепр), что делало возможным переправлять суда и грузы волоком.

Совместив точки находок древних каменных крестов, камней со знаковым письмом, возвышенностей на берегах рек и древних озер, резких поворотов рек, древних островов мы пришли к выводу, что в те далекие времена существовала система навигационных знаков на этом торговом пути (рис. 7).

Большинство из этих камней можно назвать менгирами (или в более широком понимании – мегалитами) – они когда-то были установлены в земле вертикально, некоторые из них и сейчас продолжают находиться на местах своего прежнего расположения.

Можно предположить, что надписи на смоленских менгирах могли быть сделаны древними жителями Смоленской области (например, кривичами или жившими с ними рядом скандинавами, или их более ранними предшественниками) не позже X в. н. э. Вопрос о верхней хронологической границе



Рисунок 6. Каменный якорь.

остаётся открытым.

В 2019 году национальным парком начато строительство музея «Загадки смоленских менгиров». Цель создания экспозиции — представить широкому кругу посетителей национального парка «Смоленское Поозерье» уникальную коллекцию камней с выбитыми на них изображениями. А также представить информацию о очень крупных камнях со знаками, оставленными нашими далекими предками, которые остаются в их естественном бытовании на территории национального парка.

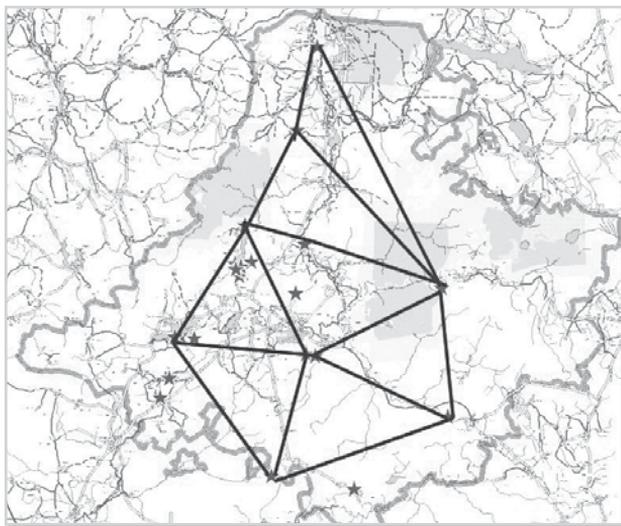


Рисунок 7. Карта найденных артефактов со знаковым письмом.

В заключение хочется отметить, что сохранение природного и культурного наследия не возможно без сохранения носителя этого наследия — это местного населения. А динамику его изменения мы показали. Задачи ООПТ и состоит в гармоничном сочетании природоохранных мер и мер поддержки местного общества и местного населения.

Литература

1. Белова Е. И., Ершов Д. В. Предварительная обработка временных серий изображений Landsat-TM/ETM+ при создании безоблачных композитных изображений местности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сборник научных статей. Т. 8. № 1. — М.: ООО «ДоМира», 2011. С. 73–82.
2. Ершов Д. В., Гаврилюк Е. А., Карпухина Д. А., Ковганко К. А. Новая карта растительности центральной части Европейской России по спутниковым данным высокой детальности // Доклады академии наук. 2015. Т. 464, № 5. С. 639–641.
3. Кадастровые сведения о национальном парке "Смоленское Поозерье" за 1992–2012 г. URL: <http://www.poozerie.ru/about/ustav-parka/>.
4. Кондакова Т. Ю. Изменение системы расселения сельских поселений Демидовского и Смоленского муниципальных районов Смоленской области // Природа и общество: в поисках гармонии: Матер. II Всерос. науч.-практич. конф., посвященной памяти проф. В. А. Шкаликова, (г. Смоленск, 25 ноября 2016 г.) Смоленск: Изд-во Смоленского гос. университета, 2016. С. 201–209.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ДЕНДРАРИЯ ГНУ «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД НАН БЕЛАРУСИ»

¹М. Н. Рудевич, ¹А. А. Котов, ²В. А. Сипач

*¹ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь,
e-mail: mrudevich@gmail.com, kotovkaa@gmail.com*

*²Научно-инженерное республиканское унитарное предприятие
«Геоинформационные системы», г. Минск, Беларусь,
e-mail: slava-sipach@tut.by*

Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси» (ЦБС НАНБ) основано в 1932 году и является особо охраняемой природной территорией – ботаническим памятником природы республиканского значения «Центральный ботанический сад», а также национальным достоянием объявлены коллекционные фонды живых растений и гербарий интродуцированных растений мировой флоры сада [1].

Дендрологические коллекции ботанических садов и других учреждений сходного профиля характеризуются целым рядом особенностей, радикально отличающих их от других ботанических коллекций. Как правило, коллекционные древесные насаждения сформированы в виде крупных групп или массивов и занимают большие территории. Растения произрастают на постоянных местах очень длительное время, некоторые из них развивают обширные корневые системы и достигают очень крупных размеров в надземной части. Поэтому сохранность, успешность роста и развития деревьев и кустарников в значительной мере зависит от географических, климатических, ландшафтных, погодных, почвенно-гидрологических и других условий в местах их произрастания, чем небольших по размеру растений, позволяющих более широко использовать агрокультурные мероприятия по их содержанию. Во взрослых древесно-кустарниковых насаждениях практически невозможно устранить складывающиеся конкурентные и аллелопатические взаимодействия растений [2, 3]. Всё это должно учитываться как при создании дендрологических коллекций, так и при выборе специфических подходов для их инвентаризации и последующего мониторинга.

На современном этапе развития науки и техники при проведении экологических исследований критериями высокой эффективности и действенности наиболее полно может отвечать только комплексный и высоко технологичный мониторинг с отлаженной системой сбора, обработки и хранения информации.

В практике ботанических садов, функционирующих на всём постсоветском пространстве работы по созданию систем сбора, обработки и хранения информации о культивируемых растениях находятся большей частью на стадии выработки стратегий, поиска современных подходов, разработки методик и накопления опыта.

Технологической основой мониторинга при этом является сочетание биологических и технических методов получения информации с применением выборочных методов исследования и автоматизированных систем обработки, анализа и хранения информации, состоящей из иерархически соподчиненных, взаимосвязанных и адекватно отражающих ситуацию показателей, а также использование тематических и картографических банков данных. Такие системы с использованием современных информационных технологий предоставляют потребителям всё более широкие возможности для поливариантного моделирования экологических ситуаций, которое в свою очередь даёт неоспоримые преимущества для наиболее оперативного и обоснованного решения поставленных задач и возникающих проблем.

На начальном этапе экологического мониторинга осуществляется инвентаризация объектов исследования и детальный первичный учёт широкого спектра их исходных параметров и состояния природной среды. Это и является его важнейшим достоинством. Все получаемые при последующих регулярных наблюдениях данные сопоставляются с базовыми показателями и рассматриваются как трендовые или флуктуационные отклонения от них. Таким образом, зафиксированное в начале исследований состояние служит определённой точкой отсчёта. Систематизация, обработка и анализ получаемой в процессе мониторинга информации как раз и позволяет делать достоверные оценочные заключения и выработать прогностические модели. Они могут касаться динамики развития как естественно складывающихся экологических процессов, так и антропогенно обусловленных их нарушений.

В связи с этим актуальность инвентаризации и последующего непрерывного мониторинга зелёных насаждений с использованием для обработки и хранения информации геореляционной послыно-организованной базы данных с геопространственно привязанной информацией весьма высока.

Базовой информационной основой для инвентаризации и мониторинга дендрологических коллекций являются подробные картографические материалы. В этом плане широкие возможности для геопространственного позиционирования природных объектов растительного мира с высокой точностью, интегральной оценки их состояния и условий произрастания, а также для постоянной оперативной актуализации баз данных и объективного анализа любой экологической ситуации предоставляет системный подход, реализованный в геоинформационной среде.

В ЦБС НАНБ началась реализация идеи ГИС-проекта «Дендрарий Центрального ботанического сада НАН Беларуси». Данный проект подготавливается в среде геоинформационного программного обеспечения ArcGIS, полученного в рамках Прородоохранного гранта компании ESRI.

На первом этапе поводится картирование границ и инфраструктуры ЦБС НАНБ, а также инвентаризация древственных растений в Дендрарии в процессе полевых работ с получением точных пространственных данных о местоположении объектов на местности с использованием многофункционального двухчастотного приемника ГНСС Javad «Triumph-2» в режиме RTK (рисунок 1).

Приёмник способен принимать сигналы спутниковых систем GPS L1/L2 и ГЛОНАСС L1/L2 на рабочих частотах RTK до 100 Гц, имеет встроенную память для записи данных до 2ГБ, USB, интерфейс Bluetooth® и WiFi, встроенные антенны ГНСС и Bluetooth/WiFi.

Для обеспечения единого хранения пространственных и атрибутивных данных создаётся персональная база геоданных «Ботсад», в которую вносятся материалы, полученные при проведении полевых съёмок инфраструктуры (границы секторов и участков, аллеи, дороги и дорожки Ботанического сада) и древесной растительности (деревья, кустарники и др.) (рисунок 2).

В полевых условиях собирается информация о виде растения, жилой форме (деревя, кустарники, полукустарники, лианы), диаметре, высоте, состоянии и примечание.

Таблицы с атрибутивными данными о фиксируемых растениях, которые расположены на определённых участках территории, добавляются в базу геоданных. С использованием инструментария ArcGIS создаётся класс отношений между таблицами и слоем пространственных данных. Это обеспечивает просмотр данных о видах растений в пределах каждого участка непосредственно при клике на их маркеры (рисунок 3).

Для таблицы с атрибутивными данными о древесных растениях может открываться функция дополнения её вложенными файлами, в которых размещаются описательные и фото-



Рисунок 1. – Приёмника Javad “Triumph-2” и интерфейс его контролера

Участок	№ инв	№ в	Наименование	Инту. №	Год пос.	Кл	Ж	С	Состояние	EUR	Код2	Примечание	Широта в д.д	Долгота в л.д	Высота			
1	57	4	Feroytia suspensa (Thunb.) Vahl	1860	1952	1	к	3.0	0	под бирчником	1	1	Код быт в твом сч	53.91565449527	61.713961233	9939041872		
3	57	7	Berberis dielsiana Fedde	31915	1953	1	к	5.0	0	многостовбная	1	1		53.915668762	61.7125951232	2921656343		
4	57	9	Syringa japonica (Maxim.) Decne.	7674	1947	1	к	15	14.0	0	0	1	В Кв 82г	ис в уюном	53.91569875427	61.745424233	0657294078	
5	57	9	Syringa japonica (Maxim.) Decne.	7674	1947	1	к	12	15.0	0	0	1	0	воросья приростовая, сухие ветви	3 ств D 16:12.8	53.91572444027	61.744141233	8040779421
6	57	9	Syringa japonica (Maxim.) Decne.	7674	1947	1	к	10	14.0	0	0	1	0	как дерево, воросья приростовая, сухие ветви	2 ств D 12.8	53.91572479727	61.739906232	5012182387
7	57	9	Syringa japonica (Maxim.) Decne.	7674	1947	1	к	20	16.0	0	0	1	0	0	0	53.91569096827	61.741141232	1521800198
8	57	9	Syringa japonica (Maxim.) Decne.	7674	1947	1	к	16	15.0	0	0	1	0	0	0	53.91569345127	61.743823233	5585134410
9	57	11	Phellodendron lavallei Dode	8136	1947	1	л	62	21.0	0	2	1	1	1	1	53.91563562327	61.719567232	6994964301
10	57	11	Phellodendron lavallei Dode	8136	1947	1	л	44	20.0	0	0	1	1	1	1	53.9156239527	61.718561234	5113910696
11	57	11	Phellodendron lavallei Dode	8136	1947	1	л	54	21.0	0	0	1	1	1	1	53.91561959227	61.716431234	4275388617
12	57	12	Ligustrum pilosissimum Koehne	6939	1952	1	к	0.8	1(2)	забыта акция	1	1	1	1	1	53.91554705127	61.711559232	2711138588
13	57	15	Feroytia suspensa (Thunb.) Vahl	1860	1947	1	к	3.5	0	воросья согст	1	1	1	1	1	53.91557917527	61.73454232	3616202684
14	57	16	Berberis koronika Palib.	31916	1952	1	к	3.5	0	0	0	1	1	1	1	53.915777827	61.73924232	3415273925
15	57	16	Berberis koronika Palib.	31916	1952	1	к	3.5	0	0	0	1	1	1	1	53.91558363127	61.740023231	2445821075
16	57	17	Eucomyia yezoensis Koizd.	6780	1947	1	к	3.5	0(1)	несколько пов	1	1	1	1	1	53.91559048027	61.743454232	7061736616
17	57	18	Hydrangea bretschneideri Dippel	274534	1946	1	к	4.0	0	0	0	1	1	1	1	53.91562449027	61.747101232	2079985933
18	57	30	Catalpa ovata G.Don	21173	1949	1	л	29	16.0	0(1)	1	1	1	1	1	53.91549333127	61.746501231	0700392893
19	57	30	Catalpa ovata G.Don	21173	1949	1	л	32	16.0	0(1)	1	1	1	1	1	53.91548831027	61.760531235	4764536424
20	57	30	Catalpa ovata G.Don	21173	1949	1	л	3.5	0	0	0	1	1	1	1	53.91547217827	61.763191230	5657471248
21	57	30	Catalpa ovata G.Don	21173	1949	1	л	20	10.0	0	0	1	1	1	1	53.9155023227	61.76047230	341331531
22	57	34	Fraxinus rhynchophylla Hance	6815	1947	1	л	14	14.0	0	3	1	1	1	1	53.91548989827	61.778591231	2445821075
23	57	34	Fraxinus rhynchophylla Hance	6815	1947	1	л	24	12.0	0	1	1	1	1	1	53.91553441727	61.781741231	6000831239
24	57	34	Fraxinus rhynchophylla Hance	6815	1947	1	л	9	10.0	0	0	1	1	1	1	53.91549482027	61.79045230	6867772519
25	57	39	Ligustrum acuminatum Koehne	6938	1947	1	к	2.5	0	0	1	1	1	1	1	53.91543380027	61.717325231	5699418437
26	57	39	Ligustrum acuminatum Koehne	6938	1947	1	к	2.0	0	0	0	1	1	1	1	53.91542157527	61.72160231	2183031349

Рисунок 2. – Табличное описание объектов мониторинга

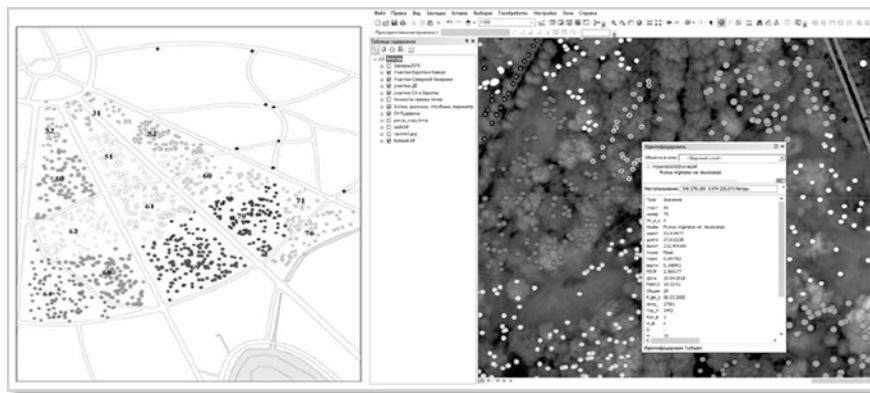


Рисунок 3. – Картографическое отображение объектов мониторинга (на примере сектора Северной Америки ЦБС НАН Беларуси)

графические данные в формате.pdf на определённые растения или их группы.

В качестве базовой растровой подложки используются следующие изображения территории Центрального ботанического сада (рисунок 4):

- фрагмент изображения из Google Maps, полученного с помощью космической съёмки (а);
- изображение с веб-сервиса World Imagery Esri (б);
- спектрональный снимок, полученный с помощью несущих цифровую камеру авиамоделей (в);
- индекс NDVI (г).

Развитие данного проекта позволит перейти на новый уровень инвентаризации и мониторинга за древесными растениями ЦБС НАНБ, проводить научные исследования на более качественном уровне, выполнять природоохранные мероприятия. ГИС ботанического сада оптимизирует работу по содержанию и эксплуатации территории. Она будет способствовать более эффективному внедрению и использованию современных информационных технологий для ботанических садов Беларуси.

Литература

1. Каталог сосудистых растений Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. – Мн.: Технология, 2010. – 264 с.
2. Коллекции Центрального ботанического сада. – Мн.: Конфидо, 2013. – 282 с.
3. Каталог древесных растений основных коллекционных фондов Беларуси. – Мн.: Право и экономика, 2013. – 134 с.



Рисунок 4. – Виды растровых подложек изображения территории ЦБС

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ ARCGIS-ONLINE ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОСТИ К ПРИНЯТИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ РЕШЕНИЙ. ЗЕЛЕНАЯ КАРТА г. ЧАУСЫ

Н. Б. Тупицына

*Учреждение образования «МГУ имени А. А. Кулешова»,
г. Могилев, Беларусь, e-mail: nataliatupitsyna@gmail.com*

В Национальной стратегии устойчивого развития (СУР) на период до 2030 года особое внимание уделяется улучшению окружающей среды и сохранению природного потенциала для будущих поколений. При этом важнейшим фокусом является не только экологическая безопасность и рациональное использование природно-ресурсного потенциала, но и сохранение, а также устойчивое использование биологического и ландшафтного потенциала. Не менее важным направлением является реализация приоритета «Зеленое градостроительство и устойчивое потребление» в рамках 11 цели УР – «Устойчивые города и населенные пункты» [1]. В соответствии с Концепцией СУР Могилевской области до 2035 года одним из основополагающих принципов устойчивого развития является партиципативность. Она подразумевает обеспечение успешного участия людей в жизни организаций, сообществ и регионов, формирования системы включенного участия различных категорий жителей и организаций в процессах выработки и принятия управленческих, в том числе экологически значимых, решений [2].

В мировой практике накоплен значительный опыт по вовлечению общественности в процесс решения экологически значимых вопросов, в том числе в городах. Одной из эффективных форм является создание интерактивных справочно-информационных ресурсов и технологий добровольного сбора и актуализации экологической информации на основе ГИС. За последнее десятилетие достигнуты значительные успехи и в Беларуси.

Для увеличения потенциала общественного участия в принятии экологически значимых решений, экологического информирования, популяризации знаний о целях устойчивого развития в общем, и устойчивого развития г. Чаусы в частности, в рамках реализации Проекта КОМГОР^{1*} была разработана интерактивная «Зеленая карта г. Чаусы».

На первоначальном этапе была разработана концептуальная модель (концепция) интерактивной Зеленой карты г. Чаусы, в соответствии с которой под Зеленой картой понимается интерактивная карта городской территории, отражающая актуальное состояние экологически значимых объектов: зелёных территорий, водных объектов, зелёной инфраструктуры города, объектов, опасных или неблагоприятных для окружающей среды и / или человека. Зеле-

^{1*} Проект «Коммунальное управление в городах (КОМГОР) – коммуникация и управление для вовлечения общественности в управление городским хозяйством в Беларуси» реализован при поддержке Европейского Союза

ная карта для г. Чаусы разработана на базе открытой платформы ArcGIS-online ESRI Inc., предоставляющей широкий набор инструментов для сбора, визуализации и анализа пространственных данных. Для реализации концепции была выполнена инвентаризация и сопоставление зеленых пространств г. Чаусы по растровой копии генерального плана развития территории и открытым картографическим сервисам. Затем была разработана структура тематических слоёв и осуществлен подбор открытой географической основы для Зеленой карты г. Чаусы, разработана структура атрибутивных данных к ним, были определены средства отображения и способы картографического изображения объектов и явлений. Для начального наполнения тематических слоёв была произведена оцифровка объектов тематических слоёв интерактивной карты по доступным растровым изображениям (с геопривязкой изображения и его географической коррекцией), открытым картографическим и информационным источникам.

Итоговая Зеленая карта г. Чаусы включает картографическую основу (OpenStreetMap) и 15 векторных слоев (рис. 1).

Зеленая карта предназначена для свободного пользования представителями общественности, посетителями Зелёного инфоцентра, представителями администрации города Чаусы с целью повышения экологической грамотности и информационной осведомленности населения города, повышения эффективности вовлечения общественности в процесс принятия экологически значимых решений, развития экологически дружественных видов отдыха. Для обеспечения возможности эффективного ее использования было предусмотрено редактирование (актуализация информации, добавление новых объектов и их характеристик) таких слоёв, как Интересные природные объекты г. Чаусы; Зоны контакта с природой в городе; Инвазивные виды растительности; Зоны напряжённости (экологически значимых конфликтов, угроз); Велопарковки; Пункты сбора вторсырья; Пункты сбора опасных отходов; Мусорные контейнеры; Экологически значимые мероприятия с участием общественности. Для этого на основе шаблона GeoForm были разработаны 8 веб-гис-приложений для оперативного сбора и актуализации информации по тематическим слоям.

