



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

**СБОРНИК  
НАУЧНЫХ СТАТЕЙ**

Минск  
А.Н. Вараксин  
2015

УДК [528/06+528/88]:502/504  
ББК 20.18  
С56



*УИ "Геоинформационные системы" НАН Беларуси*



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



*Белорусский государственный университет*



*Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь*



С56 **Современные** технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий: геоинформационные системы, дистанционное зондирование земли : сборник научных статей – Минск : А.Н. Вараксин, 2015. – 68 с.

ISBN 978-985-7128-83-9.

УДК [528/06+528/88]:502/504  
ББК 20.18

ISBN 978-985-7128-83-9

© Оформление. Издатель  
А. Н. Вараксин, 2015

# ПРЕДИСЛОВИЕ

С 11 по 15 мая в курортном поселке Нарочь (Республика Беларусь) успешно проведен очередной международный научно-практический семинар "Современные технологии в деятельности ООПТ: ГИС, ДЗЗ" (ГИС-Нарочь\_2015) и Школа молодых ученых при семинаре. Организаторами выступили – государственное природоохранное учреждение "Национальный парк "Нарочанский" и УП "Геоинформационные системы" НАН Беларуси, а также Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Белорусский государственный университет.

Это уже третье, за последние годы, мероприятие, на приглашение к участию в котором активно откликнулись более восьмидесяти представителей белорусских, российских и украинских природоохранных и научных учреждений, ВУЗов и органов государственного управления, IT-компаний и общественных организаций, масс-медиа и других структур, где используются геоинформационные системы и технологии, в первую очередь, применительно к деятельности на особо охраняемых природных территориях.

В деловой и дружественной обстановке обсуждены 17 тематических докладов и сообщений по реализованным ГИС- и веб-проектам, опыту обработки и применения данных дистанционного зондирования Земли; а также проведены 16 мастер-классов и демонстраций возможностей инструментария современного программного обеспечения, действующих информационно-аналитических систем и программных комплексов для решения задач на ООПТ. Проведены учебно-практические полевые орнитологические наблюдения с использованием возможностей учета с помощью мобильных приложений, экскурсии.

Программа семинара была доступна и участникам Школы молодых ученых, которые, кроме того, защитили перед авторитетным жюри 11 подготовленных ГИС-проектов по природоохранной тематике.

Выражаем благодарность за большую помощь организаторам семинара сотрудникам ГНПО "НПЦ по биоресурсам НАН Беларуси", коллегам из Березинского биосферного заповедника, а также – основному и надежному партнеру наших международных семинаров и конференций – компании "Esri CIS" (г. Москва), которая способствовала солидному награждению победителей и лауреатов конкурса участников Школы молодых ученых в виде лицензионного программного обеспечения и актуальной для развивающихся ГИС-специалистов литературы.



# РАЗДЕЛ 1

## ВЗРОСЛАЯ ПЛОЩАДКА



**КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАНО-СПРАВОЧНАЯ  
СИСТЕМА ДЛЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ  
ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ  
(ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ)**

*В.А. Сипач, В.С. Люштык*

*<sup>1</sup>УП «Геоинформационные системы, г. Минск, Беларусь  
e-mail: slava-sipach@tut.by*

*<sup>2</sup>ГПУ «Национальный парк «Нарочанский», к.п Нарочь, Беларусь  
e-mail: naroch-gis\_2014@mail.ru*

С каждым днем глобальные экологические проблемы все существенное оказывают влияние на нашу жизнь и неотвратимо приходят на порог нашего дома. Изменение климата, деградация земель (опустынивание и др.), истощение водных ресурсов, гибель и вырубка лесов, сокращение и исчезновение биологических видов, трансформация естественных ландшафтов – это лишь маленькая толика таких проблем. Наша задача состоит в поиске компромиссных решений и создании максимально возможных условий для сохранения природной среды.

Особо охраняемые природные территории – это те участки планеты, которые являются островками по сути первозданности природы на планете и носители мощнейшего потенциала для сохранения всего живого на Земле.

Сегодня в Республике Беларусь особо охраняемые природные территории занимают 17227 км<sup>2</sup> или 8,3% площади страны. На пять крупнейших ООПТ (Березинский биосферный заповедник, Национальные парки «Беловежская пуша», «Припятский», «Браславские озера» и «Нарочанский») приходится 4754 км<sup>2</sup> – это 2,3% площади Беларуси или 27,6% от площади всех особо охраняемых природных территорий страны. Каждая из этих территорий обладает своими уникальными природными особенностями.

ООПТ Беларуси являются сложными социально-экономическими образованиями. Они призваны обеспечить устойчивое развитие и сохранение не только природной среды, но и социальной структуры территории, а также ее экономическое благополучие. Основными направлениями деятельности ООПТ являются охрана природы, научно-исследовательская деятельность, туризм, лесное хозяйство, а также, в связи со спецификой структурированности белорусских природоохранных учреждений, – сельскохозяйственное производство. Все эти компоненты эколого-экономической жизнедеятельности должны сосуществовать и работать как единый механизм. Для эффективного управления такими территориями необходим учет большого количество экологических, социальных и экономиче-

ских аспектов. На сегодня это практически невозможно без использования современных географических информационных систем (ГИС).