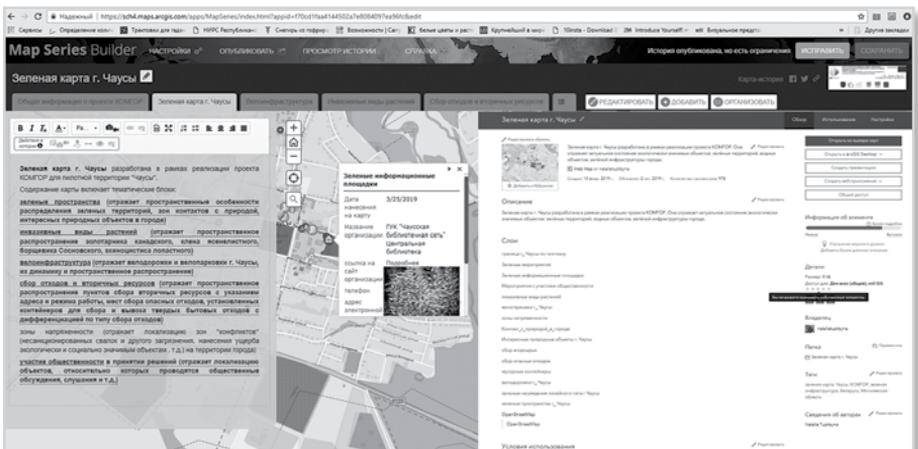


Рисунок 1 – структура Зеленой карты г. Чаусы



Они рассчитаны на широкий круг пользователей, не требуют специализированной подготовки, дополнительного оборудования и установки специализированного программного обеспечения. Приложения реализованы на базе платформы Arcgis-online и доступны для использования с любого мобильного устройства. Для того, чтобы ими воспользоваться, достаточно отсканировать QR-код или просто перейти по веб-ссылке. Приложения открываются в интернет-браузере и позволяют осуществлять сбор данных даже при отсутствии Интернет-соединения. Как только интернет-соединение будет установлено, данные будут отправлены и отображены на электронной карте. Для визуализации Зеленой карты был использован шаблон веб-гис-приложений Story Map Shortlist. Он позволяет представить серию карт в виде отдельных вкладок, цепочки кнопок или ленты с возможностью использования видео, изображений или веб-ресурсов, дополняющих и иллюстрирующих основное содержание в сериях на боковых панелях.

В ходе работы было определено, что для эффективного использования Зеленой карты необходимы следующие условия:

Информация на карте должна быть актуальна;

Информация должна быть легкодоступна;

О существовании Зеленой карты и возможностях ее применения должны знать не только работники Зеленого инфоцентра и администрации города, но и широкий круг представителей общественности (общественные организации, общественные инициативы, население);

Зеленая карта должна не только накапливать информацию, но и служить направлением взаимодействия всех зеленых информационных площадок в городе (зеленые инициативы, школы и др.);

Механизм обратной связи – одно из важных условий повышения эффективности использования Зеленой карты.

Для знакомства с Зеленой картой г. Чаусы достаточно открыть ссылку в браузере устройства или отсканировать QR-код карты.

Для получения подробной информации по интересующему разделу пользователь может перейти на нужную вкладку с названием раздела. При просмотре доступна функция масштабирования (можно при помощи скроллинга или инструмента масштабирования (+/-) увеличить или уменьшить изображение, в результате чего оно станет более или менее подробным соответственно). Карта поддерживает геолокацию и поиск по заданному адресу. Для того, чтобы получить информацию об интересующем разделе, необходимо кликнуть по нему – информация будет отображена во всплывающем окне.

Раздел «зеленая карта г. Чаусы» содержит краткое описание содержания тематических блоков карты и фактически является интерактивным оглавлением документа, в котором названия блоков являются гиперссылками на них.

Тематические разделы карты снабжены дополнительным описанием, расширяющим информационную составляющую карты.

Для наполнения карты и поддержания ее актуального состояния доступны веб-гис-приложения для внесения информации по тематическим сло-



<https://arcg.is/zGTu>

ям: интересные природные объекты г. Чаусы; зоны контакта с природой в городе; инвазивные виды растительности; зоны напряжённости (экологически значимых конфликтов, угроз); велопарковки; пункты сбора вторсырья; пункты сбора опасных отходов; мусорные контейнеры; экологически значимые мероприятия с участием общественности. Для доступа к ним можно воспользоваться ссылками и/или QR-кодами, указанными на вкладке «Актуализация Зеленой карты» (рис. 2).

Формы ввода новой информации представляют собой простые и интуитивно понятные «опросы», не требующие от пользователя специальных знаний умений и навыков. В открывающемся диалоговом окне пользователю предлагается ответить на вопросы (в ряде случаев с возможностью выбрать ответ из предложенного списка), указать местоположение объекта на карте (можно использовать функцию геолокации, если она включена на устройстве или отметить точку на карте кликом вручную), добавить дополнительную информацию (фото, видео, текстовый файл и т. д., если это необходимо), отправить информацию (рис. 3).

Для поддержания карты в актуальном состоянии в Зеленом информационном центре г. Чаусы были организованы следующие процессы:

Постоянный мониторинг Зеленой карты, включающий: контроль функциональности (работает/не работает, доступна ли с различных типов устройств и т. д.); проверку информации по критерию актуальности, верификация информации (проверка на соответствие действительности), мониторинг активности пользователей (как по количеству посещения страницы инфоцентра г. Чаусы, на которой размещена Зеленая карта, так и по количеству новых объектов, нанесенных пользователями за контрольный период времени (неделя, месяц, квартал, год, др.)

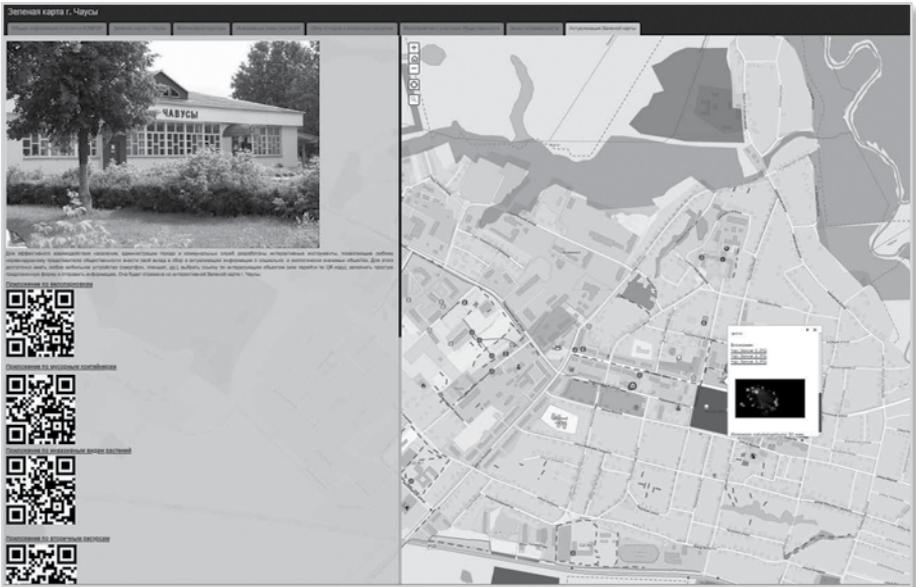


Рисунок 2 – фрагмент вкладки «Актуализация Зеленой карты»

Актуализация информации работниками инфоцентра. Содержание таких тематических слоёв, как «зеленые мероприятия», «зеленые информационные площадки», «велодорожки» требуют предварительной модерации. Поэтому добавление новых объектов, информации, утратившей актуальность, обновление характеристик доступно только сотрудникам Зеленого инфоцентра. Функции удаления и изменение описания объектов по другим редактируемым слоям так же доступна только сотрудникам инфоцентра, что необходимо для защиты от случайного удаления информации. Наиболее активного мониторинга и оперативного реагирования требуют текущие мероприятия и новые (появившиеся на карте в течение последней недели) объекты.

Анализ интенсивности и эффективности использования Зеленой карты в контексте эффективности работы инфоцентра.

Информационно-просветительская работа в части возможностей использования Зеленой карты со всеми группами заинтересованных пользователей.

Для популяризации Зеленой карты был расширен территориальный охват в рамках перечня тематических слоёв, доступных для актуализации широкому кругу пользователей (на окрестности города – слои «интересные природные объекты», «зоны контакта с природой», «зоны напряженности», на другие населенные пункты – слои «велопарковки», «пункты сбора вторсырья», «мусорные контейнеры», «пункты сбора опасных отходов»).

На заключительном этапе разработанная Зеленая карта, была протестирована в сети Интернет, выполнено тестирование работоспособности и кор-

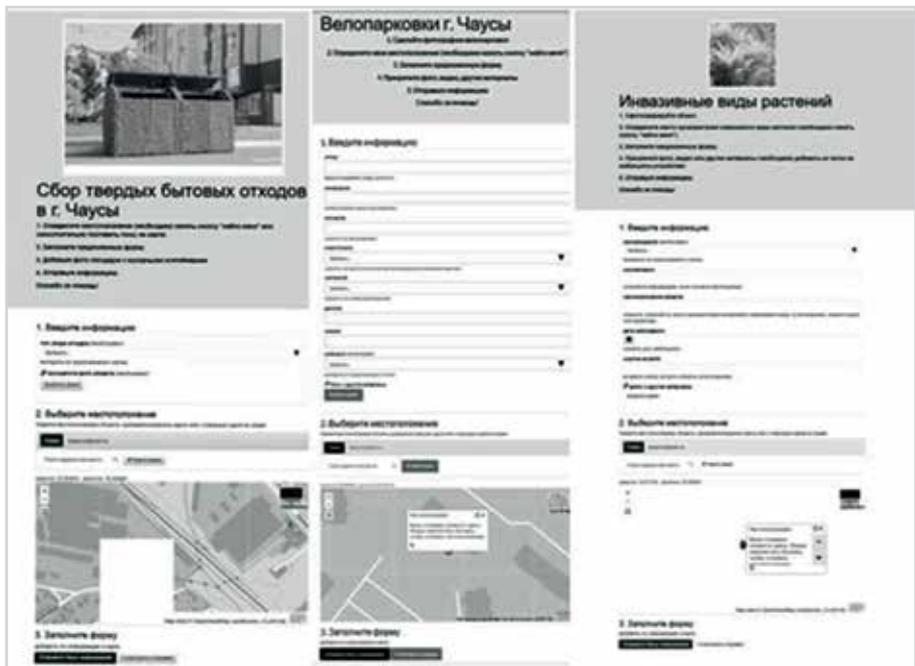


Рисунок 3 – Формы ввода и актуализации информации

ректировка веб-гис-приложений на стационарных компьютерах и мобильных устройствах с различными операционными системами (Android, Windows, ios).

Зеленая карта г. Чаусы доступна в сети интернет на сайте городского исполнительного комитета, Зеленого инфоцентра (на базе городской библиотеки), сайтах организаций-партнеров.

За время существования Зеленой карты г. Чаусы (около 5 месяцев) к основному ресурсу было зафиксировано около 900 обращений. Наиболее востребованными и актуальными являются приложения для актуализации информации об инвазивных видах растительности на территории города (около 400 обращений за теплый сезон), местах сбора твердых бытовых и опасных отходов.

Литература

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.srrb.niks.by/info/program.pdf.%20%20> Дата доступа 17.02.2019
2. Концепция Стратегии устойчивого развития Могилевской области до 2035 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mogileviro.by/sites/default/files/data/materialy_rectorat/2019/1_koncepciya_mogoblsur_13.09.19.pdf Дата доступа 01.03.2019

ВЕСЕННИЕ ТРАВЯНЫЕ ПОЖАРЫ В ПРОЕКТИРУЕМОМ ПРИРОДНОМ ПАРКЕ "ЖУРАВЛИНЫЙ КРАЙ" И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ – ОПЫТ КАРТИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА

¹М. А. Ветрова, ²А. А. Наумкин

¹ГАОУДПО Центр Педагогического Мастерства, Москва, ул. Хамовнический вал, 6, vetrova.maria2013@gmail.com

² Центр образования "Коалиция", Москва, ул. Хамовнический вал, 6, dendrocopos.leucotos@gmail.com

На севере Московской области расположен заказник «Журавлиная родина», созданный в 1979 г. для охраны крупного предотлетного скопления журавлей. На его территории обитают многие виды животных и растений, занесенных в Красные книги России и Московской области, в том числе наземно гнездящихся птиц [1, 2], приуроченных к сельскохозяйственным ландшафтам. С конца 1990х гг. в связи с сокращением сельскохозяйственного использования территории стала актуальна проблема травяных пожаров, которые приводят к трансформации растительных сообществ и гибели гнезд птиц [3, 4]. Защиту заказника от пожаров взяла на себя Дружина по охране природы биологического факультета МГУ. Противопожарная работа включает в себя обнаружение и непосредственное тушение пожаров, работу с землепользователями, экологическое просвещение.

В нашей работе мы попытались оценить эффективность противопожарных мероприятий. Для этого выбрана область исследования, включающая Талдомский район и Шеметовское и Селковское сельские поселения Сергиево-Посадского района Московской области. В области исследования в зависимости от приоритета в противопожарной работе были выделены следующие участки:

- 1) участок "Апсарёвское урочище" заказника "Журавлиная родина" – участок с наиболее высоким приоритетом,
- 2) проектируемый природный парк "Журавлиный край" – территорию охраняют от пожаров по возможности, при наличии достаточного количества людей и техники,
- 3) контрольная область (часть области исследования, не входящая в проектируемый природный парк) – противопожарная работа не ведется.

Для картирования травяных гарей использовались снимки Landsat-5, 7, 8 пространственным разрешением 30 м и Sentinel-2 разрешением 10 и 20 м. Недостаток этих систем – невысокая частота съемки. Однако, поскольку травяные гари остаются видны на снимках в течение достаточно долгого времени [5], обычно их удается уверенно выделить. В отдельных случаях были использованы полевые данные – контуры пожаров, полученные с помощью GPS-навигатора.

Все выявленные травяные пожары по 2006 по 2017 год были отрисованы по снимкам, что позволило определить их количество и площадь. Даты пожаров

были установлены с помощью термоточек и отчетных данных противопожарной кампании. Кроме того, для некоторых пожаров на снимках видны горящие кромки, что позволяет однозначно указать дату. Для тех пожаров, точную дату которых установить не удалось, на основании снимков обозначен интервал дат, в течение которого они могли произойти.

Значения выгоревшей площади на одной и той же территории в разные годы существенно зависят от погодных условий (в том числе опосредованно, поскольку погода влияет на активность людей на территории), поэтому для оценки эффективности противопожарной кампании мы изучали динамику выгоревших площадей в течение 12 лет. Сравнение проводилось по следующим параметрам: выгоревшая площадь на территории заказчика и в контрольной области для каждого года, а также отношение выгоревшей площади в изучаемой области к выгоревшей площади в контрольной области.

Для изучения влияния погодных факторов были использованы данные метеостанций Кашин, Клин и Дмитров, входящих в систему WMO, а также снимки MODIS, которые были полезны для отслеживания схода снега и начала пожароопасного периода непосредственно на интересующей нас территории. На количество пожаров влияют следующие погодные факторы: дата схода снега, максимальная глубина снежного покрова за зиму, сумма осадков за зиму, сумма осадков за пожароопасный период, средняя и максимальная суточная температуры в течение пожароопасного периода. При определении длительности пожароопасного периода дата схода снега считается началом, а дата последнего снимка, на котором видны свежие травяные гари, — окончанием.

В результате работы получена серия данных о травяных пожарах на территории исследования с 2006 по 2017 г. В таблице 1 приведены площади травяных гарей по годам, их число и число соответствующих термоточек. Как видно из приведенных данных, на территории участка заказчика "Апсаревское урочище", для которого приоритет противопожарной работы наиболее высок, удалось добиться значительного снижения частоты пожаров. С 2011 года отношение величины выгоревшей площади в заказнике к выгоревшей площади в контрольной области становится стабильно низким. Однако на территории природного парка колебания выгоревшей площади от года к году по-прежнему сохраняются, а значительного отличия от контрольной территории не наблюдается. Отсюда можно сделать вывод об успехе противопожарной кампании на территории заказчика «Журавлиная родина», но не проектируемого природного парка, частота пожаров на территории которого почти не отличается от контрольной территории. Для более эффективного планирования противопожарной работы можно использовать созданную на основе данных о пожарах карту частоты прогорания территории. Также полученные данные позволяют сделать вывод, что термоточки, хотя и могут быть использованы для выявления травяных пожаров, все же недостаточно эффективны и отражают лишь небольшую долю пожаров (около 1/10), поэтому при оценке горимости территории необходимо ориентироваться в первую очередь на космоснимки и полевые данные.

При анализе влияния погодных условий сумма осадков и максимальной высотой снежного покрова в предшествующем году заметно коррелирует с величиной выгоревшей площади. Однако использовать эти результаты для прогнозирования пожарной опасности пока не представляется возможным,

поскольку разброс данных слишком велик. Для более точного прогнозирования требуются дополнительные исследования влияния погодных условий на горимость. Значимых корреляций с суммой осадков за пожароопасный период, средней и максимальной суточной температурами не обнаружено.

На величину выгоревшей площади на территории исследования наиболее сильно влияют дата начала пожароопасного периода и количество накопленного за зиму снега.

Для мониторинга травяных пожаров необходимо совместно использовать как термоточки, так и дешифрирование космических снимков. Использование одних только термоточек приводит к пропуску существенного числа пожаров, что может быть особенно актуально в работе по предотвращению торфяных пожаров.

Противопожарная работа привела к значительному снижению числа пожаров на территории заказника "Журавлиная родина" и его ближайших окрестностей, но на остальной территории пока недостаточно эффективна.



Рис. 1. Работа добровольцев на травяном пожаре

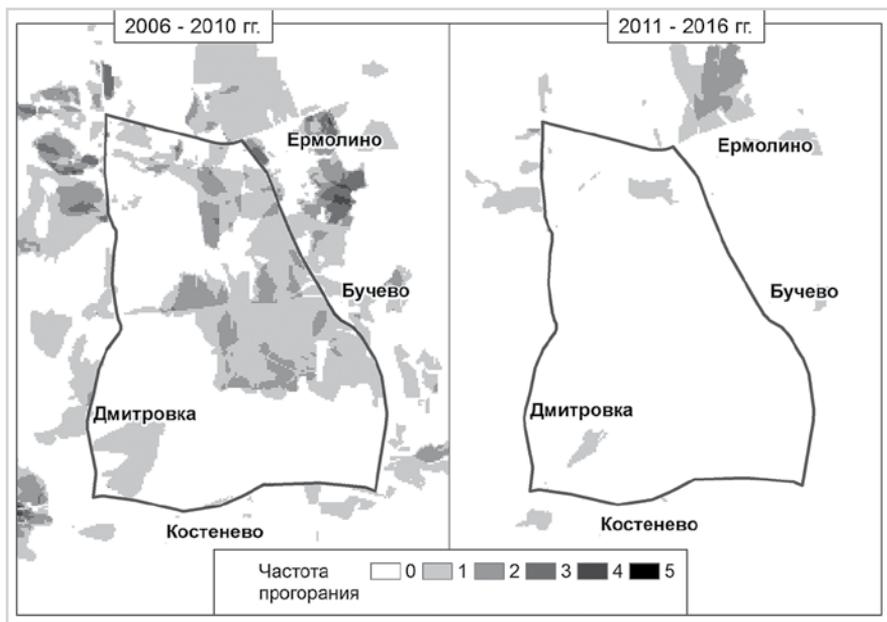


Рис. 2. Карты частоты прогорания территории участка "Апсарёвское урочище" в 2006–2010 гг. и в 2011–2016 гг.

Таблица 1 – Площади и число пожаров и число термоточек

Год	Площадь пожаров, га				Число пожаров				Число термоточек (MODIS)	Число термоточек (VIIRS)
	Апсарено	Природный парк	Контрольная область	Всего	Апсарено	Природный парк	Контрольная область	Всего		
2006	1768	9987	5748	15735	17	216	229	445	261	
2007	122	2139	4897	7036	5	161	437	598	47	
2008	99	739	1227	1966	5	53	76	129	20	
2009	116	4010	8342	12352	12	174	473	647	53	
2010	273	3944	6696	10640	29	198	327	525	44	
2011	0	1640	2152	3792	0	50	114	164	13	
2012	55	642	772	1414	1	28	46	74	3	
2013	0	220	57	277	0	13	6	19	0	
2014	40	3871	5663	9534	6	140	295	435	45	
2015	1,8	2892	3853	6745	3	68	85	153	20	
2016	4,2	894	1804	2698	5	34	83	117	14	
2017	16	132	74	206	1	15	13	28	0	2

Авторы благодарны Д. Б. Кольцову, Ж. В. Кузьминой, Н. В. Роговой за ценное обсуждение, А. А. Андреевой и А. И. Куртовой за предоставленные данные, О. С. Гринченко за содействие при выполнении работы. Идея работы возникла в рамках противопожарной кампании Дружины охраны природы Биологического факультета МГУ.

Литература.

- Аршинова М. А., Веденин Ю. А., Гринченко О. С., Мищенко А. Л., Русанов А. В., Соколов И. В., Сокольский С. В., Суханова О. В., (2008) Водно-болотные угодья Московской области. Природные, экономические и историко-культурные аспекты, 23–25, КМК, Москва.
- Ахметьева Н. П., Беляев А. Ю., Гринченко О. С., Кричевец Г. Н., Кудряшова В. М., Лапина Е. Е., Михайлова А. В., (2016). Заказник "Журавлиная родина": современное состояние и охрана от торфяных пожаров на осушенном болоте "Дубненский массив", Труды Института, 14(67), 12–21.
- Свиридова Т. В., Волков С. В., Кольцов Д. Б., Коновалова Т. В., Зубакин В. А., (2008). Динамика пространственного распределения, численности и успеха гнездования большого кроншнепа на севере Подмосковья под влиянием антропогенных факторов и погоды, Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический, 113, 1, 12–20.
- Свиридова Т. В., Гринченко О. С., Конторщиков В. В., Волков С. В., Кольцов Д. Б., (2009). Особенности распространения и динамики численности бекаса *Gallinago gallinago* на севере Подмосковья, Кулики Северной Евразии: экология, миграции и охрана: Материалы VIII Международной научной конференции (10–12 ноября 2009 г., Ростов-на-Дону), 200–216.
- Украинский П. А., (2013). Динамика спектральных свойств зарастающих травяных гарей, Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 10, 4, 229–238.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ ПРОХОДНЫХ РУБОК НА ПРИРОСТ ДРЕВОСТОЯ

Д. П. Джига

Учреждение образования «Белорусский Государственный Технологический Университет», г. Минск, Беларусь.

В данной работе представлены результаты влияния проходных рубок на изменение прироста древостоев с использованием ГИС. Новизна работы заключается в построении карты распределения потенциального прироста.

Результаты данного исследования целесообразно использовать для рационализации рубок ухода и получения большего запаса крупной древесины [1].

Ключевые слова: пространственная структура, индекс конкуренции, деревья-конкуренты.

Использовались материалы постоянной пробной площади, заложенной в 15 выделе 84 квартала ГОЛХУ «Осиповичский опытный лесхоз». Для сбора полевого материала использовался метод засечек и приложение для Android «QField for QGIS».

Так же были построены графики зависимости диаметра кроны от среднего расстояния до деревьев конкурентов, диаметра кроны от среднего расстояния до деревьев конкурентов, среднепериодического радиального прироста за 10 лет от диаметра ствола, среднепериодического радиального прироста за 10 лет от доли пересечений площадей роста.

Далее в *QGIS* был создан точечный слой (*shp*-файл), который отображает пространственное размещение деревьев на пробной площади и содержит в себе атрибутивные данные (таксационные показатели) обо всех деревьях (рис. 1).

Дополнительно был загружены слои, на которых отображены древостой после проходной рубки проведенной лесхозом и на основании индекса потенциального прироста.

Что бы создать карту потенциального прироста применялся модуль



Рис. 1 Исходное размещение деревьев на пробной площади

QGIS «Теплокарта». В проект вводились атрибутивные данные и в результате были отображены области с максимальным потенциальным приростом и области с наименьшим приростом за счет конкуренции (рис. 2).

Используя этот модуль, можно выделить деревья, которые будут вырублены при очередной проходной рубке. Проанализировав исходное размещение деревьев и употребив индекс потенциального прироста были составлены таблицы распределение древесного запаса по категориям крупности (табл. 1).

Где вариант 1 – это рубка проведенная лесхозом, а вариант 2 рубка на основании индекса конкуренции. Исходя из таблицы, мы можем наблюдать, что применив вариант рубки 1, получим 560 м³, а в результате варианта 2 534 м³. Но стоит отметить, что прибегнув к варианту рубки 2, наблюдается выход крупной древесины.

В итоге была проведена стоимостная оценка древесного запаса[2]. Результаты отображены в таблице 2.

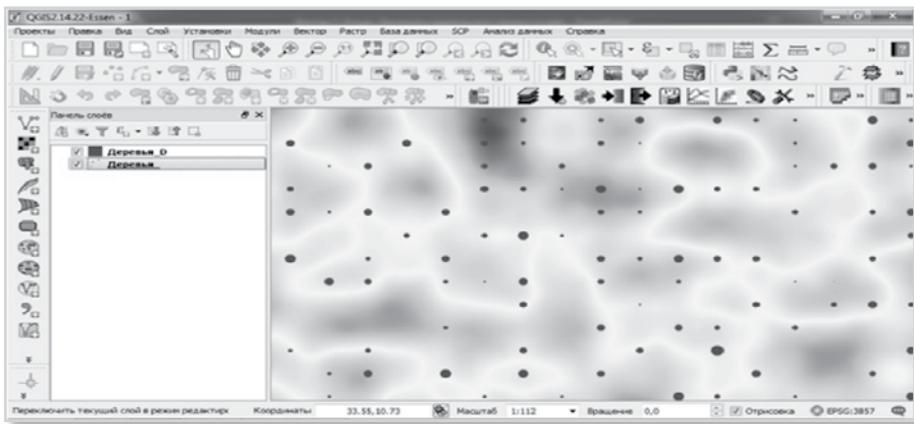


Рис. 2 – Фрагмент карты потенциального прироста

Таблица 1 – Распределение древесного запаса по категориям крупности

Вариант рубки	Категория рубки	Деловая древесина				Дрова	Итого
		крупная	средняя	мелкая	итого		
1	ПРХ (41)	15,7	179,9	48,9	244,6	24,0	268,6
	ПРХ (58)	–	173,6	79,6	253,3	38,1	291,4
Итого куб.м.	–	15,7	353,5	128,6	497,9	62,1	560,0
2	ПРХ (41)	1,4	83,2	50,6	135,2	19,5	154,7
	ПРХ (58)	32,9	232,3	75,1	340,3	39,1	379,4
Итого куб.м.	–	34,3	315,5	125,7	475,5	58,6	534,1

Таблица 2 – Стоимость древесного запаса

Вариант рубки	Категория рубки	Деловая древесина				Дрова	Итого
		крупная	средняя	мелкая	итого		
1	ПРХ (41)	311,4	2 053,0	248,1	2 612,5	2,6	2 615,1
	ПРХ (58)	–	1 981,3	403,8	2 385,1	4,2	2 389,3
Итого руб.	–	311,4	4 034,3	651,9	4 997,6	6,9	5 004,4
2	ПРХ (41)	28,3	949,5	256,4	1 234,2	2,1	1 236,4
	ПРХ (58)	651,2	2 650,4	381,0	3 682,6	4,3	3 686,9
Итого руб.	–	679,5	3 599,9	637,4	4 916,8	6,4	4 923,2

Как видно из таблицы, при втором варианте рубки наблюдается незначительное снижение прибыли, но данный негативный эффект компенсируется в будущем за счет большего радиального прироста у оставшихся деревьев и большего выхода крупной древесины.

Литература

1. Коцан В. В. Динамика прироста в сосновых насаждениях различной пространственной структуры / В. В. Коцан, О. А. Севко, Н. П. Демид // Лесное хозяйство: тезисы 82-й науч.-техн. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 01–14 февраля 2018 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И. В. Войтов; УО БГТУ. – Минск: БГТУ, 2018. – С. 16.
2. Коцан, В. В. Экономическая эффективность проведения рубок ухода с учетом пространственных показателей сосновых древостоев / В. В. Коцан, О. А. Севко, В. П. Машковский // Лесное хозяйство: тезисы докладов 80-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–12 февраля 2016 г. / Белорусский государственный технологический университет; [гл. ред. ИМ Жарский]. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 7.

РАЙОНИРОВАНИЕ БОЛЬШОГО СОЧИ ПО СТЕПЕНИ ИНВАЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ

А. В. Егошин

ФГБУ “Сочинский национальный парк”, г. Сочи, Россия.

e-mail: ecoid@ya.ru

Проанализирован видовой состав адвентивной флоры юга Российского Причерноморья. Проведён анализ таксономического, биоморфологического, гигроморфического спектров чужеродных видов. Классифицирован адвентивный компонент флоры по степени натурализации, происхождению, и времени заноса. Установлено, что адвентивный компонент флоры региона наиболее богат видами семейств *Amaranthaceae*, *Asteraceae* и *Poaceae*. Жизненной формой большинства видов является фанерофиты, гигроморфой – мезофиты. По способу распространения большинство пришлых видов является автохорами, а по способу заноса – ксенофитами. На долю неофитов приходится 84 % всех изучаемых видов при этом родиной 41 % всех адвентивных видов региона является Новый Свет. В результате пространственного моделирования установлено, что биоклиматические условия района исследований наиболее комфортны для произрастания только 74 из 182 наиболее агрессивных адвентивных видов растений. Проведено районирование изучаемого района, в ходе которого установлено, что площадь наиболее инвазионно-опасного района Большого Сочи составляет 1222.2 км² (36 %).

Ключевые слова: адвентивные виды, инвазии, Юг Российского Причерноморья, Кавказ, Сочи, моделирование, MaxEnt, GIS

Введение

Привнесение элементов чужеродной флоры влечёт за собой изменение многих параметров нативных экосистем: обилия и константности видов, биологической продуктивности, интенсивности круговорота веществ и т. д. что потенциально может повлечь изменения экосистемного разнообразия на всех уровнях (альфа, бета, гамма). В худшем случае это может привести к исчезновению некоторых аборигенных видов и трансформации экосистем в целом. В глобальном масштабе этот процесс способствует унификации флоры [Виноградова и др, 2010; Gassmann A. 1995; Hulme, 2007]. В результате интенсификации процессов глобализации и климатических изменений эта угроза с каждым годом лишь увеличивается [Richardson et al., 2006].

Успешность чужеродных видов на новой родине вызвана комплексом факторов.

Во-первых, многие адвентивные виды обладают чётко-выраженными физиологическими конкурентными преимуществами [Виноградова, 2003; Davidson et al., 2011]. Эти преимущества заключаются в высокой скорости роста, а также созревания плодов и эффективных способах распространения семян, которые к тому же обладают высокой энергией роста. Именно поэтому, многие адвентивы являются у себя на родине видами начальных стадий

успехов [Rejmanek, 1996]. Кроме того, некоторые успешные адвентивные виды вступают в различного рода аллелопатические взаимодействия, подавляя рост и развитие конкурентов. Как результат, в отсутствие специализированных фитофагов иноземные виды могут получать существенные конкурентные преимущества на новой родине.

Весомую роль в успешной натурализации чужеродных видов играет видовое разнообразие экосистемы-акцептора [Василевич, 1991; Акатов и др., 2012, Elton, 1958; May et al., 1972; Goodman, 1975; Pimm, 1979]. Экосистемы, отличающиеся высоким видовым разнообразием, как правило, более устойчивы к внедрению адвентивных видов.

Большую роль в успешности иноземных видов играют и биоклиматические условия новой родины [Chytrý et al., 2008]. Поэтому юг Российского Причерноморья и Кавказ, характеризующиеся большим разнообразием природно-климатических условий, потенциально способны принять большое количество иноземных видов из многих флористических районов Земли.

Значительное влияние на процессы распространения адвентиков оказывает и антропогенная деятельность, сопровождающаяся различного рода нарушениями экосистем. Эти нарушения влекут за собой изменения видового состава и обилия видов, в результате чего в экосистемах появляются свободные ресурсы, на которые и «претендуют» чужеродные виды.

Таким образом, процесс биологических инвазий имеет иерархическую структуру. Климат является доминирующим фактором на макроуровне, тогда как топографические особенности местности и характер землепользования играют важную роль на мезоуровне, и, наконец, в локальных масштабах почвенные условия, нарушения растительного покрова и биотические взаимодействия играют детерминирующую роль в распространении адвентивных видов. Как результат этой иерархической структуры процесса биологических инвазий пришлые виды обладают различной способностью внедряться в нативные экосистемы своей новой родины. Поэтому с точки зрения сохранения биоразнообразия очень важно своевременно выделить из пула адвентиков виды, которые обладают способностью внедряться в малонарушенные и ненарушенные экосистемы.

Материал и методы исследований

Регионом исследований является район Большого Сочи, простирающийся от реки Магри – на северо-западе и до реки Псоу – на юго-востоке, на границе с Абхазией. В ходе проведения полевых исследований фиксировали места произрастания чужеродных видов растений, а также их приуроченность к населённым пунктам, дорогам, ЛЭП (антропогенная нарушенность территории), а также водотокам и вывалам деревьев (естественная нарушенность территории).

Помимо этого, при моделировании пространственного распределения использовали географические координаты мест произрастания особей исследуемых видов, представленные на сайте глобального информационного фонда по биоразнообразию (www.gbif.org) и картографической системы веб-документирования распространения инвазивных видов (www.eddmaps.org).

Для классификации адвентивных видов по степени натурализации был введён термин «инвазионная валентность», в основе которого лежит классификация Шредера (1969), согласно которой все иноземные виды подразделяются на 4 группы: эфемерофиты, колонофиты, эпектофиты и агрофиты. Нами была

расширена существующая классификация Шредера, в частности колонофиты были подразделены на две группы в зависимости от способности растений размножаться без участия человека, а агрофиты на группы адвентиков, отличающихся способностью произрастать в антропогенно ненарушенных экосистемах [Егошин, 2018] (табл. 1).

Моделирование пространственного распределения наиболее опасных адвентивных видов (инвазионная валентность 3–6) проводили в среде MaxEnt методом максимальной энтропии. При этом в качестве источника предикторных переменных использовали биоклиматические растры Worldclim (табл. 2)

Растровые слои, характеризующие естественную и антропогенную нарушенность ландшафтов (населённые пункты, дороги, реки) получали с помощью инструмента Евклидово расстояние (Euclidean distance) в среде ArcGIS. В результате были получены растры, каждая ячейка которых содержит данные об удалённости каждой точки пространства от рек, дорог и населённых пунктов (рис. 1).

Результаты моделирования были представлены в виде растровых картографических изображений, каждая ячейка которых (в нашем случае площадь ячейки составляла 1 км²) содержит вероятностную оценку пригодности биоклиматических условий местности требованиям вида. Далее проводили дискретную классификацию полученного растра. Для этого в качестве порогового значения использовали 10-й про-



Рис. 1. Удалённость точек пространства от водотоков, полученная с помощью инструмента Euclidean distance

Таблица 1 – Классификация адвентивных видов по степени инвазионной валентности (ИВ)

Инвазионная валентность	Определение	Классификация по Shroeder, 1969
1	встречаются в местах заноса не более двух вегетационных сезонов, а затем исчезают без должного агротехнического ухода	Эфемерофиты
2	произрастают в местах заноса, но не размножаются без участия человека (растения парков)	-
3	произрастают в местах заноса продолжительное время, размножаются, но не покидают места заноса	Колонофиты
4	успешно распространяются в антропогенно нарушенных экосистемах (дороги, ЛЭП и т. д.)	Эпекофиты
5	способны внедряться не только в антропогенно нарушенные, но и в естественно нарушенные экосистемы (реки, вывалы деревьев)	-
6	натурализуются в естественных экосистемах, не нарушенных антропогенной деятельностью.	Агриофиты



Таблица 2 – Биоклиматические переменные BIOCLIM

Код	Биоклиматический параметр
BIO1	Средняя годовая температура
BIO2	Средняя суточная амплитуда температуры
BIO3	Изотермичность (BIO1/BIO7) * 100
BIO4	Стандартное отклонение температур
BIO5	Максимальная температура самого тёплого месяца года
BIO6	Минимальная температура самого холодного месяца года
BIO7	Годовая амплитуда температуры (BIO5-BIO6)
BIO8	Средняя температура самой влажной четверти года
BIO9	Средняя температура самой сухой четверти года
BIO10	Средняя температура самой тёплой четверти года
BIO11	Средняя температура самой холодной четверти года
BIO12	Годовая сумма осадков
BIO13	Сумма осадков в самом влажном месяце года
BIO14	Сумма осадков в самом сухом месяце года
BIO15	Коэффициент вариации осадков
BIO16	Сумма осадков во влажной четверти года
BIO17	Сумма осадков в сухой четверти года
BIO18	Сумма осадков в самой тёплой четверти года
BIO19	Сумма осадков в самой холодной четверти года

центиль. Значения ниже 10 процентиля считали, как неудовлетворяющие экологическим требованиям видов.

На следующем этапе умножали значения ячеек полученных растров пригодности биоклиматических условий местности требованиям вида на видовые значения инвазионной валентности и далее суммировали между собой все растры с помощью «растрового калькулятора» в среде ArcGIS. В результате получили итоговое растровое изображение, каждый квадратный километр которого содержит бальную оценку потенциальной инвазионной опасности. Далее, используя алгоритм естественных границ Дженкса, разделили территорию Большого Сочи на 5 районов:

1. Район с крайне низким уровнем потенциальной инвазионной опасности (от 0 до 40 баллов).
2. Район с низким уровнем потенциальной инвазионной опасности (от 41 до 100 баллов).
3. Район со средним уровнем потенциальной инвазионной опасности (от 101 до 150 баллов).
4. Район с повышенным уровнем потенциальной инвазионной опасности (от 151 до 180 баллов).

5. Район с высоким уровнем потенциальной инвазионной опасности (от 181 баллов и выше).

Результаты и обсуждение

Подробный обзор флоры Российского Причерноморья приведён в работах [Солодько, 2002; Тимухин, 2006; Зернов, 2013], в том числе и её адвентивного компонента (Тимухин И. Н., Туниев Б. С., 2010; Tuniyev B. S., Timukhin I. N., 2017).

Общее количество преднамеренно и непреднамеренно интродуцированных видов на юге Российского Причерноморья превышает 2000. Львиная доля из них произрастает на улицах населённых пунктов, приусадебных участках, в парках и ботанических садах, не внедряясь в естественные экосистемы. В настоящей работе внимание уделено группе растений, которая обладает чётко выраженной способностью внедряться в естественные экосистемы различной степени нарушенности. Эти виды были отнесены к категории адвентивных.

Понятие «адвентивный вид» в некоторой степени является субъективным, особенно для Кавказа, который является мостом между Азией и Европой и имеет древнюю историю интродукции многих видов живых организмов. Не удивительно, что у многих авторов в списке адвентиков фигурируют сельскохозяйственные культуры [Зернов, 2013], включая такой древний интродуцент, как *Ficus carica* L. [Акатов, 2012].

Опираясь на существующую терминологию [Виноградова, 2010, Pysek et al., 2004] под адвентивным компонентом флоры мы будем понимать совокупность видов растений не свойственных местной флоре, присутствие которых в экосистемах разной степени нарушенности прямо или косвенно связано с деятельностью человека, т. е. не является результатом естественного флорогенеза.

Согласно таблице 3, наибольшую угрозу для ООПТ юга Российского Причерноморья представляют растения, имеющие инвазионную валентность 3–6. Общее количество таких видов составляет 182 (Приложение А). Они относятся к 53 семействам. Спектр семейств по числу адвентивных видов выглядит следующим образом: Асегасеае (2), Амарантасеае (11), Амарыллидасеае (1), Анакардиасеае (1), Апиасеае (4), Арекасеае (1), Асклепиадасеа (1), Астерасеае (30), Берберидасеае (1), Бигнониасеае (3), Боражинасеае (2), Брассикасеае (4), Буддлеясеае (1), Каприфолиасеае (2), Caryophyllaceae (2), Commelinaceae (1), Convolvulaceae (2), Coriariaceae (1), Crassulaceae (1), Cupressaceae (3), Сурепасеае (4), Elaeagnaceae (3), Euphorbiaceae (6), Fabaceae (9), Haloragaceae (1), Намамелидасеае (1), Hydrangeaceae (2), Hydrocharitaceae (2), Juglandaceae (3), Juncaceae (1), Lamiaceae (2), Lauraceae (1), Liliaceae (1), Malvaceae (1), Морасеае (2), Nyctaginaceae (1), Oleaceae (2), Onagraceae (2), Onagraceae (2), Oxalidaceae (4), Papaveraceae (1), Phytolaccaceae (1), Pinaceae (6), Pittosporaceae (1), Platanaceae (1), Роасеае (33), Primulaceae (1), Rosales (4), Salicaceae (1), Simaroubaceae (1), Solanaceae (4), Verbenaceae (3), Vitaceae (2).