Первые попытки применения ГИС в ООПТ Беларуси были предприняты в рамках выполнения проекта «Охрана биоразнообразия лесов Беловежской пуши» 1992—1996 годы по гранту Глобального экологического фонда. Одним из важных итогов проекта стала разработка первой на белорусских ООПТ ГИС «Беловежской пуши». Данная ГИС представляла набор разнообразных тематических карт, использованных при реализации проекта. Продолжение проекта — «Дальнейшее развитие ГИС «Беловежская пуша» было основано на идее создания в республике единой геоинформационной системы охраняемых и заповедных территорий, включающей в первую очередь Березинский и Припятский заповедники, а также национальный парк «Браславские озера».

Однако из-за ряда объективных причин (сменяемость кадров, отсутствие ГИС-специалиста) ГИС слабо развивалась и, к сожалению, не получила повсеместного распространения, оставаясь локальным продуктом для решения ряда задач научного и лесного отделов национального парка «Беловежская пуша».

Следующим шагом (спустя десятилетие) к использованию геоинформационных систем на крупных ООПТ Беларуси, причем в новом качестве, стала идея централизованного подхода к разработке и внедрению ГИС в природоохранных учреждениях. Так, в рамках Государственной программы развития системы особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь на 2008 — 2014 годы, были созданы ГИС для пяти крупных ООПТ Беларуси при реализации задания 43 «Разработка и актуализация геоинформационных систем Березинского биосферного заповедника и национальных парков, обеспечение их функционирования». Разработанные локальные ГИС стали использоваться различными подразделениями Березинского биосферного заповедника и национальных парков для решения локальных задач.

В июле 2012 года Республика Беларусь стала космической державой, выведя на орбиту Земли Белорусский космический аппарат. Его основное предназначение — обеспечение оперативными данными дистанционного зондирования заинтересованных потребителей, в т.ч. и природоохранные учреждения, которым данные передаются бесплатно. Это привело к значительному росту использования космических снимков для целей изучения, мониторинга и контроля территории ООПТ Беларуси.

В 2015 году в Республике Беларусь разработана Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь — на период до 2030 года. В одном из важнейших приоритетом устойчивого развития является экологическая безопасность населения и страны в целом, при этом ООПТ занимают ключевое место в обеспечении выполнения данного приоритета.

В связи с этим, всесторонний комплексный анализ и понимание процессов и явлений, происходящих на таких сложных социально-экономических образованиях как ООПТ, — крайне актуален. Такое понимание

невозможно без учета многих компонентов природной среды, экономического развития регионов, в которых расположены ООПТ, социальных аспектов. Поэтому, по инициативе природоохранных учреждений и др. начата реализация пятилетнего финансируемого из средств государственного бюджета задания очередной Государственной программы «Развитие системы особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь на 2015–2019 годы», в рамках которого будет создан экспериментальный образец комплексной автоматизировано-справочной системы на базе действующих геоинформационных систем Березинского биосферного заповедника и национальных парков с использованием информации с аппаратов космического базирования и других средств. Данная разработка позволит к 2019 году объединить в единое целое разрозненные локальные ГИС крупных ООПТ Беларуси в целях повышения эффективности использования этих систем для решения основных задач стоящих перед ООПТ, но и в целом социально-экономических аспектов устойчивого развития страны.

Данная система будет построена как единая корпоративная ГИС пяти крупных ООПТ страны – с последующим подключением к ней и других белорусских ООПТ различного уровня и ранга. Реализация разработки будет осуществляться на имеющемся в государственном природоохранном учреждении «Национальный парк «Нарочанский» программном обеспечении ArcGIS for Server Advanced Enterprise путем создания распределенной системы между пятью ООПТ.

При создании системы планируется привлечь государственные ведомства и предприятия, отвечающие за информацию, которая непосредственно используется в ООПТ (биологическое и ландшафтное разнообразие – Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, а также институты Академии наук Беларуси; лесохозяйственная деятельность – Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь; земельный учет – Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь; обучение и подготовка ГИС-специалистов – Министерство образования Республики Беларусь). Эта информация будет внедряться в систему предположительно посредством сторонних сервисов либо другими форматами передачи геоинформационных данных.

Использование, кстати, мобильных геоинформационных решений на базе разрабатываемой системы позволит быстро, качественно и эффективно обеспечить сбор полевых материалов, оперативно принимать решения при управлении природоохранной и хозяйственной деятельностью, а также контроле за соблюдением природоохранного законодательства.

Необходимо также отметить, что в 2015 году в Республике Беларусь началось строительство первого в странах СНГ государственного центра обработки данных (РЦОД). После введения РЦОД в эксплуатацию возможен перевод экспериментального образца создаваемой комплексной автоматизировано-справочной системы в государственную облачную структуру, что позволит не только повысить ее отказоустойчивость и быстродействие, но и обеспечит существенное сокращение трудо- ресурсозатрат.



Немаловажным, на наш взгляд, преимуществом создаваемой комплексной автоматизировано-справочной системы является ее открытость. Система будет способна предоставлять запрашиваемую информацию не только структурным подразделением ООПТ или заинтересованным ведомствам, но и (посредством создания специализированных электронных карт и приложений, а также сервисов) – гражданам, общественным организациям и т.д. Это несомненно повысит эффективность использования результатов работы системы и выполнения Республикой Беларусь положений Орхусской конвенции о доступе общественности к экологической информации. К тому же система призвана стать важным инструментом для обеспечения решения широкого спектра научно-исследовательских задач – путем предоставления мощных аналитических инструментов ученым для отработки теоретических и методических решений на основе данных, полученных на малонарушенных территориях.