Наиболее богаты адвентивными видами семейства Amaranthaceae, Asteraceae и Роасеае. На их долю приходится 41 % всех адвентивных видов региона. При этом биоморфологическая структура видов, входящих в вышеприведённые семейства, следующая: фанерофиты – 57, гемикриптофиты – 23, криптофиты – 15, терафиты – 87, хамефиты – 1, а гигроморфическая структура выглядит следующим образом: мезоксерофиты – 7, ксеромезофиты – 49, мезофиты – 94, гигромезофиты – 24, мезогигрофиты – 2, гигрофиты – 6.

По способу распространения большинство рассматриваемых адвентивных видов являются автохорами (96). Остальные виды принадлежат к анемохорам (49), зоохорам (35) и гидрохорам (2). При этом по способу заноса 84 вида являются ксенофитами, 25 – ксеноэргазиофитами и 73 – эргазиофитами. По времени заноса большинство видов является неофитами (153). На долю археофитов приходится 29 видов.

Родиной 74 видов является Северная и Центральная Америка, 59 видов являются пришлыми из Азии (Восточная Азия – 34 вида, Юго-Восточная Азия – 9, Япония – 6, Передняя Азия – 6, Центральная Азия – 3, Южная Азия – 1), 20 видов родом из Средиземноморья. Из Южной Америки успешно натурализовалось на юге Российского Причерноморья 17 видов, из Европы – 9, Африки – 2, Новой Зеландии – 1 вид.

Согласно результатам моделирования пространственного распределения рассматриваемых видов, биоклиматические условия изучаемого района наиболее комфортны только для 74 видов. Каждый из этих видов имеет свои особенности пространственного распределения. По расположению и разорванности территории, потенциально пригодной для произрастания можно выделить следующие группы адвентивных видов.

1. Виды, для произрастания которых наиболее пригодны биоклиматические условия приморской части территории (рис. 2 и 3). Такое пространственное распределение характерно для видов: *Paspalum dilatatum* Poir., *Abutilon theophrasti* Medikus, *Commelina communis* L., *Conyza bonariensis* (L.) Cronqist, *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton, *Oxalis corniculata* L., *Catalpa ovata* G. Don., *Catalpa bignonioides* Walter, *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H. Wendl. При этом для некоторых видов потенциально более пригодная территория простирается на значительное расстояние от берега моря (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Phytolacca americana* L., *Rosa multiflora* Thunb., *Bidens frondosa* L., *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult., *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Acer negundo* L., *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Solanum nigrum* L. и т. д.) (рис. 4 и 5).
2. Виды, для которых территория, имеющая наиболее благоприятные биоклиматические условия для произрастания, несколько удалена от берега моря (*Amaranthus retroflexus* L., *Buddleja davidii* Franch., *Galinsoga parviflora* Cav., *Hemerocallis fulva* L., *Oenothera biennis* L., *Oxalis stricta* L., *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. и т. д.) (рис. 6 и 7).

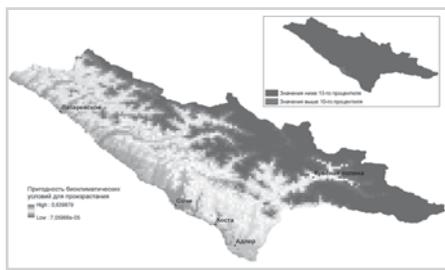


Рис. 2. Пригодность биоклиматических условий для произрастания *Paspalum dilatatum* Poir.

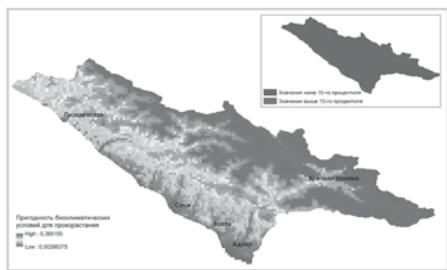


Рис. 3. Пригодность биоклиматических условий для произрастания *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton

3. Виды, пространственное распределение которых, согласно результатам моделирования, носит дизъюнктивный характер (*Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav., *Microstegium japonicum* (Miq.) Koidz., *Muhlenbergia schreberi* J. F. Gmel., *Euphorbia humifusa* Willd., *Physalis philadelphica* Lam. и т. д.) (рис. 8 и 9).

Биоклиматические условия долин рек, как правило, наиболее комфортны для большинства адвентивных видов.

Результаты пространственного моделирования показывают, что для некоторых видов (*Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Sporobolus fertilis* (Steud.) Clayton. и т. д.) биоклиматические условия региона не соответствуют биологическим требованиям видов, хотя в действительности рядом авторов (Зернов, 2013; Tuniyev, Timukhin I.N, 2017) зафиксировано присутствие этих видов в южной части изучаемого региона.

Фактическое пространственное распределение некоторых адвентивных видов, может отличаться от такового, полученного в результате моделирования, что может быть вызвано следующими причинами:

- недостаточное количество точек наблюдений в регионе исследований;
- генетические изменения в популяциях чужеродных видов (ускоренная микроэволюция генетических признаков, связанных с давлением естественного отбора в новых условиях среды) (Виноградова, 2010);
- весомый вклад в распространение вида вносят биотические (отсутствие конкуренции, естественных врагов) и эдафические факторы (химические, механические свойства почв).

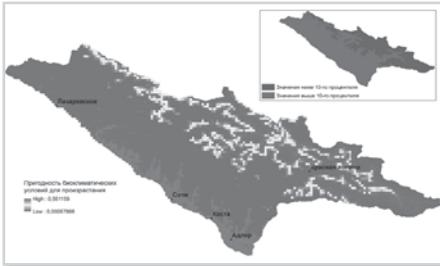


Рис. 4. Пригодность биоклиматических условий для произрастания *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle

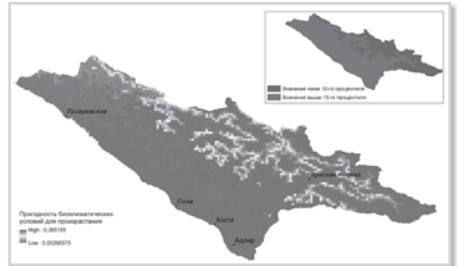


Рис. 5. Пригодность биоклиматических условий для произрастания *Phytolacca americana* L.

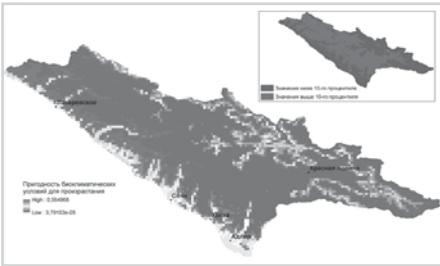


Рис. 6. Пригодность биоклиматических условий для произрастания *Buddleja davidii* Franch.

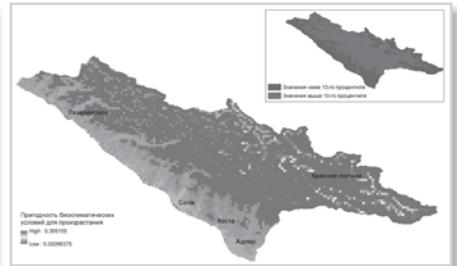


Рис. 7. Пригодность биоклиматических условий для произрастания *Hemerocallis fulva* L.

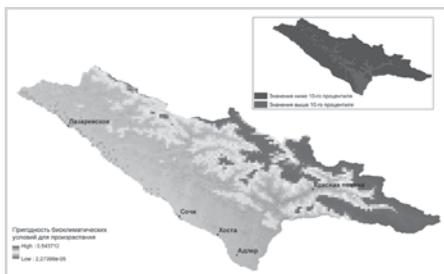


Рис. 8. Пригодность биоклиматических условий для произрастания *Microstegium vimineum* (Trin.) A. Camus

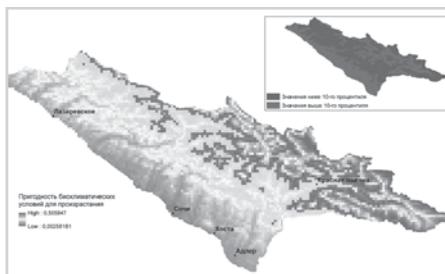


Рис. 9. Пригодность биоклиматических условий для произрастания *Physalis philadelphica* Lam.

Результат суммирования растровых изображений, характеризующих пригодность биоклиматических условий для произрастания наиболее агрессивных адвентивных видов представлен на рисунке 10.

Районирование, проведённое с учётом потенциальной биоклиматической комфортности территории для произрастания адвентивных видов, а также их инвазионной валентности приведено на рисунке 11.

Наиболее благоприятными для проникновения чужеродных видов являются долины рек, особенно таких крупных, как Мзымта и Шахе. Результаты моделирования показывают, что биоклиматические условия долин этих рек комфортны для большинства анализируемых адвентивных видов вплоть до высот 700 метров (р. Шахе) и 800 метров (р. Мзымта) над уровнем моря.

Площадь потенциально самого инвазионно-опасного района Большого Сочи составляет 1222,2 км², большая часть которого находится в границах Сочинского национального парка (таб. 3). На него приходится почти половина территории национального парка.

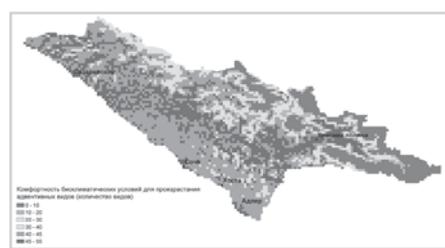


Рис. 10. Пригодность биоклиматических условий для произрастания наиболее опасных адвентивных видов

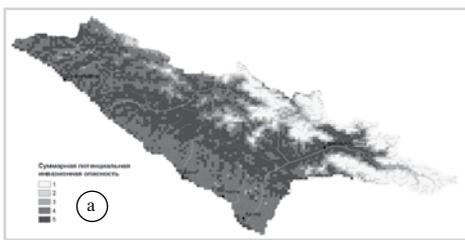


Рис. 11. Районирование территории Большого Сочи (а) и Сочинского национального парка (б) по степени инвазионной опасности.

Заключение

Общее количество адвентивных видов, обладающих способностью внедряться в экосистемы разной степени нарушенности, составляет 182. Они относятся к 53 семействам.

Наиболее богаты адвентивными видами семейства *Amaranthaceae*, *Asteraceae* и *Roaceae*. На их долю приходится 41 % всех адвентивных видов региона. При этом 31 % из них являются фанерофитами. Среди гигроморф чужеродных видов преобладают мезофиты (52 %). По способу распространения большинство пришлых видов является автохорами (53 %), а по способу заноса ксенофитами (64 %). На долю неофитов приходится 84 % всех изучаемых видов. Родиной 41 % всех адвентивных видов региона является Новый Свет.

Число наиболее агрессивных чужеродных видов на юге Российского Причерноморья составляет 28. При этом 46 % из них относится к семейству *Asteraceae*, 50 % видов являются мезофитами. По способу заноса 68 % видов самых агрессивных адвентивных видов региона являются ксенофитами, а по времени заноса – 79 % неофитами.

Согласно результатам пространственного моделирования биоклиматические условия района исследований наиболее комфортны для произрастания 74 адвентивных видов растений.

Биоклиматические условия низкотермальной зоны рельефа изучаемого района, преимущественно долин рек, вплоть до высот 700 метров над уровнем моря, комфортны для большинства анализируемых видов.

Площадь потенциально самого инвазионно-опасного района Большого Сочи составляет 1222.2 км², большая часть которого находится в границах Сочинского национального парка. На него приходится почти половина территории ООПТ.

Литература

- Акатов В. В., Акатова Т. В., Шадже А. Е. Видовое богатство древесного и кустарникового ярусов прирусловых лесов Западного Кавказа с доминированием иноземных видов / Экология. № 4. 2012. С. 276–283
- Василевич В. И. 1991. Доминанты в растительном покрове // Бот. Журн., Т. 76. № 12. 1991. С. 1674–1681.
- Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Чёрная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М. ГЕОС. 2010. 512 с.
- Егошин А. В. Адвентивный компонент флоры юга Российского Причерноморья. Моделирование пространственного распределения адвентивных видов, на примере, *Paulownia*

Таблица 3 – Районы потенциальной инвазионной опасности Большого Сочи и Сочинского национального парка

Район	Большой Сочи		Сочинский национальный парк	
	Площадь, км ²	% от площади территории	Площадь, км ²	% от площади территории
1	470.9	13.7	99.4	4.8
2	222.8	6.5	71.7	3.5
3	287.1	8.3	146.8	7.2
4	1237.7	36.0	758.3	37.0
5	1222.2	35.5	976.0	47.5

- tomentosa // Сочинскому национальному парку – 35 лет. Труды Сочинского национального парка. Выпуск 12. – Сочи: Типография «Оптима» (ИП Кривлякин С. П.). 2018. 491 с.
5. Зернов А. С. 2013. Иллюстрированная флора юга Российского Причерноморья. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 588с.
 6. Солодько А. С. Флора Сочинского Причерноморья. Сочи. 2002. 65 с.
 7. Тимухин И. Н., Туниев Б. С. Современное распространение инвазивных видов сосудистых растений на территории Сочинского национального парка // Изучение флоры Кавказа. Пятигорск. 2010. С. 106–107.
 8. Elton C. S. The ecology of invasions by animals and plants // Methuen. London. 1958. 181 p.
 9. Chytrý M., Maskell L. C., Pyšek P. Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe // Journal of Applied Ecology. № 45. 2008. p. 448–458.
 10. Gassmann A. Europe as a source of biological control agents of exotic invasive weeds: status and implications // Bull. Soc. Entomol. Suisse Vol. 68. N3–4. 1995. P. 313–322.
 11. Goodman D. Theory of diversity–stability relationships in ecology // Quarterly Review of Biology. № 50. 1975. P. 237–266.
 12. Hulme Ph.E., Hester R. E. Biological invasions in Europe: drivers, pressures, states, impacts and responses // Biodiversity under threat. Cambridge: Royal Soc. Chem. 2007. P. 56–78.
 13. Pimm S. L. structure of food webs // Theoretical Population Biology. № 16. 1979. P. 144–158.
 14. Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G. L., Williamson M., Kirschner J. 2004. Alien plant in checklist and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists // Taxon, Vol. 53. № 1. P. 131–143.
 15. Tuniyev B. S., Timukhin I. N. 2017. Species composition and comparative-historical aspects of expansion of alien species of vascular plants on the Sochi Black Sea Coast (Russia). Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2(4). P. 2–25.
 16. Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G. L., Williamson M., Kirschner J. Alien plant in checklist and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists // Taxon, Vol. 53. № 1. 2004. P. 131–143.

СОЗДАНИЕ КАРТ ЭЛЕМЕНТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОХОТНИЧЬИХ РЕСУРСОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА «СНЕЖИНСКИЙ» НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

¹ М. В. Цыдытова, ¹ О. Н. Раднаева,
² А. Г. Халтаева, ² К. А. Сушкин, ² Р. Р. Хертуев

¹ Бурятский филиал ФГБУ «Рослесинфорг», *esovie@mail.ru*
² ФГБУ ВО «Бурятский государственный университет им. Д. Банзарова»,
zsk-446@list.ru, г. Улан-Удэ, Россия

На территории России сохранились крупнейшие в мире участки территорий с малонарушенными природными ландшафтами, которые занимают 60–65 % площади страны, которые являются благоприятными территориями для сохранения охотничьих угодий и ведения охотхозяйственной деятельности [1]. В целях организации и осуществления сохранения и использования охотничьих ресурсов и среды их обитания, за исключением охотничьих ресурсов, находящихся на особо охраняемых природных территориях федерального значения, необходимо создание Схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории субъекта Российской Федерации (далее – Схема) [2]. Согласно Приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 31.08.2010 № 335 Схема должна содержать картографический материал, содержащий графическое отображение и данные о площадях категорий и классов элементов среды обитания охотничьих ресурсов [3].

Согласно методике, приведенной в Приказе Минприроды России от 31.08.2010 № 335 определены элементы среды обитания охотничьих ресурсов, подлежащие комплексной оценке (бонитировке). Минимальным по площади элементом среды обитания согласно вышеупомянутому приказу является класс.

Государственный природный биологический заказник «Снежинский» является самым крупным в Бурятии заказником, расположен в северо-восточной части Закаменского района и занимает обширную водосборную территорию реки Снежной в центральной части хребта Хамар-Дабан. Определение структуры, состава и площади элементов среды обитания охотничьих ресурсов Снежинского заказника выполнено в соответствии с положениями приказа Минприроды России от 31.08.2010 № 335. Геоинформационное картографирование элементов среды обитания охотничьих ресурсов проводилось на основе данных дистанционного зондирования Земли (далее–ДЗЗ) 2018 года с разрешением 10 м/ пиксель (со спутника Sentinel-2В), данных государственной инвентаризации лесов Республики Бурятия, схем развития и размещения особо охраняемых природных территорий, картографических материалов и литературных источников.

Векторный слой границ классов элементов среды обитания охотничьих ресурсов Снежинского заказника создавался на основе картографической цифровой основы государственной инвентаризации лесов (далее – ГИЛ) Баянгольского и Цаган-моринского участковых лесничеств Закаменского лесничества Республи-

ки Бурятия. Цифровая основа включает такие характеристики лесов как номер квартала, номер выдела, площадь выдела, преобладающая порода, возраст, класс бонитета, запас древесины, наименование категории земель в соответствии с Лесным кодексом РФ и др. (рис. 1).

Картографирование классов элементов среды обитания охотничьих ресурсов, относящихся к таким категориям среды обитания охотничьих ресурсов, как леса, болота, лугово-степные комплексы, пустыни и камни, сельхозугодья, преобразованные и поврежденные участки проводилось на основании имеющихся таксационных данных ГИЛ о преобладающей породе, возрасте лесов, типе леса, типе лесорастительных условий, наименовании категории земель в соответствии с Лесным кодексом РФ.

Границы классов таких категорий элементов среды обитания охотничьих ресурсов, как тундры, альпийские луга, пойменные и береговые комплексы, пустыни и камни, преобразованные и поврежденные участки, определялись на основе анализа топографических и других тематических карт, данных ДЗЗ и литературных источников.

На основании проведенного исследования составлена карта классов элементов среды обитания охотничьих ресурсов Снежинского заказника (рис. 2).

Созданная карта стала основой для расчёта площадей и качественной оценки элементов среды обитания по видам охотничьих ресурсов в Снежинском заказнике, а также для создания картографических материалов, вошедших в состав Схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Республики Бурятия.

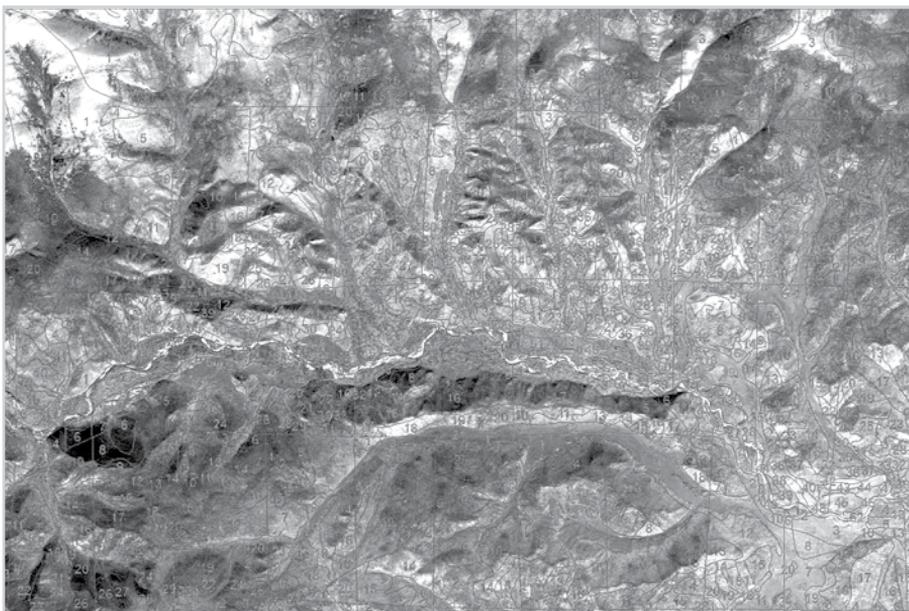


Рис. 1 Пример наложения цифровой основы ГИЛ на космический снимок со спутника Sentinel-2B



Рис. 2 Карта элементов среды обитания охотничьих ресурсов на территории Государственного биологического заказника «Снежинский»

Литература

1. Концепция развития и научного обеспечения охотничьего хозяйства России [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.sevin.ru/bioresrus/classification/hunting_animals/conception.html (Дата обращения 20.04.2019 г.).
2. Федеральный закон от 24 июля 2009 г. N209-ФЗ "Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89923/ (Дата обращения 20.04.2019 г.).
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 31.08.2010 № 335 «Об утверждении порядка составления схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории субъекта Российской Федерации, а также требований к ее составу и структуре» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_105563/ (Дата обращения 20.04.2019 г.).