Разработка комплексной автоматизировано-справочной системы на базе действующих геоинформационных систем Березинского биосферного заповедника и национальных парков с использованием информации с аппаратов космического базирования и других средств позволит ООПТ Беларуси выйти на новый уровень управления территориями и повысить эффективность сохранения естественных уголков природы.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ХВОЙНЫХ ПОРОД ООПТ

*А.А. Болботунов, Е.В. Дегтярева*

*Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Беларусь  
e-mail: dendro.psu@gmail.com*

Локальный мониторинг окружающей среды проводится с целью экспертной оценки природных факторов и техногенных воздействий, а также для выявления циклических колебаний в приросте деревьев и в различ-



**Рисунок 1 – Схема расположения объектов исследования и границ геоботанического и агроклиматического районирования**

- ◆ Пробные площади сосны
  - ◆ Пробные площади ели
  - ◆ Пробные площади лиственницы
  - \* Метеостанции
- — — — Геоботаническое районирование (Юркевич И.Д., Гельтман В.С.)
- подзоны: А – дубово-темнохвойные леса, округа.  
В – грабово-дубово-темнохвойные леса  
С – широколиственно-хвойные леса
- ▬▬▬▬▬ Агроклиматическое районирование (Шкляр А.Х.).
- Агроклиматическое районирование (1989–1999) (по Мельнику В.И.)

ных природных процессах. ГИС – это удобная среда для описания, анализа и моделирования процессов, происходящих в природных экосистемах, оценки их состояния и функционирования.

Создана сеть мониторинга в виде постоянных пробных площадей по древесным породам (сосна, ель, которые повсеместно распространены на территории Беларуси и лиственница как древесная порода интересная для возобновления/восстановления). Всего разработано 110 дендрошквал, в т.ч. сосны 70, ели 27, лиственницы 13, в том числе 77 превышают столетний период.

Сформированы зональные банки данных годичных колец, которые периодически актуализируются и индицируют изменение климатических условий, техногенных и мелиоративных воздействий. Каждая шкала (опытный образец) составлена на основе 10–30 деревьев. На основе объединения трех-четырех дендрошквал составляются мастерхронологии, дающие обобщенное представление о динамике радиального прироста в конкретных условиях местопроизрастания. Сформированы климатические базы данных по тепловлагообеспеченности на основании данных ближайших метеостанций за отдельные месяцы или периоды, текущего и предыдущего года, а также комплексные показатели (гидротермический коэффициент, индекс континентальности, солнечной активности в числах Вольфа и др.). Представлены характеристики гранулометрического состава и агрохимических свойств почв.

Наиболее ценными постоянными пробными площадями являются площадки на особо охраняемых природных территориях, так как возраст рубки не лимитирует их функционирование.

Проведение дендроклиматохронологического (ДКХ) мониторинга усиливает раздел научного туризма. Разрабатываются вековые дендрошкалы и среднесрочный прогноз радиального прироста основных лесоо-

**Таблица 1.1– Наличие и распределение постоянных пробных площадей и учетных площадок для разработки дендрошквал хвойных пород за 2006–2015 гг. на территории Беларуси**

Агроклиматические (геоботанические) зоны	Количество ППП, шт.							
	Всего	Породы			Вековые шкалы			
		сосна	ель	лиственница	Всего	сосна	ель	лиственница
Северная часть Беларуси	64	40	16	8	46	30	9	7
Центральная часть (восточно-западные рубежи)	32	21	6	5	24	16	5	3
Южная часть Беларуси (Белорусское Полесье)	14	9	5	–	7	6	1	–
Итого	110	70	27	13	77	52	15	10

бразующих пород на основе векового ретроспективного анализа ширины годичных колец, что послужит обоснованному обустройству туристических маршрутов актуальной информацией и метеорологическими базами данных [1, 2, 3].

На графиках, представленных ниже, ясно выделяются реперные годы, т.е. годы минимального и максимального прироста. Наибольший радиальный прирост: 1880, 1892, 1909, 1937, 1950, 1857, 1978, 1983, 2001, 2004, 2007–08, 2012 годы. Годы наименьшего прироста: 1875, 1889, 1895–97, 1904, 1928, 1941, 1959, 1979–80, 1998, 2006, 2010, 2014 гг. Условия место-произрастания характеризуются преимущественно песчаными автоморфными почвами, тип леса сосняк мшистый. Совместное произрастание сосны и ели представлено на более богатых суглинистых почвах на пробе ПП 276 в Нарочанском лесничестве (рисунок 3).

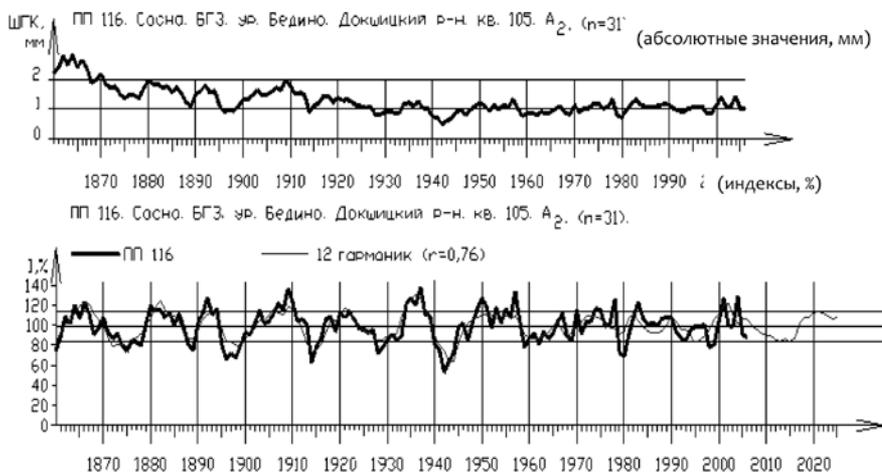
На рисунке 3 можно заметить значительную разницу в величинах годичного радиального прироста ели и периодически повторяющиеся годы минимального прироста (1980, 1992–93, 2000, 2006, 2014), что указывает на неустойчивость данной породы в период потепления климата и немалую вероятность повреждения короедом-типографом, особенно в чистых еловых насаждениях. Это подтверждается данными пробной площади ПП 276 в кв. 152 Константиновского лесничества Национального парка «Наро-

**Таблица 1.2 – Дендрохронологический мониторинг на ООПТ (реестр учетных площадок)**

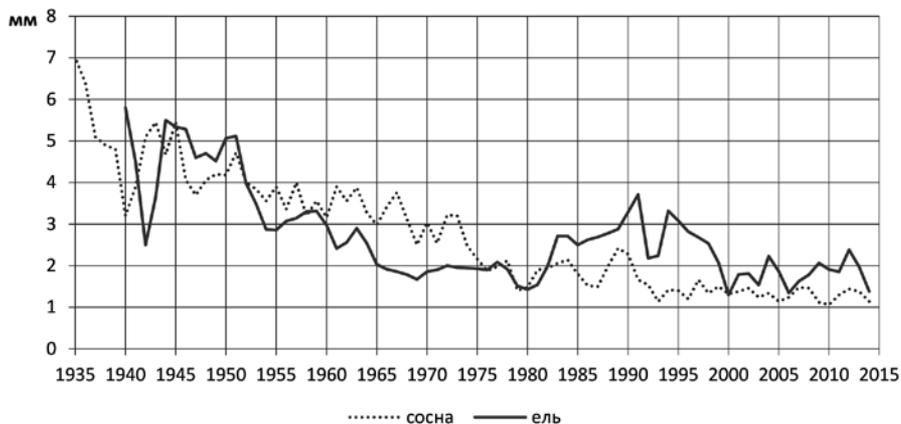
Название ООПТ	Область	Коорд. админ.	Кол-во ПП	Год закладки ПП	Порода	Макс. протяженность шкал, лет
1	2	3	4	5	6	7
Березинский государственный биосферный заповедник	Витебская Минская	54°	2	1996, 2006	сосна ель	154
Нац. парк «Браславские озера»	Витебская	55°	4	1996	сосна ель	171
1	2	3	4	5	6	7
«Ельня» гидрологический заказник (ГПУ)	Витебская	55°	2	1998	сосна ель	167
Гожский биологический заказник	Гродненская	55°	4	2003	сосна ель	167
Национальный парк «Нарочанский»	Витебская Минская Гродненская	54°	6	2004	сосна ель	165
«Прибужское Полесье» (ГПУ) ландшафтный заказник	Брестская	51°	4	2008	сосна ель	160

чанский», имевших места при усыхании еловых древостоев на значительной площади. Проблемная ситуация с усыханием ели просматривается периодически на всей территории Республики.

Выполненные нами исследования на территории Двинской ЛОС Института леса НАН Беларуси подсказывают возможность замены усыхаю-



**Рисунок 2 – Динамика радиального прироста сосны на ПП 116 в Березинском государственном биосферном заповеднике. Прогнозные данные представлены с 2005 по 2025 год**



**Рисунок 3 – Динамика радиального прироста (мм) сосны и ели при их совместном произрастании на пробной площади ПП 279, Нарачанское лесничество кв. 56, выд. 22, С<sub>3</sub>**



**Рисунок 4 – Случай редкого естественного возобновления лиственницы.**  
**Двинская ЛОС Института леса НАН Беларуси, Прошковское лесничество, кв. 35.**  
**Динамика радиального прироста лиственницы, 1\*10 мм, III 58, C<sub>2</sub>,**  
**листвяг орляковый. Водоохранная зона оз. Пеуа**

1 поколение: Рядовая посадка. Протяженность шкалы с 1896–2013 (117 лет).

2 поколение: Естественное возобновление. Протяженность шкалы с 1928–2013 (85 лет).

ших еловых древостоев в условиях местопроизрастания C<sub>3</sub> (свежие богатые суглинистые почвы) лиственницей [2,3].

Разрабатываемые вековые дендрошкалы послужили методологической предпосылкой для понимания динамики природной среды в прошлом, сущности происходящих изменений в настоящем и возможных изменений в будущем.

### *Литература*

1. Болботунов А.А., Дегтярёва Е.В. Дендрохронологический мониторинг реперных лет экстремальных значений радиального прироста хвойных пород в национальном парке «Нарочанский» Вестник ПГУ Серия F Строительство. Прикладные науки. №8, 2014 с. 120–125.
2. Болботунов А.А. Лиственница в Беларуси: дендрохронологический аспект. МНПК Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран. Сборник научных статей второй МНПК. 27–29 марта 2012 г. МГУ им А.А. Кулешова 2-х частях/ под. ред. И.Н. Шарухо, И.И. Пирожника, И.И. Бариновой Ч.1, Могилев – 2012. с. 9–12.
3. Болботунов А.А. Динамика радиального прироста лиственницы, сосны и ели на территории Гродненской и Витебской областей. Материалы VIII МНПК «Актуальные проблемы экологии» Гродно 24–26 октября в 2-х частях Ч.1 Гродно: ГрГУ им. Я.Купалы – 2012, с. 15–16.