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ «НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА НАРОЧАНСКИЙ» СРЕДСТВАМИ ГИС

Е. А. Янушкевич

*Белорусский государственный университет, факультет географии
и геоинформатики, г. Минск, Беларусь*

Современный этап развития общества характеризуется усилением взаимодействия человека и природы. Являясь ее частью и осуществляя природопользование, человек организует и постоянно изменяет природные образования, стремясь к оптимальному функционированию своих пространственных структур жизнеобеспечения. Это приводит к значительным пространственно-временным изменениям природных объектов и их комплексов, вызывающим определенные последствия.

Целью настоящей работы является изучение динамики пространственных объектов национального парка (НП) «Нарочанский» средствами ГИС. Объектами исследования выступают: водоемы и водотоки НП, лесная растительность.

Исходными данными для исследования послужили: топографическая карта анализируемой территории 1930 года и топографическая карта 1983 года. Масштаб карт 1: 100 000. Современное состояние пространственных объектов оценивалось на основе данных OpenStreetMap (OSM) [1]. Изучение динамики пространственных объектов НП «Нарочанский» осуществлялось в среде ГИС QGIS3.0 и ArcGIS10.3. и включало несколько этапов: векторизацию исходных картографических материалов, ГИС-анализ, визуализацию и сравнительный анализ полученных результатов.

В результате оцифровки исходных топокарт были получены два набора векторных данных, содержащих информацию о водоемах, водотоках и лесной растительности НП «Нарочанский» за 1930 г и 1983 г. Современное состояние (2018 г.) географических объектов национального парка отражают векторные данные OSM (рисунок 1).

Обработка полученных данных включала вычисление длин водотоков, площадей водоемов и лесной растительности, выполнение оверлейных операций (наложения, симметричной разности и др.). В результате анализа выявлены следующие закономерности в структуре и динамике пространственных объектов НП «Нарочанский».

В 1930 г. доля лесной растительности в структуре земельного фонда составила 33,3 %. К 1983 году показатель увеличился до 43,5 %. Процесс восстановления лесов является довольно продолжительным, поэтому его нужно рассматривать как результат работ, проведенных ранее. Необходимость лесопосадок объясняется деградацией земель из-за интенсивной их распашки, вывозом из оборота малопродуктивных площадей. Затем после распада СССР, наблюдается резкое увеличение доли сельскохозяйственных земель и уменьшение лесных. Однако к 2018 году процент лесных земель постепенно повышается и достигает 42,6 %. Последнее может быть связано с изменениями в учете земель, к лесным землям стали относиться кустарники, что и повлияло на изменение площади лесной растительности.

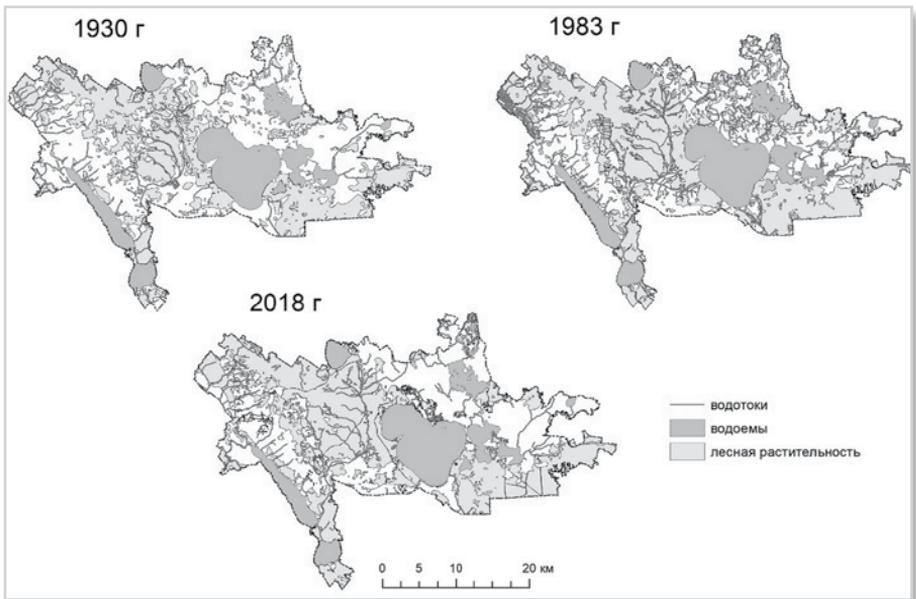


Рисунок 1. Картограммы Национального парка “Нарочанский” (1930,1983,2018 гг.)

За анализируемый период выявлены значительные изменения в состоянии водотоков национального парка. Максимальное значение суммы длин водотоков отмечается в 1983 году и составляет 674,7 км. Данный факт объясняется тем, что по сравнению с 1930 г. появляется новый тип гидрологических объектов – мелиоративные каналы. К 2018 г. многие каналы заросли и высохли так как перестали поддерживаться в работоспособном состоянии. Сумма длин водотоков в 2018 г. составила 382,2 км.

Так же, была рассчитана густота речной сети национального парка для каждого из анализируемых годов. В 2018 году данный коэффициент составлял 0,40 км/км², в 1983 г. – 0,70 км/км², в 1930 г. – 0,35 км/км². В целом для Беларуси данный коэффициент равен 0,44 км/км².

Земли, занятые водоемами, не имеют четко выраженной динамики. В течение всего рассматриваемого периода они занимают около 17 % в структуре земельного фонда.

Геоинформационные технологии выступают эффективным инструментом выявления пространственно-временной динамики географических объектов, позволяют интегрировать в едином проекте разнородные данные, оперировать с большими объемами пространственных и атрибутивных данных, анализировать их, качественно и количественно оценивать произошедшие изменения.

Литература

1. OpenStreetMap [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://openstreetmap.by/> [Электронный ресурс] Дата доступа: 09.01.2019.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭО КАСС

¹В. С. Люштык, ²В. А. Синач, ²О. А. Семенов

¹ГПУ "Национальный парк "Нарочанский",
²УП "Геоинформационные системы" НАН Беларуси

Выбранная государственным природоохранным учреждением "Национальный парк "Нарочанский" (ГПУ "НП "Нарочанский") более десяти лет тому назад стратегия координации и сотрудничества с ведущими научными и научно-практическими учреждениями Беларуси и России позволила успешно решать задачи инвентаризации биологического разнообразия и генетического фонда растительного и животного мира, преодолевать насущные экологические проблемы региона, развивать экскурсионно-туристический потенциал особо охраняемой природной территории (ООПТ) и др.

Однако, со временем понимая необходимость дальнейшего наращивания возможностей управления по основным направлениям деятельности ООПТ и обладая навыками применения с этой целью геоинформационной системы (ГИС) национального парка, – ГПУ "НП "Нарочанский" совместно с УП "Геоинформационные системы" НАН Беларуси предложили предпринять шаги по организации единого информационного пространства с использованием ГИС-технологий для основных ООПТ Беларуси и, кроме этого, возможности пользоваться элементами этого инфпространства заинтересованным научным учреждениям, ВУзам, органам государственного управления, общественным организациям. Это предложение было одобрено в необходимых инстанциях и профинансировано в 2015–2019 годах в рамках реализации Государственной программы (вначале "... развития ООПТ Беларуси", а затем – "Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов") на 2016–2020 годы в задании "Создание экспериментального образца комплексной автоматизированно-справочной системы (ЭО КАСС) на базе действующей геоинформационной системы Березинского биосферного заповедника и национальных парков с использованием информации с аппаратов космического базирования и других средств".

Уже на этапе разработки технико-экономического обоснования было ясно, что будущей системе необходимо обеспечить "комфортные" возможности приема, хранения, обмена и предоставления комплексной справочной информации и географических данных о территориях ООПТ, значимых природных объектах и представителях биологического разнообразия, качестве окружающей среды с возможностью решения прикладных задач в интересах всех пяти государственных природоохранных учреждений; разной степени сложности моделирования процессов, направленных на устойчивость экосистем и сохранность природных комплексов и объектов и другое, – что в результате позволило бы пользователям получать комплекс географической и статистической информации в заданных масштабе и времени на любой участок исследованной территории.

При реализации проекта были, соответственно, глубоко проработаны, а затем реализованы структуры картографической и атрибутивной баз данных по компонентам и элементам природно-территориальных комплексов, инфра-структуре, земле-, лесо- и другим видам пользования на ООПТ в едином подходе к ведению баз данных (БД, БГД) на платформе PostgreSQL системы управления

этими базами (СУБД). Это, в свою очередь, позволило на базе ГИС ГПУ "НП "Нарочанский" успешно апробировать в 2016–18 гг. решения ряда направлений большого перечня задач – географических, ботанических, гидрологических, туристических, лесохозяйственных (особенно успешно – по решению внезапно возникшей серьезной лесопатологической проблемы – риску объемного повреждения сосняков рыжим сосновым пилильщиком и недопущения угрозы формирования очагов массового размножения вредителей), охотоведческих, транспортно-логистических и некоторых других.

Использованный при этом "командный" принцип работы при координирующей роли научного отдела ГПУ «НП "Национальный парк "Нарочанский" (другими словами – тесное взаимодействие с коллегами из структурных подразделений Национальной академии наук Беларуси, Белорусского государственного и технологического (БГУ и БГТУ) университетов, научно-производственных учреждений) – позволил с использованием высокопрофессиональных научных кадров и проверенных научных методик, а также новых отработываемых методов исследования получить пространственные и атрибутивные данные высокого качества для создания БГД, которые в дальнейшем могут быть применены для моделирования различных процессов, например, оценки различных гидроэкологических режимов на основе анализа современного экологического состояния водоемов парка с учетом углубленного изучения зарастания высшей водной растительностью", или оценки современного состояния озерно-бассейновых систем Нарочанского региона с применением созданного комплекса средств оценки состояния водоемов и водосборов с использованием информации с аппаратов космического базирования и других средств ДЗЗ"; моделирование оптимизации территориального развития и корректировки функционального зонирования ООПТ на основе новых подходов в выполненных геоботанических исследованиях.

Соответственно, ближайшие перспективы практически разработанного ЭО КАСС – это совершенствование навыков, в первую очередь, сотрудников научных отделов белорусских государственных природоохранных учреждений и других заинтересованных в отработке современных методов получения и обработки информации по основным направлениям деятельности на ООПТ и в дальнейшем использования обработанной комплексной информации для нужд своих учреждений в целях повышения эффективности управления ООПТ, а также предоставления запрашиваемых данных различным потребителям.

Срок активной эксплуатации ЭО КАСС – 3 года (до декабря 2020 года).



РАЗДЕЛ 2

ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ



ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СУКЦЕССИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА ВАЛДАЙСКИЙ

В. А. Горяинова

*Федеральное государственное бюджетное учреждение» Национальный парк
«Валдайский», г. Валдай, Россия;
e-mail: salix.caspica@gmail.com*

Национальный парк «Валдайский» создан с целью сохранения природных комплексов и уникальных природных объектов в 1990 году [1]. Территория парка располагается в краевой зоне последних стадий оледенения, на стыке Балтийского и Каспийского бассейнов в приводораздельной части Валдайской возвышенности [2]. Конфигурация Валдайского парка определена принципом включения в его территорию цельных озерных бассейнов Валдайской гряды и верхней части её речных водосборов [4] – оз. Боровно, оз. Валдайское и Ужин, оз. Велье, северная часть водосбора оз. Селигер и верхняя часть водосбора р. Полометь.

Парк находится на границе подзон южной тайги и хвойно-широколиственных лесов. В растительном покрове представлены еловые, сосновые и мелколиственные леса [3].

В данной работе рассматриваются сукцессионные процессы, проходящие в северной части национального парка, расположенной на водосборном бассейне оз. Боровно.

В качестве исходных данных были использованы снимки со спутника Landsat из коллекции TerraLook Collection. Изображения в коллекции предоставлены в формате jpg в комбинации каналов «естественные цвета» за период 1990 г., 2000 г., и 2010 г [5]. Пространственное разрешение снимков 30.2 м на 58.08 м. на пиксель. Для оценки современного распределения растительности на водосборе использован многоспектральный снимок со спутника Sentinel-2В от 24.08.2018 года с пространственным разрешением каналов от 10 до 60 м. Все процедуры по классификации и векторизации спутниковых снимков выполнялись в программах ArcGis 10.3 и QGIS2.14.8.

Для определения сукцессионных изменений за каждые 10 лет необходимо получить схему распространения растительных сообществ на конкретную дату. При классификации было выделено 8 классов:

1. Хвойные леса.
2. Мелколиственные леса.
3. Молодые насаждения мелколиственных лесов.
4. Смешанные леса.
5. Заболоченные или переувлажненные участки леса.
6. Залуженные участки.
7. Селитебные участки.
8. Водные объекты.

Предварительная подготовка снимков состояла в создании маски территории. Для классификации использовался метод неконтролируемой классификации.

Для удаления «шума» проведена операция фильтрации. Следующим этапом стала векторизация изображения, удаление осколочных полигонов и подсчет площади полигонов.

В результате классификации снимков с 1990 по 2018 года для каждого класса получены данные об изменении конфигурации и площади участков. Результаты представлены в таблице 1.

По результатам классификации можно выделить 2 этапа – с 1990 по 2010 гг. и с 2010 по 2018 гг. В эти промежутки произошли наиболее значительные изменения (рисунок 1).

До 1990 годов территория Национального парка входила в состав лесхоза, режим пользования территории предполагал плановые сплошные рубки. С 1990 года, когда был образован Национальный парк, режим пользования территории изменился.

Сплошные рубки прекратились полностью, поэтому стало возможным наблюдать сукцессионные процессы.

По результатам классификации с 1990 по 2010 года в соотношении породного состава древостоя произошли следующие изменения:

1. Увеличение площади хвойного леса.
2. Участки сведенного леса заняли мелколиственные деревья, в основном осина с примесью березы
3. Доля смешанного леса уменьшалась, одновременно с выходом в первый ярус хвойных пород деревьев.

В 2018 году на основе данных спутника Sentinel-2B получена актуальная схема распределения породного состава древостоя. С 2010 по 2018 года отмечены следующие изменения:

1. Участки, ранее бывшие мелколиственным лесом, сменились участками со смешанным лесом.
2. В то же время участки, ранее бывшие смешанным лесом, сменились хвойным лесом.

Пространственное распределение изменений приведено на рисунке 2. Из него следует, что основные изменения происходили в южной части исследуемого участка. Это связано с тем, что там наиболее интенсивно проводились рубки.

Помимо изменений в соотношении породного состава древостоя, изменения произошли и на других участках. Так, например, уменьшилась доля селитебных участков. Что связано с экономическим упадком с 1990-х годов.

Таблица 1 – Изменение площадей участков с 1990 по 2018 г.

№	Наименование биома	1990	2000	2010	2018
1	Озера	2057	2135	1829	2842
2	Селитебные участки	927	863	97	57
3	Залуженные	2396	1883	2086	2414
4	Переувлажненные участки	717	794	526	1283
5	Хвойный лес	4141	5760	6127	6060
6	Смешанный лес	5578	3249	2886	4657
7	Мелколиственный лес	3449	3837	4931	1174
8	Молодые деревья	2603	3346	3386	3378

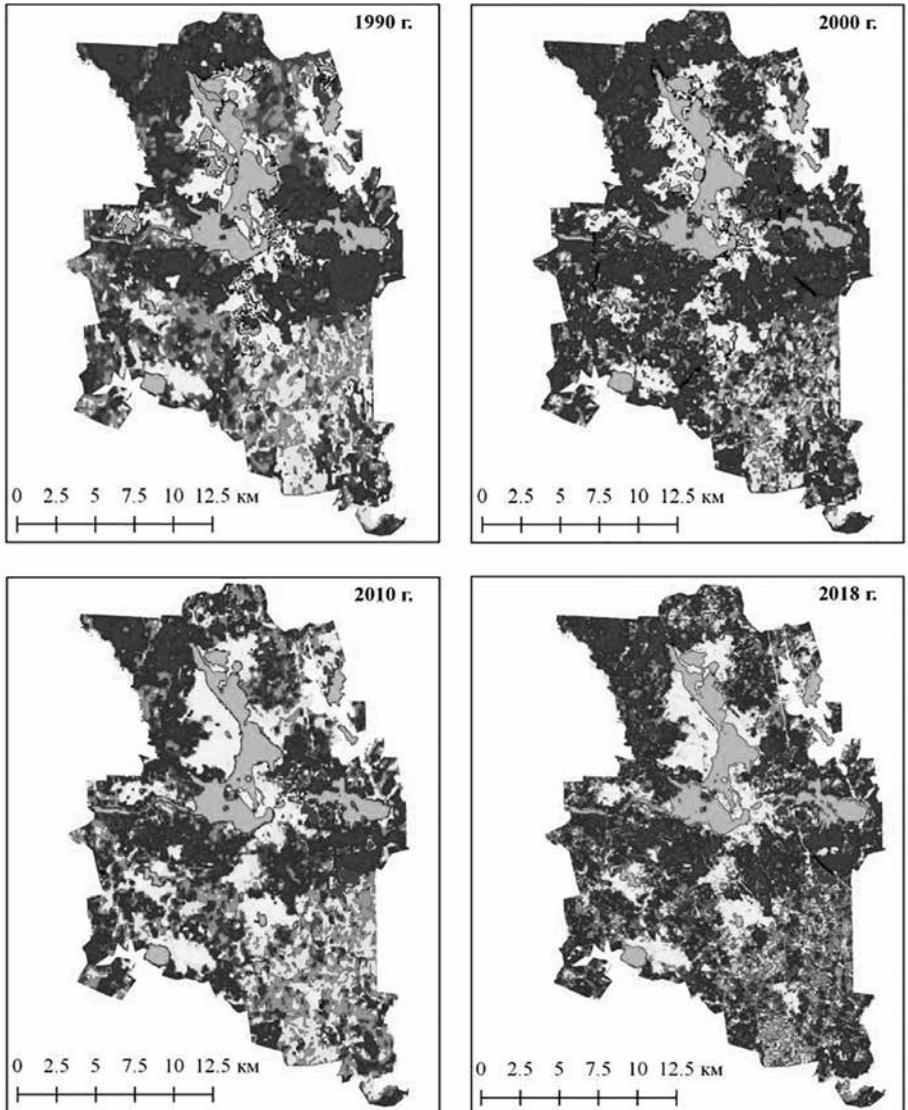


Рисунок 1 – Изменение площади растительных сообществ.

Площадь залуженных участков менялась незначительно, что, предположительно, связывало с низкой долей распаханности изучаемого региона, а также с тем, что участки приурочены в основном к поймам рек, поэтому залуженность является их естественным состоянием. Аналогичная ситуация по водным объектам и по переувлажненным и заболоченным участкам. Отсюда можно сделать

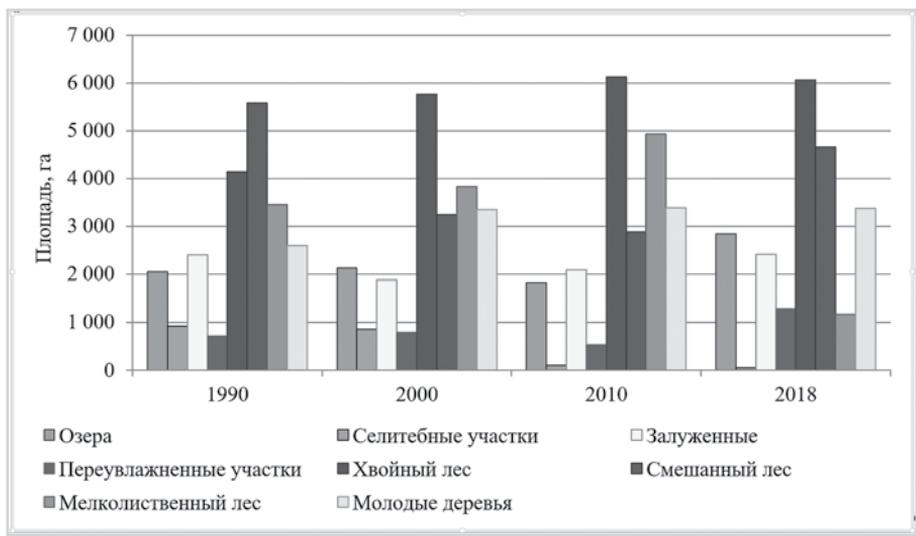


Рисунок 2 – Пространственное распределение растительных сообществ с 1990 по 2018 гг.

вывод, что изменение режима пользования лесными участками не сказалась на гидрологическом режиме территории.