**IMAGE MEDIA CENTER –  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА  
МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

*В.Н. Горюнова, К.А. Иванова*

*ООО «Центр инновационных технологий», г. Москва*

*e-mail: [contact@novacenter.ru](mailto:contact@novacenter.ru)*

Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой технологий комплексной обработки данных ДЗЗ и векторных карт в рамках единого геоинформационного пространства.

Ключевые слова: ДЗЗ, технологии обработки материалов космической съемки, одновременной мониторинг, векторизация данных, тематические карты, комплексный анализ.

Космические системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) обеспечивают сбор данных в глобальном масштабе с высоким пространственным и спектральным разрешением, однако для достижения успеха необходима возможность не только доступа к массивам данных, но и их быстрая и качественная обработка.

Существует ряд российских и зарубежных программных продуктов для обработки геопространственных данных (растровых и векторных), но большинство из них не позволяет комплексно решать задачи в рамках единой системы, и для проведения полного цикла обработки требуется использовать две-три программы, что требует значительных временных и стоимостных ресурсов.

Для обработки и анализа материалов космической съемки (оптических и радиолокационных), а также совмещения в едином геоинформационном пространстве разнородных данных, на российском рынке существует инновационный полнофункциональный программный комплекс IMAGE MEDIA CENTER (ПК ИМС), разработанный российской компанией «Центр инновационных технологий». ПК ИМС позволяет на основе материалов спутниковой съемки решать широкий спектр задач по мониторингу ситуаций природного и техногенного характера.

В рамках ПК ИМС реализованы технологии по предварительной и до-полнительной обработке материалов космической съемки, в том числе с космических аппаратов (КА) «Ресурс-ДК», «Канопус-В», «БКА» и «Ресурс-П» № 1,2.

Предварительная обработка данных ДЗЗ включает в себя геометрическую, радиометрическую коррекцию изображения, географическую привязку снимка. Дополнительная обработка позволяет улучшить качество выходной продукции путем повышения пространственного

разрешения снимков, проведения цветокоррекции, уточнения геопривязки и т.п.

В результате предварительной обработки материалов с российских КА формируется следующий набор выходных продуктов, по качеству соответствующий мировым аналогам:

- ортотрансформированный панхроматический снимок;
- ортотрансформированный цветосинтезированный снимок (мульти-спектральный набор каналов);
- ортотрансформированный комплексированный снимок (цветное изображение с разрешением, приведенным к панхроматическому);
- файлы метаданных для каждого выходного продукта;
- векторная маска маршрута.

Технология обработки материалов состоит из следующих этапов:

1. Предварительная обработка материалов ДЗЗ:
  - формирование маршрутов съемки из исходных данных (для материалов съемки с российских КА);
  - геокодирование данных (по бортовым данным с использованием RPC-коэффициентов, ортотрансформирование с учетом ЦМР, уточнение привязки по опорным точкам);
  - устранение регулярных/нерегулярных шумов, дефектов, артефактов;
  - радиометрическая коррекция;
  - цветовая/тоновая коррекция;
  - повышение качества материалов (резкости, четкости, детальности);
  - атмосферная коррекция.
2. Тематическая обработка данных ДЗЗ:
  - кластеризация, классификация с обучением (рис.1);
  - формирование и анализ индексных изображений (например, NDVI, NDWI, NBR, TVDI и др.) (рис.2)
  - текстурный анализ по панхроматическим изображениям;
  - анализ гиперспектральных данных (в том числе работа со спектральными библиотеками);
  - структурный анализ объектов.
3. Векторизация результатов тематической обработки:
  - наполнение векторных данных атрибутивной информацией;
  - создание и назначение стилей отображения векторных объектов;
  - формирование тематических и топографических классификаторов объектов (с учетом типа объекта, стиля и масштаба отображения, набором атрибутивных данных).
4. Автоматизация технологии обработки пространственных данных (в рамках ПК ИМС).
5. Создание отчетных документов в виде файлов PDF/JPG по результатам комплексной тематической обработки (в рамках ПК ИМС).

Технология комплексной обработки данных ДЗЗ и векторных карт позволяет решать задачи по анализу геопространственных данных в рамках

единой системы, что значительно сокращает затраты на временные и стоимостные ресурсы. Автоматизированные алгоритмы обработки, реализуемые в ПК ГИС, позволяют анализировать не только качественные, но и пространственные и временные изменения, происходящие на территории мониторинга (рис.3).

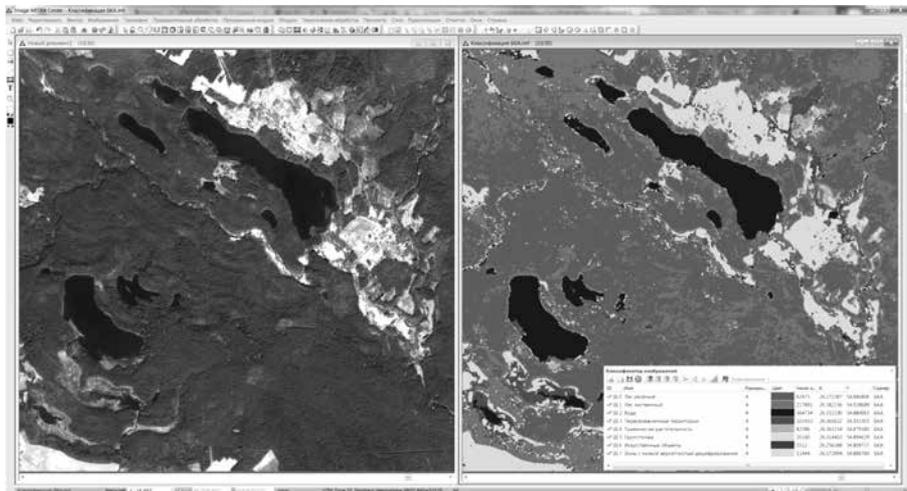
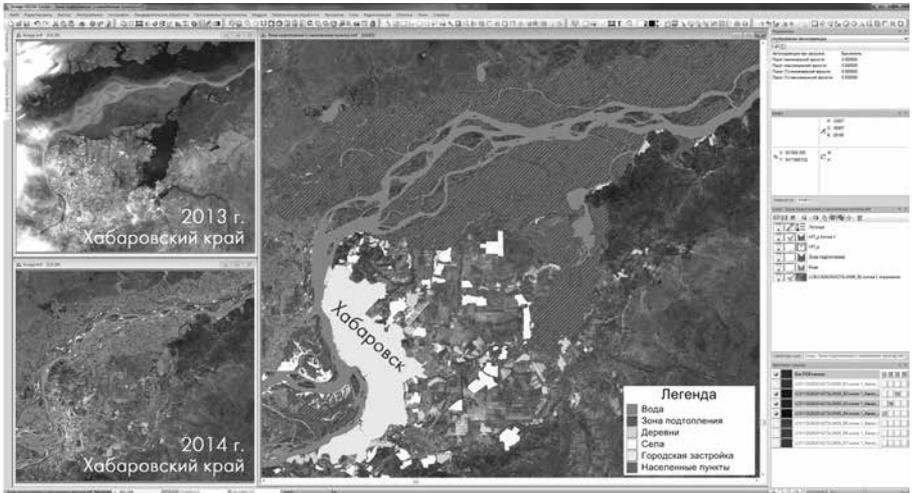


Рисунок 1 – Классификация подстилающей поверхности. БКА, Беларусь, Нарочанский парк



Рисунок 2 – Выявление очагов пожаров по данным КА Landsat-8, Беларусь



**Рисунок 3 – Мониторинг наводнений по данным КА Landsat-8, Хабаровский край**

Многофакторный анализ в единой геоинформационной среде позволяет своевременно выявлять критичные места, оперативно реагировать на отрицательные изменения и принимать управленческие решения для предотвращения негативных последствий в случае обнаружения ЧС.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (ГИС) КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА БОЛОТ НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА**

<sup>1</sup>*З.А. Ничипорович, <sup>2</sup>Е.Н. Каждан*

*Государственное научно-производственное объединение  
«Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»,  
г. Минск, Беларусь*

<sup>1</sup>*e-mail: [nichiporovich\\_z@mail.ru](mailto:nichiporovich_z@mail.ru)*

<sup>2</sup>*e-mail: [kazhdan.elena@yandex.ru](mailto:kazhdan.elena@yandex.ru)*

Использование космических ГИС технологий одно из широко развиваемых приоритетных направлений современности, в том числе в области рационального природопользования особо охраняемых природных территорий. Березинский биосферный заповедник включает 19 болот, находящихся в естественном состоянии, которые представляют в своем большинстве труднодоступные или непроходимые территории. Актуальность тем более возрастает в связи с тем, что традиционные наземные методы обследования являются дорогостоящими и не позволяют в полной мере учитывать специфику и решать задачи мониторинга на достаточно точном, детальном и оперативном уровне.

В настоящее время в рамках проекта «Разработать экспериментальную ГИС спутникового мониторинга болот с целью их охраны и восстановления в условиях интенсивного антропогенного воздействия» программы Союзного государства «Мониторинг-СГ» (2013–2017) предложена информационная модель ГИС мониторинга на основе данных дистанционного зондирования (рисунок 1).

Первоочередные задачи, которые необходимо было реализовать в ходе выполнения проекта:

- создание БГД спутниковой и наземной мониторинговой информации;
- систематизация и интеграция разнородных данных: геоботанических, химико-аналитических, разномасштабных картографических, спектрально-информационных;
- разработка автоматизированных методов оптимизации распознавания, анализа, представления и визуализации выходной продукции на основе ДДЗ болотных экосистем максимально адаптированной в интересах потребителя.

Разработаны стандартные технические требования к ГИС, в том числе с учетом специфики исследуемых территорий, ее состав и информационная структура тематических баз геоданных (БГД).

Методика ведения баз представляет пошаговую инструкцию и предназначена для изучения основных принципов функционирования и настрой-



**Рисунок 1 – Информационная модель экспериментальной ГИС спутникового мониторинга болот Березинского биосферного заповедника**

ки БГД в составе экспериментальной ГИС спутникового мониторинга болот, работают под управлением специализированного программного обеспечения ERDAS Imagine 2010 и адаптированы к ArcGIS 10.