Литература:

1. Приказ от 29 июня 2016 года N376 «Об утверждении Положения о национальном парке Валдайский»
2. Недогарко И. В., Кузнецова Ю. Н., Решетников Ф. Ю. Формирование системы мониторинга озер Национального парка Валдайский / Труды национального парка Валдайский. – СПб, 2010. – вып. 1. – С. 114–131.
3. Моисеев Б. Н., Авдеев А. Н., Исследования лесов Валдая как научная основа создания национального природного парка / Труды национального парка Валдайский. – СПб, 2010. – вып. 1. – С. 49–58.
4. Недогарко И. В. Гидрологическое обоснование границ Валдайского государственного природного национального парка (ВГПНП) / Труды национального парка «Валдайский»: юбил. сб. к 20-летию Валдайского национального парка / ФГУ «Национальный парк «Валдайский». – СПб., 2010. – Вып. 1. – С. 15–31.
5. USGS Global Visualization Viewer, <http://glovis.usgs.gov>

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКОГО ОБЛИКА ШКЛОВСКОГО ГОРОДСКОГО ПАРКА

¹А. А. Грибанов, ²Т. Б. Куратова

*Государственное учреждение образования «Средняя школа № 4 г. Шклова»,
г. Шклов, Беларусь, e-mail: artemsyperstar1@gmail.com*

*Государственное учреждение образования «Средняя школа № 4 г. Шклова»,
г. Шклов, Беларусь, e-mail: nr19872604@yandex.by*

Введение.

Актуальным вопросом на сегодняшний день является геоэкологическое состояние природы. С интенсивным развитием человечества, наблюдается все большее воздействие человека на природу. Быстрыми темпами исчезают виды животных и растений, сокращается их численность. В природе практически не сохранилось естественных природных сообществ, не нарушенных деятельностью человека. За последние пятьдесят лет почти полностью вырублены высоковозрастные леса. Все эти факты служат показателями геоэкологического неблагополучия.

В Шклове находится памятник природы местного значения – Шкловский городской парк, который занесен в реестр охраняемых территорий Могилевской области № 16–76 от 28.11.2002 года площадью 20 га.

Парк является местом обитания многих видов животных и растений (в том числе редких видов и первоцветов). Живая природа играет большую роль в поддержании параметров окружающей среды, жизненно важных для человека: воздушного и водного бассейнов, температурного режима, влажности и т. д. Ценность памятника природы исключительно велика. Но, к сожалению, режим охраны на территории некоторых из них полностью не соблюдается.

Всё это и послужило причиной выполнения исследовательской работы по теме: «Геоэкологический анализ состояния Шкловского городского парка».

Понимая всю значимость парка для жителей нашего города, мы заинтересованы в том, чтобы этот уголок природы, находился в благоприятном, «здоровом» состоянии.

Цель работы: проведение геоэкологического анализа городского парка с применением ГИС-технологий

Исходя из цели работы, вытекают следующие **задачи:**

1. Изучить видовой состав растительности парка.
2. Изучить историю создания и развития городского парка
3. Провести инвентаризацию древесной растительности.
4. Изучить рекреационную нагрузку на данной территории.

Основная часть.

В соответствии с историческими данными парк заложен в конце 18 века (117 лет). Новый парк – парк пейзажного типа периода эклектики, расположен на равнинном рельефе в центральной части города. Памятник садово-паркового искусства. В плане имеет форму прямоугольника, вытянутого вдоль улицы 70 год Великой Перамогі.

В настоящее время городской парк является памятником природы местного значения. Занесен в реестр охраняемых территорий Могилевской области от 28.11.2002 года № 16–76. площадью 20 га.

Сейчас парк используется в качестве городского парка культуры и отдыха. На его территории расположены детский сад, танцплощадка, детская игровая площадка, аттракционы, ЦФОиР с теннисными и хоккейными кортами (2000 г.), стадион на 2,5 тысячи посадочных мест.

Парк имеет большое значение не только для экосистемы города, но и для человека. Леса, парки, скверы являются «фабриками кислорода», которым мы дышим, а зеленые насаждения называют «легкими городов». Известно, что 1 гектар, занятый деревьями и кустарниками, только за 1 час поглощает весь углекислый газ, выделяемый 200 людьми. Каждое дерево в зеленом массиве за год поглощает 30–40 кг. пыли и др. твердых веществ. Одно дерево средней величины за сутки восстанавливает столько свободного кислорода, сколько необходимо для дыхания трех человек.

Деревья очищают воздух от выхлопных газов. Каждое взрослое дерево ежегодно поглощает такой объем отработанных газов автомобилей, который выделяется автомобилем за 25 тысяч км пробега.

Зеленые массивы хорошо снижают шумовое загрязнение. При правильном размещении и подборе соответствующих пород лиственных деревьев их крона поглощает до 1/3 звуковой энергии. Шум на застроенной высокими домами улице, лишенной зеленых насаждений, в 5 раз больше, чем на такой же улице, с рядами деревьев вдоль трасс. Растительность благотворно влияет на микроклимат города.

Зеленые насаждения города выполняют несколько функций: санитарно-гигиеническую, рекреационную, декоративно-художественную [1].

По инициативе А. К. Кривошеина строительство парка началось в 1902–1903 годах в имении Забрамное, приобретенном у помещика Воейкова.

Парк создавал местный садовник Стефан Иванович Малиновский, житель д.Уланово. В течение двух лет он обучался садовому мастерству в Варшаве. С его участием закладывались парки в соседних имениях Дымово и Березовка, владельцами которых были известные люди Турбин Николай Матвеевич, известный полевой археолог и военный, нумизмат, и дворянин Титов Валерьян Александрович, брат владельца известного местечка Староселье.

Усадьба формировалась около Днепра на месте бывлой лесной рощи. Она включала парк (1), большой сад (2), производственную (3) и хозяйственную зоны (4) (рис. 1).

Длинными аллеями парк связывался с садом, бумажной фабрикой, образуя единый комплекс. Парк занимает почти ровную территорию, в плане имеет форму прямоугольника, вытянутого вдоль сада. Центром композиции является Т-образный, сравнительно небольшой, одноэтажный усадебный дом.



Рис. 1 Территориальное деление парка

К парадной части парка с противоположных сторон вели две въездные аллеи. Северная, кленовая аллея, пересекала парк в поперечном направлении, и связывала его с причалом на Днепре. По отношению к ней ориентированы служебные флигеля. Один из них около парадного двора служил кухней и прачечной.

Здесь же два дерева тополя белого фиксировали остановку карет. Во втором флигеле, расположенном на одной оси с первым на окраине парка, останавливались гости, прибывшие в имение водным путем. Южная въездная (липовая) аллея короткая. Она подводит к восточной стороне партера, откуда лучами расходятся парковые аллеи, соединенные боковыми, что образует структурную основу этой части парка. Аллея тополя выводит на боковые аллеи, прямолинейно расположенные вдоль северной и южной границы усадьбы. С южной стороны парк был обсажен формованной изгородью из караганы и обнесен оградой. Вдоль нее идет тополевая аллея. С противоположной стороны парка аллея не сохранилась. Большое число аллей, определяющих композиционное построение парка, составляет его особенность. Аллейная сеть, стрижка деревьев сочетаются с пейзажной планировкой.

Основу композиции западной части парка составляла березовая роща (вырублена в годы Великой Отечественной войны), пересекаемая липовой аллеей. Со стороны сада был огород (теперь стадион), где выращивались спаржа и обычные овощи. По западному периметру парк завершался каштановой аллеей, соединявшей центральную улицу города с бумажной фабрикой.

Насаждения парка составляют в основном местные виды. В солитерных посадках использовались ель колючая, сосна кедровая европейская, сосна черная, клен полевой и др. Последний вид, благодаря отпрыскам, образует значительные заросли его, в центральной части парка. В оранжереях, на клумбах выращивались экзотические растения, завозимые из разных европейских стран, а также из Турции [2,3].

Методика исследования.

Для проведения геоэкологического анализа было необходимо провести полевые работы и камеральную обработку полевых исследований.

Основные этапы исследования:

1. создание приложения для сбора данных;
2. проведение полевых работ по инвентаризации и измерению окружности объектов древесной растительности;
3. сбор данных по посещаемости парка населением города;
4. проведение полевых работ по определению протяженности тропиной сети и ее площади.
5. обработка полученных результатов.

Картографический материал выполнен на лицензионном программном обеспечении, полученном по гранту от компании ESRI GIS при содействии Сообщества природоохранных ГИС Республики Беларусь.

Для удобства нанесения объектов древесной растительности на карту, было создано Веб-приложение на базе платформы [ArcGIS Online](https://www.arcgis.com/).

Мною был выбран шаблон сбора и редактирования данных GeoForm. Это приложение позволяет пользователям вводить данные через форму, а не через всплывающее окно на карте, при этом сохраняются все преимущества работы с Веб-картой и редактируемыми сервисами объектов.

Подходит для полевых исследований и работает на мобильных устройствах с операционной системой Android, Apple iOS.

Для создания приложения использовался GeoForm конструктор, который позволяет создать приложение с заданными параметрами, которые будут соответствовать требованиям, предъявляемым пользователем к данному приложению.

Приложение состоит из двух блоков (рис. 2):

1. заполнение информации по объекту картирования
2. определение местоположения объекта

Для заполнения основной информации по объекту использовались следующие данные:

1. местоположение (широта и долгота)
2. местоположение объекта на территории парка (выбирался вариант из предложенного списка)
3. видовая принадлежность (выбирался из предложенного списка)
4. окружность дерева
5. состояние объекта (выбирался из предложенного списка)

Для определения широты и долготы использовались два варианта их определения:

1. с помощью кнопки «Найди меня», мобильное устройство с помощью GPS определяло местоположение телефона;
2. с помощью кнопки «Задать местоположение» (самостоятельное определение местоположения и клик на карту меткой).

После заполнения формы вся информация отправлялась на веб-карту с помощью кнопки «Отправить информацию». Приложение позволяет сразу просмотреть информацию, которая отправлена на карту [4,5].

Летом, в течение одной недели июня (с 10 по 16) нами проводился подсчёт количества людей, посещающих парк. В эти дни были благоприятные метеоусловия. На данной территории выбрали пять контрольных точек (рис3):

Первая контрольная точка – вход в парк около центрального рынка

Вторая – вход в парк около здания Центра физкультурно-оздоровительной работы с населением

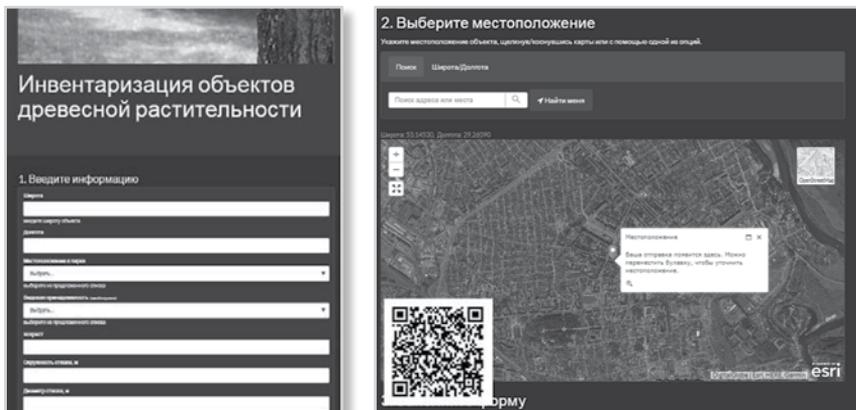


Рис. 2 Веб-приложение для сбора и картирования объектов древесной растительности

Третья – вход в парк около средней школы № 4 г. Шклова

Четвёртая – вход в парк со стороны жилых домов по улице Парковой

Пятая – вход в парк около ясли/сада № 5.

Группа из 20 наблюдателей каждые 3 часа сменяли друг друга. На каждой контрольной точке находился 1 наблюдатель. Считали людей только входящих в парк. График смены наблюдателей:

- 9.00 до 12.00;
- 12.00 до 15.00;
- 15.00 до 18.00;
- 18.00 до 21.00

Количество людей, сосчитанных каждой группой наблюдателей в течение дня, – суммировали.

Методика учёт вытоптанной растительности.

Для этого подсчитали число сильно вытоптаных тропинок без растительности («неофициальных», то есть таких, которые люди протоптали в не предназначенных для этого местах). Площадь каждой тропинки высчитали так. Металлическим метром измеряли их ширину и длину. Длину умножили на ширину. Затем определили их суммарную площадь, т. е. площади всех тропинок сложили. Также на территории парка были выявлены участки, которые имеют разреженную травянистую растительность.

Результаты исследования. Проведя инвентаризацию древесной растительности по ключевым участкам в различных исторических зонах парка (по состоянию на 05.09.2019), обследовано 588 объектов (рис. 4).

На территории парка встречаются следующие виды деревьев: липа сердцевидная, берёза пушистая, тополь серебристый, вяз, клён остролистный, американский клён, дикая яблоня, рябина обыкновенная, дуб черешчатый, сосна (рис. 5).

Большая часть деревьев в парке не имеет признаков ослабления, то есть, в кроне нет сухих веток, кора не повреждена. Но встречаются и ослабленные



Рисунок .3 Контрольные точки



Рисунок 4 Закартированная древесная растительность

деревья, в их кроне есть сухие ветки и незначительные повреждения коры. Средний возраст деревьев 110 лет, минимальный возраст 48 лет (без учета посадки деревьев 2017 года) (рис. 6).

Изучение рекреационной нагрузки и а вытоптанной растительности.

В среднем ежедневно городской парк посещает 464 человека. Наибольшая интенсивность посещения городского парка наблюдается в выходные дни. Предельно допустимая рекреационная нагрузка на благоустроенные объекты озеленения (парки в малых городах) – 50 чел/га [5].

В соответствии с нормативными документами для Шкловского городского парка предельно допустимая нагрузка (с учетом площади) – 1000 чел/га.

По диаграмме (рис. 7) видно, что рекреационная нагрузка на парк в летний период довольно большая, поэтому на некоторых участках наблюдается изменение почвы в результате вытаптывания. Суммарная площадь вытаптывания составляет 425.6 м²

Площадь территории с разреженной растительность – 835,9 м² плюс зеленая зона около школы № 4–1405 м² (футбольное поле, относящиеся к ЦФОР) (рис. 8)



Рисунок 5 – видовой состав древесной растительности

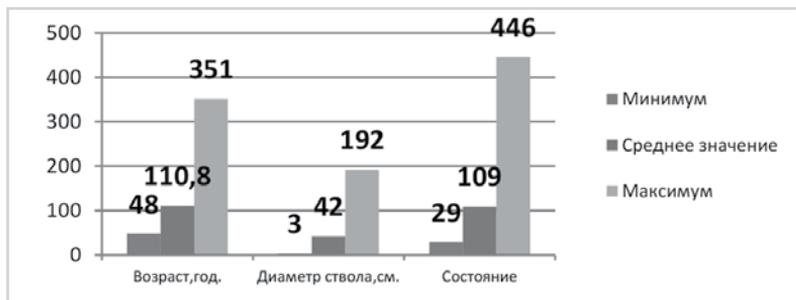


Рисунок 6 Характеристика древесной растительности

Выводы по результатам исследования

По результатам проделанных исследований мы можем сделать следующие выводы:

1. Парк г. Шклова – важный для города ботанический объект. Здесь встречается разнообразный видовой состав растительности. Из древесных пород преобладают клены остролистные и липы сердцелистные. Особую ценность в Шкловском парке имеет 350-летний тополь.
2. Парк испытывает достаточно сильную антропогенную нагрузку. Его территория незначительно, но загрязнена бытовым мусором, наблюдается вытаптывание растительности.
3. Санитарное состояние парка удовлетворительное, так как выпас скота не ведётся, не осуществляется рубка древесно-кустарниковой растительности, но ведётся интенсивный обкос территории, что наносит вред краснокнижным травянистым растениям и первоцветам.
4. Необходимо усилить практическую работу, в том числе учащихся, на территории памятника природы, направленную на обеспечения его охраны и на улучшение экологического состояния.

Заключение.

В оздоровлении окружающей среды города Шклова большое значение имеет растительность городского парка. Среди деревьев преобладают липа сердцевидная, клен остролистный, сосна обыкновенная. Их больше всего. Эти деревья играют важную роль в улучшении воздушной среды города.

Так, липа хорошо очищает воздух от примесей, поглощает вредные выбросы в несколько раз больше, чем другие древесные породы. Сосна выделяет летучие вещества – фитонциды, которые способны умертвить вредные простейшие микроорганизмы за 20–25 минут.

На растительность парка (особенно вдоль дороги по улице 70 год Великой Перемоги) оказывает влияние транспорт. Об этом можно судить по ослабленным деревьям, которые встречаются в парке. Берёза очень сильно страдает от дыма и газов.

Во все времена года жители города посещают парк. Здесь отдыхают, занимаются спортом, одним словом, парк имеет большое реакционное назначение. Рекреационная нагрузка на парк особенно высока в летний период. В это время года число посе-



Рисунок 7 Динамика посещаемости парка в летний период (июнь).



Рисунок 8 Тропиночная сеть с участками разреженной растительности.

тителей особенно возрастает в выходные дни – субботу и воскресенье. В эти дни в парке больше отдыхающих. Данный природный объект испытывает довольно высокую рекреационную нагрузку. В результате вытаптывания появились сильно вытапанные тропинки и участки с разреженной растительностью. Многие жители города не знают о том, что данный природный объект – это памятник природы.

В наши дни территория парка незначительно, но замусоривается (восточная часть). Это связано с тем, что в восточной части парка большой массив деревьев с минимальной дорожной сетью и с большим количеством участков с хорошо развитой тропиной сетью (вытоптанной растительностью). В этой части собираются и проводят время лица с низкой социальной ответственностью.

Запретить людям посещать парк нельзя, но повлиять на экологическое сознание жителей города можно:

1. устанавливая информационные щиты;
2. заниматься пропагандой экологических знаний среди местного населения;
3. создавать экологические отряды среди учащихся.

Таким образом, в настоящее время состояние памятника природы оценено как относительно благоприятное.

В дальнейшем будет продолжена работа по инвентаризации древесной растительности. После выполнения инвентаризации будет дана оценка устойчивости зеленых насаждений, как компонентов экосистемы. В качестве общего результата всей проделанной работы будет проведен анализ экосистемных услуг городского парка.

Отдельные результаты данной исследовательской работы были апробированы на ряде научно-практических конференций и семинаров, в конкурсной проектной деятельности различного уровня. Эффективность подтверждена призовыми дипломами.

Литература:

1. Нагибина, И. Ю. Значение парковых зон для жителей городской среды / И. Ю. Нагибина, Е. Ю. Журова // Молодой ученый. – 2014. – № 20. – С. 84–85. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/79/14035> – Дата доступа: 06.09.2019.
2. Гапеева, И. В. Шкловское имение Аполлона Кривошеина: история и современность / И. В. Гапеева, 2018 г.
3. Федорук, А. Т. Садово-парковое искусство Беларуси / А. Т. Федорук. – Минск: Ураджай. – 247с.: ил.
4. Капралов, Е. Г., Кошкарев, А. В., Тикуннов, В. С. и др. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 2: Учеб. пособие для студ. вузов / под ред. Тикуннова В. С. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.
5. Методические рекомендации по проектированию «Правила проведения озеленения населенных пунктов»: приказ Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, 20 апреля 2016 г., № 101 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2006.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕСТ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (КЛАДБИЩ) г. МОГИЛЕВ

А. В. Казакова, Ю. Д. Юрченко, Н. Б. Тупицына

*«Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова»
факультет математики и естествознания*

Просмотр приложения <https://arcs.is/liHir9>

Актуальность объекта исследования данной работы состоит в необходимости учета мест специального назначения в структуре зеленых насаждений города Могилев. (Потому что) Кладбища являются не только утилитарным объектом как место захоронения, но и место с повышенной концентрацией зеленых насаждений, что соответствует ментальным особенностям белорусской нации, данная тенденция утрачивает свою актуальность в современном обществе. Это связано с введенным Министерством жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь запретом высадки древесной растительности и необходимостью согласования посадки кустарников и установки малых архитектурных форм с администрацией места погребения. Что приводит к снижению экологического потенциала.

Так же необходимо отметить, что кладбища являются своеобразной буферной зоной, характеризующейся повышенной концентрацией видового разнообразия, как растительности открытых пространств, так и древостоя озелененных пространств.

Экологический потенциал – доступная для человека совокупность природных ресурсов и условий, способная без ущерба для себя (т. е. для механизмов своего функционирования и самовосстановления) отдавать необходимую человеку продукцию или производить полезную для него работу, обеспечивающую жизнедеятельность общества. Объектом изучения экологического потенциала являются 4 экосистемы, т. е. структурные элементы – атмосфера, гидросфера, литосфера, биосфера.

Согласно Гл. 1 Ст. 1 Закона Республики Беларусь «О погребении и похоронном деле» 8 января 2015 г. № 237-З. Основные термины и их определения: *захоронение* – помещение тела (останков) умершего (погибшего) (далее – умерший) в землю на кладбище, в склеп либо помещение урны с прахом (пеплом) после кремации в колумбарий, в землю на кладбище, в склеп; *кладбище* – часть места погребения, предназначенная для захоронения в землю тел (останков) умерших и урн с прахом (пеплом); *место погребения* – земельный участок с размещенными на нем отдельными могилами, склепами, кладбищем, колумбарием; *могила* – место в земле, склепе, кроме колумбария, с содержащимися в нем телом (останками) умершего, урной с прахом (пеплом), находящееся на участке для захоронения.