Информация о болотах заповедника объединена в три блока мониторинговых задач (генезис, научная значимость, природное воздействие). Аэрокосмоинформация представлена в среде ERDAS Imagine виде каталога IMAGINE CATALOG с набором стандартных характеристик для описания снимков (вид сенсора, пространственное разрешение, привязка в системе WGS-84, дата съемки, месторасположение в ГИС и т.д.) по 19-ти болотам Березинского заповедника и шести аналогам-ландшафтам. Информативность ДДЗ, их спектральных зон и каналов оценивалась по снимкам среднего разрешения (15 м) Landsat, Aster; высокого – Канопус (10 м), Белорусский космический аппарат (10 м), Alos (5 м) и сверхвысокого – Ikonos (1,2 м), аэрофотосъемка (0,3 м).

В состав ГИС также включена БГД наземной мониторинговой информации, которая содержит данные о калибровочно-эталонных участках индикаторных биотопов, космозатонах, тематических профилях, взаимосвязанных с данными GPS-привязки контрольных точек наблюдения.

Таким образом, с целью оптимизации экспериментальной ГИС космического мониторинга болот, следующий этап работ будет посвящен программно-алгоритмическому обеспечению задач по обработке, анализу, передаче, представлению и визуализации получаемой выходной продукции.

## **ГИС И БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ: ИТОГИ СОТРУДНИЧЕСТВА ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА И КУРСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ (2007–2014 ГГ.)**

*О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова, Д.О. Рыжков*

*Центрально-Черноземный государственный  
природный биосферный заповедник имени профессора В.В. Алехина,  
Курская обл., пос. Заповедный, Россия  
e-mail: ryzhkov@zapoved-kursk.ru*

Курская атомная станция входит в первую тройку самых мощных атомных станций России. История создания энергогиганта началась с сентября 1966 г., когда было принято решение о строительстве Курской атомной станции на левом берегу реки Сейм в 40 километрах западнее города Курска. В 1976 г. был запущен первый реактор станции, в период с 1979 по 1985 г. введены в строй еще три энергоблока, а с 2014 г. начато строительство станции замещения КуАЭС-2.

Промышленные гиганты, к которым по праву принадлежит Курская атомная станция, всегда являлись и являются объектами пристального внимания различных экологических служб, общественности, средств массовой информации в отношении воздействия на природную среду. С целью обеспечения экологической безопасности, выполнения экологического производственного контроля на Курской АЭС организована и функционирует экологическая служба, состоящая из трех лабораторий: внешнего радиационного контроля; экологической безопасности и автоматизированной системы контроля радиационной обстановки.

В апреле 2007 г. был подписан Протокол о намерениях сотрудничества между Курской АЭС и Центрально-Черноземным заповедником (ЦЧЗ). Согласно этому документу заповедник и атомная станция обязались сотрудничать в научно-исследовательской и информационной деятельности в области охраны окружающей среды. На центральной усадьбе ЦЧЗ организован АЭС пост радиометрического контроля, данные заносятся в Летопись природы.

К научным исследованиям сотрудники ЦЧЗ приступили в октябре 2007 г. Полученные результаты по видовому разнообразию растений, мхов, лишайников, грибов и птиц, выявленные на небольшой площади, оказались весьма внушительными и неожиданными для ученых ЦЧЗ, позволили дать объективную, аргументированную оценку влияния атомной станции на природную среду.

Всего за период с 2007 по 2014 гг. осуществлено 5 совместных проектов, наиболее крупных из которых было два.

**1. Проект «Изучение и оценка биологического разнообразия флоры и фауны на территории прибрежной защитной полосы водоёма-охладителя I и II очередей Курской АЭС» (2007–2008 гг.).**

Впервые для исследуемой территории создана подробная карта древесно-кустарниковой растительности на основе наземной ГЛОНАСС(GPS)-съёмки, а также сводные карты проективных покрытий древесно-кустарниковой растительности и распространения одиночных деревьев и кустарников по территории прибрежной защитной полосы водоёма-охладителя Курской АЭС. В процессе работы апробировались различные модели приборов спутниковой навигации. Большое внимание уделялось поиску и картографированию редких видов биоты из Красных книг России и Курской области. Осуществлялось также картирование популяций других примечательных видов и составление тематических карт. В процессе мониторинга растительного покрова отслеживались изменения проективных покрытий отдельных видов при воздействии антропогенных факторов, в частности весенних палов. Активно исследовались также другие компоненты природных экосистем: водные беспозвоночные, грибы, лишайники, мохообразные. Наиболее весомые результаты получены при изучении видового разнообразия орнитофауны водоёма-охладителя КуА-ЭС. В ходе работы фиксировались координаты гнёзд птиц и нор млекопитающих, а также места встреч редких видов насекомых.

Результаты научных исследований за 2007–2008 гг. по данному проекту нашли отражение в коллективной монографии (Рыжков, Власов, Золотухин и др., 2009).

**2. Проект «Биологический мониторинг окружающей среды на территории санитарно-защитной зоны Курской АЭС» (с 2009 г.).**

При выполнении проекта активно используются мобильные устройства сбора данных (персональный спутниковый навигатор на системе Android Garmin Monterra, защищённый планшетный компьютер Hugerock T71G и др.) и современные ГИС-технологии. Начиная с 2015 г., картографирование природных объектов осуществляется с помощью высокоточного (плановая ошибка – около 3 см) двухчастотного GNSS/GPS приёмника Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH, принимающего в реальном времени поправки с референцной станции в г. Курске.