Согласно Гл. 4 Ст. 16 Закона Республики Беларусь «О погребении и похоронном деле» 8 января 2015 г. № 237-З. Выделяют 4 типа мест погребения. В работе мы интерпретировали их и вывели 3 основных вида, на основе использования и рекреационной нагрузки.

Также необходимо отметить следующие требования к созданию мест погребения, которые чаще всего нарушаются в рамках г. Могилев:

1. Удаленном расстоянии от границ жилой застройки, садоводческих товариществ, дачных кооперативов, зон отдыха, относящихся к природным территориям, подлежащим специальной охране. Размер минимального расстояния между создаваемым местом погребения и границей жилой застройки, садоводческого товарищества, дачного кооператива, зоны отдыха, относящейся к природным территориям, подлежащим специальной охране, устанавливается:
 - для кладбищ, территория которых составляет более 20 гектаров, – 500 метров;
 - для кладбищ, территория которых составляет от 10 до 20 гектаров, – 300 метров;
 - для кладбищ, территория которых составляет до 10 гектаров, – 100 метров;
 - для кладбищ с захоронением после кремации, кладбищ, расположенных в сельских населенных пунктах, склепов и колумбариев – 50 метров.
2. При присуждении месту погребения статуса закрытого, расстояние между местом погребения и границей жилой застройки, садоводческого товарищества, дачного кооператива, зоны отдыха, относящейся к природным территориям, подлежащим специальной охране, должен составлять не менее 50 метров независимо от площади территории места погребения.
3. Территория места погребения должна иметь уклон в противоположную сторону от населенного пункта и водоемов, используемых для хозяйственно-питьевых и иных нужд населения.

Если смотреть на карту Могилева, то можно заметить, что кладбища расположены в 3 пояса. Те, что расположены ближе к центру города, являются кладбищами закрытого типа (на некоторых разрешены подзахоронения). Это кладбища Машековское, Петропавловское, Успенское, Польское, Воскресенское, Карабановское – 1 пояс. Грузовское, ст. Луполово, Еврейское, Загорское – 2 пояс. Пашковское, Тишовское и Юго-восточное относятся к открытому типу кладбищ и составляют 3 пояс. К нему же относится Казимировское кладбище закрытого типа. Конфигурации расположения кладбищ соответствует границам роста города на различных этапах его существования. Исключениями являются кладбища приуроченные к религиозным постройкам (монастырь, костел). Расположение мест погребения на окраине города обусловлено ценой на землю в центре города, ментальными особенностями нации, а так же соблюдением принципов устройства и расположения мест захоронения.

В настоящее время на территории г. Могилев сохранилось 16 кладбищ, так как в период существования СССР производилась массовая рекультивация в районе гостиницы Могилев – пл. Ленина. Решение о рекультивации земель производится не менее чем через 60 лет после осуществления последнего захоронения и принимается по решению местных Советов депутатов базового территориального уровня. При условии постоянного посещения могил и их ухоженного состояния, общественные организации могут ходатайствовать о придании данного места погребения статуса историко-культурного наследия (Еврейское кладбище по ул. Ольчинская).

Если обратить внимание на конфигурацию поясов, то можно сделать вывод о том, что она полностью или частично совпадает с конфигурацией зеленых зон (коридоров) города. Это свидетельствует о том, что кладбища закрытого типа обладают сниженной рекреационной нагрузкой. Они выступают своеобразными экологическими ядрами города.

На территории города Могилев располагаются 16 кладбищ, из них 3 представляют места для захоронений (Юго-восточное (р-н ОАО «Химволокно»),

Пашковское (р-н Дачного поселка), Тишовское (р-н Ямницкого поселка)); закрытые кладбища, на которых разрешены захоронения при наличии свободного места в ограде у ранее похороненных близких родственников (общественное по ул. Лазаренко (Польское), Загорское (р-н областной больницы), Успенское (р-н ул. Калининградской), ст. Луполово, по ул. Крупской, Казимировское, Грузовское, Машековское, Еврейское пос. Броды, общественное кладбище по ул. Ольчинской); закрытые кладбища для всех захоронений (Карабановское, Воскресенское (р-н к/т «Октябрь»), Луполовское (по ул. Гагарина)). Просмотр осуществляется по ссылке: <https://arcg.is/0Xu0v>

Ключевым участком для изучения экологического потенциала выступает Польское кладбище. Это обусловлено сочетанием следующих характеристик: является официально закрытым, но разрешены подхоронения; находится в фокусе внимания как администрации города, так и иностранных граждан, это связано с захоронением польского населения на территории кладбища; на кладбище располагаются захоронения известных личностей г. Могилева (Пысин Алексей Васильевич).

Польское кладбище было основано на рубеже 18 и 19 веков и закрыто для массового захоронения в 1976 г. Общая площадь составляет около 2,5 га. На 2016 г. на территории кладбища размещено 1260 могил, среди них в равной степени представлены мужские и женские захоронения. Расположено на улице Лазаренко, выше по склону от реки Струшня (расстояние до реки около 40 м). Уклон к реке составляет 5°. В непосредственной близости от кладбища находятся жилые застройки (3 м от ограждения кладбища), средняя школа № 4, Могилевская фабрика мороженого. Данные показатели нарушают существующие нормативные документы, это обусловлено периодом образования кладбища, следовательно современные нормативные документы не имеют силы по отношению к нему.

Земли относящиеся к покрытым: асфальтированные дороги 0,03 га, земли под могилами 0,74 га, земли под застройками 0,01 га. Процент зеленых насаждений соответствует указанным в законодательстве и составляет 62,4 %, площадь мест захоронения также соответствует нормам и составляет 29,6 %, что меньше разрешенных показателей на 3,7 %.

По нашим расчетам на территории кладбища произрастают 251 дерево из них 227–90 % широколиственных (клен, липа), 12–5 % мелколиственных (береза), 12–5 % хвойные (ель, лиственница), процент кронирования 0,016 %, газонная растительность имеет общую площадь 1,46, фактические газонные земли занимают 0,16 га, под древесными породами 0,1 га.

Расчет возраста деревьев проводился по методике основанной на диаметре ствола. По конечным данным, можно говорить о том, что около 25 % деревьев произрастающих на территории Польского кладбища имеют возраст более 220 лет, 53 % в возрасте от 100 до 220, 14 % в возрастной категории от 35 до 100 и менее 8 % имеют возраст менее 35 лет.

Для расчета экологического потенциала кладбищ, рассчитаем поглотительную способность растительности. Расчет производится по следующим аспектам: поглощение CO_2 , SO_2 , свинца, осаждение пыли за вегетационный период, потребление биогенных веществ из почвы.

Вид растительности	Осаждение пыли	Поглощение CO_2
Клен	$227 \times 30 \text{ кг} = 6810 \text{ кг}$	$227 \times 44 \text{ кг} = 9988 \text{ кг}$
Береза	$12 \times 30 \text{ кг} = 360 \text{ кг}$	$12 \times 28 \text{ кг} = 336 \text{ кг}$

Вид растительности	Осаждение пыли	Поглощение CO ₂
Ель, лиственница	12×16кг = 192 кг	12×44кг = 528 кг
Газонная растительность	14621м ² /4м ² ×30кг = 109657,5 кг	14621м ² /4м ² ×30кг = 109657,5 кг
Итого:	117019,5 кг	120509,5 кг

Так же необходимо отметить, что вся площадь растительности поглощает и осаждаёт 1,56 га×400 кг = 624 кг SO₂ за вегетативный период, а также 1,56 га×375 г = 585 г свинца.

В организме человека средним весом 70 кг, содержится:

Элементы – органоены	Массовая доля (в %)	Масса (в г/70 кг)
Углерод (С)	21,0	14700
Кислород (О)	62,4	43680
Водород (Н)	9,7	6790
Азот (N)	3,1	2170
Фосфор (P)	0,95	665
Сера (S)	0,16	112
Кальций (Ca)	1,5	1050
Калий (K)	0,35	245
Натрий (Na)	0,15	105
Магний (Mg)	0,05	35
Железо (Fe)	0,006	4,2
Цинк (Zn)	0,0027	1,9
Медь (Cu)	2×10 ⁻⁴	0,14
Марганец (Mn)	3×10 ⁻⁵	0,02
Молибден (Mo)	2×10 ⁻⁵	0,015
Кобальт (Co)	4×10 ⁻⁶	0,003
Молибден	7×10 ⁻⁶	0,005
Серебро	1×10 ⁻⁶	0,0007
Радий	1×10 ⁻¹²	0,7×10 ⁻⁹

В связи с тем, что организм человека в среднем на 75 % состоит из воды, массу кислорода и водорода не учитываем.

Тогда за период существования Польского кладбища в почвенно-растительный покров было выделено порядка:

Элементы – органоены	Выделение органоенных в-в, кг
Углерод (С)	18669
Азот (N)	2755,9
Фосфор (P)	844,55
Сера (S)	142,24
Кальций (Ca)	1333,5
Калий (K)	311,15
Натрий (Na)	133,35

Продолжение таблицы

Элементы – органогены	Выделение органогенных в-в, кг
Магний (Mg)	44,45
Железо (Fe)	5,334
Цинк (Zn)	2,413
Медь (Cu)	0,1778
Марганец (Mn)	0,0254
Молибден (Mo)	0,01905
Кобальт (Co)	0,00381
Молибден	0,00635
Серебро	0,000889
Радий	$<1 \cdot 10^{-9}$
Итого	24242,12

Выводы

В результате проведенного исследования мы пришли к выводу, что кладбища города Могилев располагаются 3 основными группами вследствие исторического расширения города., представленными 16 кладбищами, из них 3 предоставляют места для захоронений (Юго-восточное (р-н ОАО «Химволокно»), Пашковское (р-н Дачного поселка), Тишовское (р-н Ямницкого поселка)); закрытые кладбища, на которых разрешены захоронения при наличии свободного места в ограде у ранее похороненных близких родственников (общественное по ул. Лазаренко (Польское), Загорское (р-н областной больницы), Успенское (р-н ул. Калининградской), ст. Луполово, по ул. Крупской, Казимировское, Грузовское, Машековское, пос. Броды, общественное кладбище по ул. Ольчинской); закрытые кладбища для всех захоронений (Карабановское, Воскресенское (р-н к/т «Октябрь»), Луполовское (по ул. Гагарина)). Те кладбища, что расположены ближе к центру города, являются кладбищами закрытого типа и находятся в зонах жилых застроек.

На базе Польского кладбища, мы пришли к выводу, что на данный момент это кладбище не соответствует **требованиям к созданию мест погребения** закона Республики Беларусь «О погребении и похоронном деле». Общая площадь составляет около 2,5 га. На 2016 г. на территории кладбища размещено 1260 могил, среди них в равной степени представлены мужские и женские захоронения. Расположено выше по склону от реки Струшня (расстояние до реки около 40 м). Уклон к реке составляет 5°. В непосредственной близости от кладбища находятся жилые застройки (3 м от ограждения кладбища), средняя школа № 4, Могилевская фабрика мороженого. Но, в связи с тем, что Польское кладбище было основано задолго до составления закона Республики Беларусь «О погребении и похоронном деле», то данные нарушения считаются разрешенными.

В результате анализа экологического потенциала, нами был сделан вывод о том, что озеленение на кладбище необходимо, в приоритете должны быть древесные насаждения, существует ярко выраженная недостаточность газонных насаждений, что вызвано использованием большого объема гравийного материала и искусственного камня не выполняющие экологические функции.

Так же мы считаем, что необходимо вносить предложение о либерализации процедуры высадки древесной и кустарниковой растительности, что будет способствовать поглощению биогенного вещества, CO_2 , SO_2 , осаждению пыли и свинца.

Экологический потенциал:

Осаждение пыли	117019,5 кг
Поглощение CO_2	120509,5 кг
SO_2	624 кг
Pb	585 г
Потреблять биогенные вещества из почвы	24242,12 кг

Литература:

1. Барковский, Е. В. Основы химии биогенных элементов: учеб. пособие / Е. В. Барковский, С. В. Ткачев. – Минск: Выш. шк., 2011. – 192 с.: ил.
2. Дорожко, С. В. Основы экономики природопользования. Практикум: учеб. пособ. для студ. инженер.-технич. специальностей. / С. В. Дорожко, С. А. Хорева // Учебно-методическое электронное издание. Минск: БНТУ, 2008. – С. 193.
3. Закон Республики Беларусь «О погребении и похоронном деле» с внесенными изменениями и дополнениями от 8 января 2015 г. № 237–3. Режим доступа: <http://pravo.by/docume nt/?guid=12551&p0=H11500237&p1=1>
4. Захарова, М.Е., Ерохова, К.И., Казакова, А.В., Шкурко, К.Н., Щепко, А. Е. Методические подходы к экономической оценке экологической активности зеленых насаждений городских территорий // Могилёвский меридиан. – 2018 / Т. 18, вып. 3–4 (43–44) – С. 31–34.
5. Польское кладбище в Могилеве. Режим доступа <http://polski-cmentarz.info/ru>
6. Галицкая, И. В., Позднякова, И. А., Батрак, Г. И., Костикова, И. А. Оценка влияния кладбища на загрязнение подземных вод и других компонентов природной среды / Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2014, № 6, с. 495–506

ГИС-КАРТИРОВАНИЕ ЗАРАСТАНИЯ ПОЙМЫ БЕРЕЗИНЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА ПО ДАННЫМ СПЕКТРОЗОНАЛЬНОЙ АЭРОКОСМОСЪЕМКИ

А. Э. Лычавко

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», лаборатория
инструментальной диагностики природных систем и объектов,
г. Минск, Беларусь*

Зарастание поймы Березины кустарником – основная угроза для глобально значимого биоразнообразия. Кустарники стремительно заполняют пойму, вытесняя другую растительность, в результате чего изменяются не только ландшафты заливных лугов, но и среда обитания многочисленных гнездящихся там птиц. Интенсивное закустаривание связано с двумя главными причинами: отсутствие выпаса скота на пойменных лугах и прекращение сенокосения.

Традиционные методы наземного обследования не позволяют проводить оперативный мониторинг динамики процесса зарастания поймы, так как требуют больших временных, финансовых и трудовых затрат. Одним из аспектов решения этой проблемы является использование данных дистанционного зондирования (ДДЗ).

В рамках программы Союзного государства «Мониторинг-СГ» (2013–2017 гг.) была разработана «ГИС болот Березинского биосферного заповедника», в которой была представлена информация по всем 19-и болотам заповедника. Представленная «ГИС поймы Березины» является продолжением и развитием работ по созданию тематических баз данных на основе космических ГИС-технологий и охватывает участок поймы от трассы М2 на севере до впадения в озеро Палик на юге.

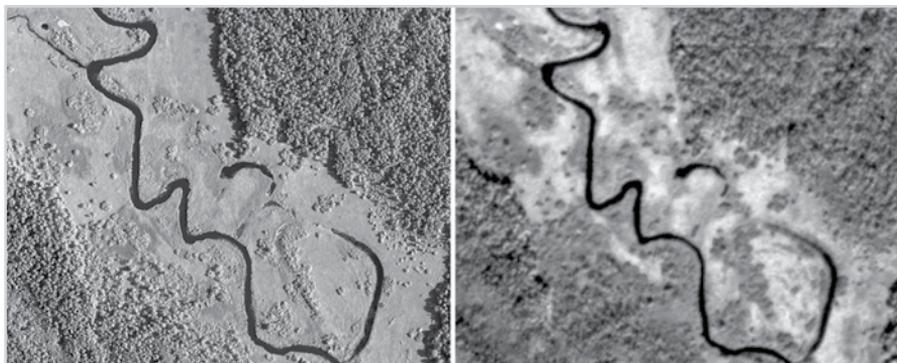
Исходные данные:

- топографические карты масштаба 1:10000 (1984 г.);
- ДДЗ: многозональные аэрофотоснимки «БелПСХАГИ» (2014, 2015 гг.) в спектральных каналах (красный, зеленый, синий и ближний инфракрасный) сверхвысокого разрешения 0,3 м; космоснимки спутника Канопус-В в трех спектральных каналах (красный, зеленый, синий) с пространственным разрешением 2,1 м.

На рисунке 1 представлены: а) фрагмент аэрофотоснимка; б) фрагмент космоснимка Канопус-В.

Программные средства, которые были использованы для реализации поставленной задачи, включали: специализированное программное обеспечение ERDAS Imagine для тематической обработки снимков; набор программных продуктов и приложений ArcGIS – для разработки информационных слоев, создания взаимоувязанных баз данных в составе ГИС, геообработки векторных и растровых данных.

Были сформированы следующие базы данных: БД Аэрокосмоснимков, БД Поймы Березины, БД Картографии. В составе БД Поймы Березины были созданы следующие шейп-файлы: граница поймы, закустаренность поймы, коренной



а) аэрофотоснимок

б) космоснимок

Рисунок 1 – Фрагменты аэрокосмоснимков участка поймы Березины

лес, водная поверхность. В атрибутивной таблице каждого слоя (см. рисунок 1) были созданы поля Type (тип), Area_Ha (площадь, га) и Area_Sq_m (площадь, м²).

По результатам автоматического вычисления площадей была построена диаграмма зарастания поймы Березины (2015 г.). Общая площадь зарастания исследуемого участка поймы составляет 911,5 га, или 35 % от общей площади поймы. 167,4 га (7 %) поймы занимают коренные леса. На долю открытой поймы приходится 1366,7 га (53 %), рисунок 2.

Для Березинского заповедника было впервые проведено ГИС-картирование поймы Березины. Созданная «ГИС поймы Березины» в дальнейшем позволит:

- проводить оперативный мониторинг за состоянием поймы;
- отслеживать динамику закустаривания поймы;
- выработать мероприятия по снижению степени зарастания и оценить их эффективность.



Рисунок 2 – Зарастание поймы Березины на территории Березинского биосферного заповедника

ОБЗОР СЕРВИСОВ И СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ ГРАДУСНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

В. В. Ольгомец

*студентка 3 курса факультета географии и геоинформатики
Белорусский государственный университет, г. Минск*

Географическая карта – мощнейшее средство информации. Значение географической карты трудно переоценить. Простейшие картографические схемы нередко оказываются для понимания явлений полезнее многословного текста. Самое подробное литературное описание не сможет создать у читателя наглядную картину размещения многообразных явлений, происходящих на земной поверхности, подобную той, что дает географическая карта.

Интерактивная карта – это электронная карта, работающая в режиме двустороннего взаимодействия человека и электронного носителя. Помимо информации, получаемой пользователем при чтении карты, они обладают скрытой информацией, которую можно получить, выполнив определенные действия. Такие карты позволяют находить любые объекты в считанные секунды [1].

Актуальность работы объясняется нарастающей популярностью интерактивных карт и веб-картографирования при слабой разработанности и систематизации знаний в данной области.

Цель работы: изучение понятия, видов и современных технологий по созданию интерактивных карт для последующего составления авторской карты по градусному измерению параллели 52° с. ш. в выбранной платформе.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи:**

- 1) Изучить понятие интерактивной карты, её значение и особенности.
- 2) Провести анализ видов интерактивных карт.
- 3) Выполнить обзор современных информационных возможностей по созданию и наполнению интерактивных карт.
- 4) Создать интерактивную карту в подобранной платформе.

В качестве **объекта** исследования выступает процесс создания интерактивных карт. **Предметом** исследования является интерактивная карта. В работе применялись картографический, описательный, информационный и аналитический методы исследования.

Географическая интерактивная карта – это картографическое изображение, дополненное мультимедийными элементами, которые привязаны к конкретным объектам карты, и построенное с помощью программных и технических средств в сочетании с разнообразными приемами и методами традиционной картографии и мультимедиа. На такой карте картографическое изображение и мультимедийные элементы интегрированы в единой информационной среде [2].

Интерактивные карты наглядны и многофункциональны, их возможности не ограничиваются просмотром местоположения, а варьируются в зависимости от назначения карты. Принято выделять несколько типов ИК: интерактивные flash-карты, классические ГИС-карты и ГИС-карты с визуализацией, последние из которых наиболее интересные и набирающие популярность.

На первом этапе было решено создать собственную карту в приложении ArcMap ArcGIS (рисунок 1), которое включает инструменты для визуализации,

анализа, компиляции данных, в том числе в 2D и 3D-среде, но так как приложение не является общедоступным, в работе упор был сделан на бесплатные онлайн-сервисы, что актуально для простых пользователей, желающих создавать свои карты.

В результате обзора различных платформ, анализа их возможностей и недостатков, была выбрана наиболее простая и наглядная платформа – MapHub. Здесь предоставляется возможность бесплатного создания собственных карт: как частных, так и публичных. В качестве объекта выбрано градусное измерение дуги параллели 52° с. ш. на территории Беларуси, что является продолжением курсовой работы автора за первый курс. Актуальность объясняется малой изученностью данного градусного измерения при его огромном значении для геодезии. Представленная часть работы выполнялась с целью популяризации данного измерения и геодезических работ в целом.

В итоге исследования:

- 1) Раскрыто понятие интерактивной карты, изучена история появления, возможности современных интерактивных карт, определены преимущества ИК над бумажными, проанализирован круг потребителей;
- 2) Рассмотрены основные виды интерактивных карт, наиболее часто используемые – ГИС-карты, приведены примеры наиболее интересных и популярных ИК;
- 3) Результатом анализа различных сервисов является выбор наиболее простой и современной платформы для создания интерактивных карт. Создана карта по градусному измерению дуги параллели 52° с. ш. на территории Беларуси (рисунок 2).

Карта выполнена с целью популяризации градусных измерений в нашей стране, как памятника научной мысли. Данный сервис можно с успехом использовать так же для картирования других объектов, например, природоохранных.

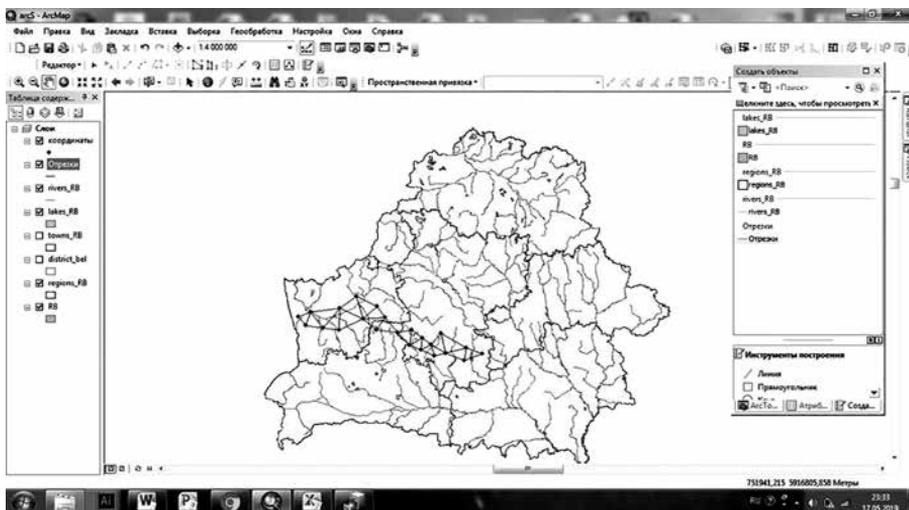


Рисунок 1 – Составление карты градусного измерения в ArcMap



Рисунок 2 – Составление карты градусных измерений с помощью сервиса MapHub

Список использованных источников

1. Интерактивные карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scanex.ru/service/razrabotka-i-vnedrenie-veb-gis/interaktivnyie-karty/> – Дата доступа: 09.03.2019
2. Лисицкий, Д. В. Методические основы веб-картографии / Д. В. Лисицкий, П. М Кикин // Изв. Вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – с. 85–91

АНАЛИЗ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»

О. В. Попко

*Белорусский государственный университет, факультет географии
и геоинформатики, г. Минск, Беларусь*

Туристско-рекреационный потенциал территории представляет собой совокупность природных и культурно-исторических ресурсов, а также социально-экономических условий для осуществления туристско-рекреационной деятельности [1].

Целью настоящей работы является разработка методики и оценка туристско-рекреационного потенциала территории Национального парка «Нарочанский».

Объектом оценки выступает туристско-рекреационный потенциал (ТРП) особо охраняемой природной территории. Одной из задач при разработке методики является выбор оперативных территориальных единиц [2]. В ряде работ в качестве территориальных единиц используются административно-территориальные единицы или природно-территориальные комплексы (почвенные ареалы, фитоценозы и др.). Использование последних сопряжено со сложностями их выделения и дифференцированного сбора информации. В настоящем исследовании пространственной единицей оценки выступает ячейка регулярной сети 500 × 500 м.

Оценка потенциала осуществлялась в разрезе следующих типов туристско-рекреационной деятельности: экологического; лечебно-оздоровительного; экскурсионно-познавательного; спортивного; сельского.

Для каждого типа туристско-рекреационной деятельности были определены критерии, собрана по ним информация. Для организации пространственных данных в среде ГИС ArcGIS10.3 была разработана база геоданных «Туристско-рекреационный потенциал».

Потенциал развития экологического туризма определялся набором компонентов природных и культурных ландшафтов Национального парка: территорий с ценными участками лесной и луговой растительности; водных акваторий и болотных массивов, информация о которых представлена в полигональном классе пространственных объектов «Ценные участки» базы геоданных. Класс пространственных объектов «Редкие виды» описывает места распространения представителей растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу.

Сектору лечебно-оздоровительного туризма отвечают санаторно-курортные учреждения и основные курортные факторы: ландшафтно-климатические условия; лечебные грязи; минеральные воды. В базе геоданных были созданы следующие классы пространственных объектов: полигональные классы «Пляжи» и «Участки рекреации»; точечный класс «Минеральные воды», содержащий информацию о минеральных источниках, точечный класс «Рекреационные учреждения» описывающий объекты оздоровительного, санаторно-курортного и туристско-рекреационного типов (всего 35) на территории Национального парка «Нарочанский».

Основу экскурсионно-познавательного туризма и отдыха составляют историко-культурные, архитектурные, археологические памятники. Точечный класс пространственных объектов «Достопримечательности» содержит информацию

об историко-культурных памятниках на территории Национального парка «Нарочанский», усадебно-парковых комплексах, курганных захоронениях (10 объектов в том числе Балтские курганы), культурных сооружений.

Для анализа потенциала спортивного и сельского туризма в базу геоданных «Туристско-рекреационный потенциал» были добавлены классы пространственных объектов «Агроусадьбы» (состоит из 50 объектов) и «Турстоянки» (состоит из 23 объектов). Дополнительно учитывались экскурсионные маршруты, маршруты пешего и водного туризма.

В среде ГИС ArcGIS10.3 для точечных и линейных слоев были построены модели плотности методом ядерной оценки плотности, параметр «Радиус поиска» составлял 500 м. Каждой территориальной единице регулярной сетки при помощи оверлейных операций группы инструментов *Анализ* и структурированного языка запросов (SQL) были присвоены значения показателей, характеризующих туристско-рекреационные ресурсы исследуемой территории.

Интегральная оценка туристско-рекреационного потенциала осуществлялась по оперативным единицам на основе обобщенной функции желательности Харрингтона, которая определяется как среднегеометрическое частных показателей [3]. Предварительно для каждого показателя рассчитывается частная функция желательности Харрингтона по формуле $d = e^{-e^x}$. Расчет функции желательности начинают с выбора для каждого оцениваемого показателя шкалы на отрезке от 0 до 1, такой, что наиболее благоприятным значениям показателя сопоставляются значения, близкие к 1 (обычно от 0,6 до 1). Неблагоприятным – близкие к 0 (обычно от 0 до 0,4). В настоящем исследовании при выборе шкалы каждый фактор оценивался с точки зрения потенциального потребителя услуги. Напри-

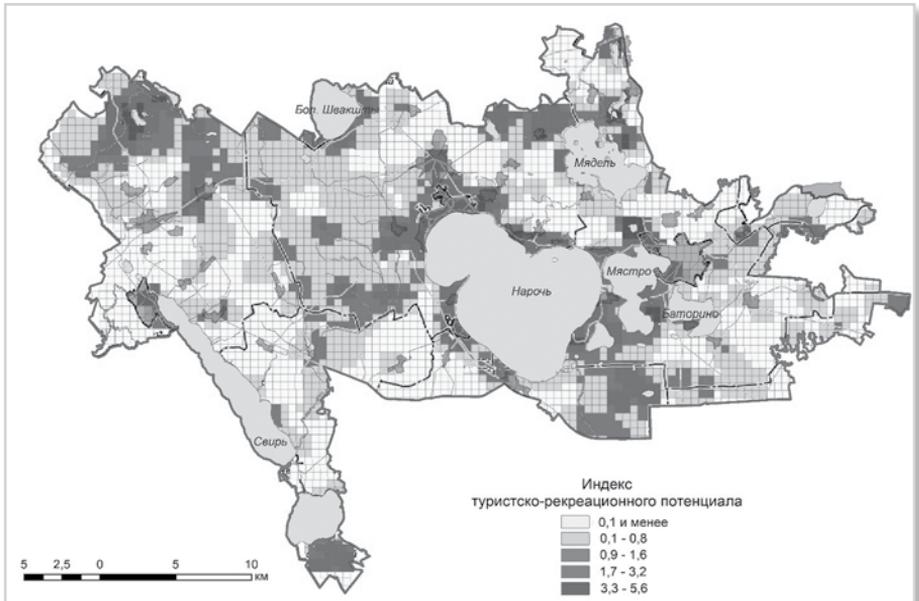


Рисунок. Туристско-рекреационный потенциал Национального парка «Нарочанский»

мер, с позиций любителей агроэкотуризма максимальный балл присваивался наибольшему значению плотности объектов слоя «Агроусадыбы».

На завершающем этапе рассчитанные значения интегрального индекса ТПР были сгруппированы в классы: менее 0,8 – очень низкий; 0,1–0,8 – низкий; 0,9–1,6 – средний; 1,7–3,2 – высокий; 3,3–5,6 – очень высокий. ГИС позволяет визуализировать результаты оценки в виде картограммы (рисунок).

Согласно проведенной оценке высокий туристско-рекреационный потенциал характерен для территорий, прилегающих к озерам Нарочь, Мясстро и Мядель, заказнику «Голубые озера». Наименьшие значения индекса отмечаются на южной и юго-восточной территории национального парка.

Литература

1. Трифонова И. К. Туристско-рекреационный потенциал региона белорусско-российского пограничья как фактор активизации трансграничного сотрудничества // Вестник БГУ. Сер. 2. 2014. № 1. С. 96–103.
2. Кудрявцев А. Ф., Сидоров В. П., Скобелева О. А. Выбор операционно-территориальных единиц при оценке рекреационного потенциала // Туризм и региональное развитие: сб. науч. ст. Смоленск: Универсум, 2006. С. 85–88.
3. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН. 2003. 463 с.

ВЫДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОХРАНЕ, СРЕДСТВАМИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Е. В. Соколовский, В. В. Кривко, А. Б. Торбенко

*Витебский Государственный Университет им. П. М. Машерова,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Согласно Закону об охране окружающей среды Республики Беларусь на территории страны выделяются природные территории, подлежащие специальной охране. К ним, кроме собственно ООПТ, относят курортные зоны, зоны отдыха, парки, скверы и бульвары, водоохранные зоны и прибрежные полосы рек и водоемов, зоны санитарной охраны месторождений минеральных вод и лечебных сапропелей, зоны санитарной охраны водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, зоны санитарной охраны в местах водозабора, леса первой группы, особо защитные участки лесов второй группы, типичные и редкие природные ландшафты и биотопы, верховые болота, болота, являющиеся истоками водотоков, места обитания диких животных и места произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, природные территории, имеющие значение для размножения, нагула, зимовки и (или) миграции диких животных, а также иные территории, для которых установлен специальный режим охраны и использования.

Целью нашего исследования является создание инструмента, позволяющего определять на основе открытых данных объективные границы природных территорий подлежащих специальной охране для дальнейшей работы по выявлению проблем их функционирования связанных с влиянием деятельности человека на примере г. Витебска и его окрестностей. Поставленной цели возможно достичь лишь на базе использования актуальной (в идеале практически on-line) информации не только о состоянии ПТПСО, но и об их реальных границах.

Методы и инструменты реализации.

В работе использованы картографический, геоинформационный, сравнительно-аналитический, ДЗЗ, нормативный, статистического анализа и другие методы. Основной рабочей платформой для определения параметров и введения в действие ИНС была избрана открытая геоинформационная система QGIS. Векторизация необходимых растровых данных проводилась на базе программ EasyTrace и MapInfo Pro, ArcGIS. Кэширование спутниковых карт осуществлялось в программе SASПланета, представление результатов в рамках ГИС «Экология Витебска» на базе платформ MapInfo Pro и ArcGIS. В качестве источников информации применялись топографические карты местности, спутниковые снимки, данные и схемы открытых ресурсов Google Earth, Карты Google, Yandex Maps и Open Street Map, данные генерального плана г. Витебска, Земельно-информационной системы Республики Беларусь.

Достигнутые результаты. *В процессе осуществления проекта дано определение природных территорий, подлежащих специальной охране и проведена их детальная классификация.* Под термином ПТПСО нами понимается территория, занятая

естественными либо естественно-антропогенными комплексами, выполняющая особую роль в поддержании экологической стабильности и качества среды обитания человека и требующая особого режима природопользования на фоне существующего антропогенного пресса. Природными территориями, подлежащими специальной охране являются: курортные зоны, зоны отдыха, парки; внутригородские скверы и бульвары, насаждения; водоохранные зоны и прибрежные полосы рек и водоемов, зоны санитарной охраны водных объектов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения; зоны санитарной охраны месторождений минеральных вод и лечебных сапропелей; зоны санитарной охраны в местах водозабора; леса первой группы и особо защитные участки лесов второй группы; типичные и редкие природные ландшафты и биотопы; верховые болота, болота, являющиеся истоками водотоков; места обитания диких животных и места произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь; природные территории, имеющие значение для размножения, нагула, зимовки и (или) миграции диких животных; иные территории, для которых установлен специальный режим охраны и использования.

Проведена подготовка и реализация технической части ИНС. Структура аппаратной части включает три уровня нейросети: головной, промежуточный и запросный кластеры. Программная часть представляет собой набор скрипт-команд, взаимодействующих со сторонними приложениями и осуществляющую свою деятельность в среде JAVA Script. Сетевая инфраструктура нейросети построена на том же принципе, что и нейросеть Джеффри Хинтона, разработанная в 2007 году, однако имеет ряд дополнений.

Одним из главных изменений является отсутствия глубокого обучения. Основным же преимуществом работы сети является частичная автоматизация процесса зонирования города.

Определен перечень топографических, социальных и экологических параметров, заложенных в ИНС для выделения природных территорий, подлежащих специальной охране и их границ. Топографические факторы. Первым фактором, который был принят как приоритетный при обучении ИНС, было обозначено расположение водоёмов с сопутствующими ему параметрами. Вторым фактором, уточняющим границы природоохранных зон, стало определение фактора влияния зданий, находящихся в границах природоохранных территорий, выделенных в ЗИС, на характер территории. Третий фактор – зона озеленения. Определение озелененных территорий в граничных областях производилось при использовании данных спутниковых снимков путём анализа RGB спектра. Четвертым фактором, определяющим рекреационные зоны, стало фактическое расположение объектов, представляющих природную ценность. *Социальные факторы.* К таковым относится субъективное восприятие человеком определенной территории как рекреационной или как территории, которая нуждается в дополнительной охране.

Границы ПТПСО, особенно в городах и пригородах определяются сегодня рядом документов, зачастую не согласованных, но имеющих большое значение при принятии тех или иных градостроительных решений в области охраны природы и окружающей человека среды. Благодаря применению ИНС становится возможным определение реальных границ таких территорий и их соответствия принятым документам, выявление нецелевого использования и нарушений в режиме природопользования таких земель. Основными преимуществами данного



Природные территории подлежащие специальной охране Октябрьского района г. Витебска.

метода определения границ является автоматизация процесса, объективность, возможность применения на различных территориях для однотипных объектов, использование свободно распространяемого программного обеспечения и исходных данных.

Конечным результатом исследования можно считать создание пользовательской ГИС «Территории Витебска и окрестностей, подлежащие специальной охране» (рис.). Планируется определить «экологический каркас» города и проанализировать состояние его элементов, четко определить перечень экологических рисков и степени их проявления для отдельных природных и природно-антропогенных систем.

С точки зрения практики, проведенные работы позволят точно назвать территории и проблемы, требующие принятия оперативных мер. Станет возможным организация системы мониторинга природных городских территорий. К настоящему моменту нами определен круг территорий, представляющий интерес в рамках данного проекта, введена в эксплуатацию ИНС для определения их реальных границ и проводятся работы по созданию итоговой карты «ПТПСО г. Витебска и окрестностей». Результаты данного проекта могут найти широкое применение в градостроении, экологической паспортизации городских объектов и территорий, оценке комфортности среды и т. д.



СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
РАЗДЕЛ 1. ВЗРОСЛАЯ ПЛОЩАДКА	
<i>Рыжков О. В., Рыжкова Г. А.</i>	6
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ	
<i>Груммо Д. Г., Цвирко Р. В., Зеленкевич Н. А., Мойсейчик Е. В., Жилинский Д. Ю.</i>	16
ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ВОДНО-БОЛОТНОГО ЗАКАЗНИКА «ГАБЫ»	
<i>Самсонов С. Д.</i>	34
КРИТЕРИИ И ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНКИ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОРНЫХ ЛЕСОВ НА ПРИМЕРЕ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА	
<i>Яновский А. А.</i>	43
ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ОПОРНЫХ ВЕКТОРОВ ПРИ ДИСТАНЦИОННОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ПРИГОДНОЙ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ФИТОМАССЫ	
<i>Грищенко М. Ю., Шишкин В. С.</i>	49
НОВЫЕ КАРТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ НА ТЕРРИТОРИЮ ОСТРОВА КУНАШИР	
<i>Токарчук О. В., Токарчук С. М.</i>	53
РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИКЛАДНЫХ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ВЫПОЛНЕНИЯ НИР «КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЁРНО-БАССЕЙНОВЫХ СИСТЕМ НП «НАРОЧАНСКИЙ»»)	
<i>Хохряков В. Р., Кунаш Д. А.</i>	57
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ И РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕТИ САКРАЛЬНЫХ МЕСТ	

ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
<i>Рудевич М. Н., Котов А. А., Сипач В. А.</i>	65
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ДЕНДРАРИЯ ГНУ “ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД НАН БЕЛАРУСИ”	
<i>Тупицына Н. Б.</i>	70
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ ARCGIS-ONLINE ДЛЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОСТИ К ПРИНЯТИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ РЕШЕНИЙ. ЗЕЛЕНАЯ КАРТА Г. ЧАУСЫ	
<i>Ветрова М. А., Наумкин А. А.</i>	76
ВЕСЕННИЕ ТРАВЯНЫЕ ПОЖАРЫ В ПРОЕКТИРУЕМОМ ПРИРОДНОМ ПАРКЕ "ЖУРАВЛИНЫЙ КРАЙ" И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ – ОПЫТ КАРТИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА	
<i>Джигда Д. П.</i>	80
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ ПРОХОДНЫХ РУБОК НА ПРИРОСТ ДРЕВОСТОЯ	
<i>Егошин А. В.</i>	82
РАЙОНИРОВАНИЕ БОЛЬШОГО СОЧИ ПО СТЕПЕНИ ИНВАЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ	
<i>Цыдыпова М. В., Раднаева О. Н., Халтаева А. Г., Сушкин К. А., Хертүев Р. Р.</i>	93
СОЗДАНИЕ КАРТ ЭЛЕМЕНТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОХОТНИЧЬИХ РЕСУРСОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА «СНЕЖИНСКИЙ» НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ	
<i>Янушкевич Е. А.</i>	96
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ «НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА НАРОЧАНСКИЙ» СРЕДСТВАМИ ГИС	
<i>Люштык В. С., Сипач В. А., Семенов О. А.</i>	98
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭО КАСС	



РАЗДЕЛ 2. ШКОЛАМОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

<i>Горяинова В. А.</i>	101
ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СУКЦЕССИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА ВАЛДАЙСКИЙ	
<i>Грибанов А. А., Куратова Т. Б.</i>	105
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКОГО ОБЛИКА ШКЛОВСКОГО ГОРОДСКОГО ПАРКА	
<i>Казакова А. В., Юрченко Ю. Д., Тупицына Н. Б.</i>	113
ПРОСТРАНСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕСТ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (КЛАДБИЩ) г. МОГИЛЕВ	
<i>Лычавко А. Э.</i>	119
ГИС-КАРТИРОВАНИЕ ЗАРАСТАНИЯ ПОЙМЫ БЕРЕЗИНЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА ПО ДАННЫМ СПЕКТРОЗОНАЛЬНОЙ АЭРОКОСМОСЪЕМКИ	
<i>Ольгомец В. В.</i>	121
ОБЗОР СЕРВИСОВ И СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ ГРАДУСНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ	
<i>Попко О. В.</i>	124
АНАЛИЗ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»	
<i>Соколовский Е. В., Кривко В. В., Торбенко А. Б.</i>	127
ВЫДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОХРАНЕ, СРЕДСТВАМИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	

Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование Земли

Сборник научных статей

ООО «Бинера».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/495 от 31.03.2016.

Ул. Якубовского, 51, пом. 4, 220 018, Минск.

Подписано в печать _____ 2019.. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Усл п. л. 16,27. Усл. изд. л. 12.

Отпечатано ООО «Аль Пак».

Свидетельство 2/191 от 23.11.2016. Заказ № _____. Тираж ____ экз.