В 2010 г. разделительная коса водоёма-охладителя КуАЭС была удлинена на 1,5 км. Особое внимание в последние годы уделялось мониторингу именно этого объекта. Работы по удлинению разделительной дамбы водоёма-охладителя Курской АЭС были инициированы в 2009 г., в частности, осуществлены насыпка привозным песком и планирование площади, подведена линия электропередачи протяжённостью около 6 км. Основные технологические мероприятия, начавшиеся весной 2010 г., заключались в намывке дамбы при помощи земснаряда, который откачивал песчано-водную смесь со дна водоёма. По состоянию на 10.11.2010 г., работы по удлинению косы были завершены. В начале ноября 2010 г. осуществлялась лишь домывка дамбы в местах, где высота её центральной части была ниже

проектной. Начиная с 2010 г., сотрудниками ЦЧЗ осуществляется мониторинг нового участка дамбы на основе GPS-съёмки, по результатам которого определялись её основные размерные показатели (таблица 1).

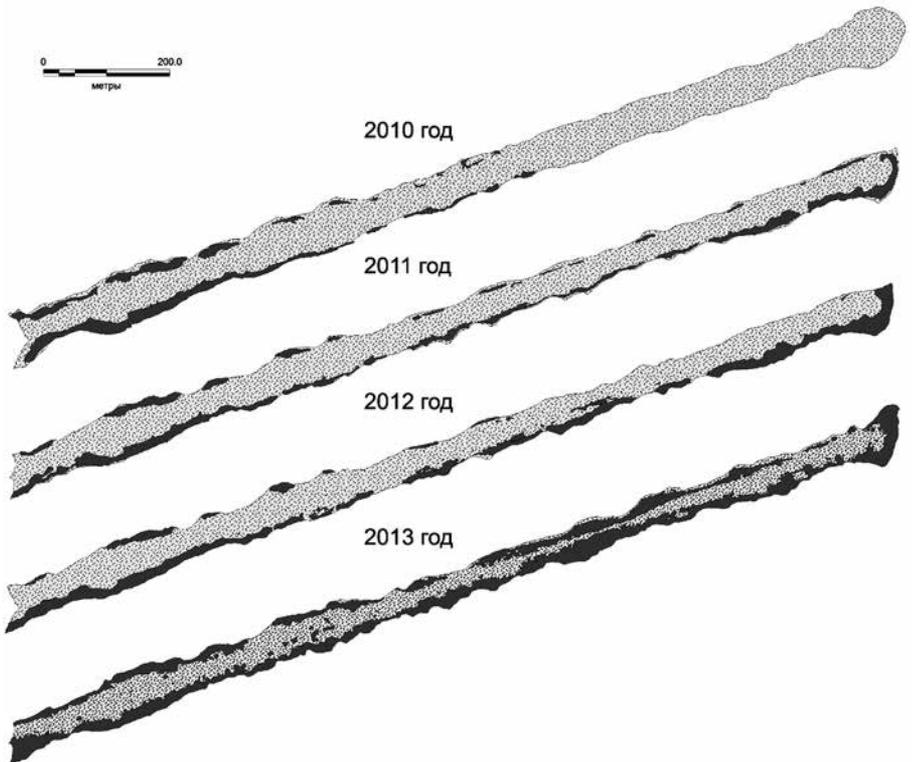
Через четыре года эксплуатации объекта констатируется стабилизация юго-восточного берега намывтой части косы в основном за счёт укрепления грунта корнями травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Северо-западное побережье на локальных участках всё ещё продолжает подвергаться водной эрозии, в результате которой берег размывается вместе с растительным покровом. Из-за очагового размыва северного побережья оно становится более изрезанным, о чём свидетельствует увеличение периметра его береговой линии с 3290 м в 2012 г. до 3348 м в 2014 г. Для предотвращения дальнейшего процесса разрушения этой территории волнами Курского водохранилища в 2014 г. продолжалось укрепление наиболее проблемных мест щебнем и валунами. Длина намывтой части дамбы с ноября 2010 г. по июнь 2014 г. не изменилась и составила 1485 м. Стабилизировалась и её площадь на уровне 7.9 га (табл. 1).

**Таблица 1 – Мониторинг размера намывтой части разделительной дамбы в 2010–2014 гг.**

Дата	Показатели				
	Длина, м	Ширина, м		Площадь, га	Периметр, м
		макс.	мин.		
2009 г. (отсыпка)	22	46	12	0.04	110
22.06.2010 г.	896	87	49	5.82	2068
5.08.2010 г.	1082	87	49	7.14	2461
31.08.2010 г.	1210	87	49	7.88	2730
24.09.2010 г.	1304	100	55	9.18	2922
10.11.2010 г.	1463	90	44	8.96	3231
<b>Итого 2010 г. (с учётом отсыпки 2009 г.)</b>	<b>1485</b>	<b>90</b>	<b>44</b>	<b>9.00</b>	<b>3227</b>
26.08.2011 г.	1485	92	36	7.97	3266
<b>Итого 2011 г.</b>	<b>1485</b>	<b>92</b>	<b>36</b>	<b>7.97</b>	<b>3266</b>
13.04.2012 г.	1485	82	34	7.84	3291
03.05.2012 г.	1485	79	33	7.92	3290
<b>Итого 2012 г.</b>	<b>1485</b>	<b>79</b>	<b>33</b>	<b>7.92</b>	<b>3290</b>
26.04.2013 г.	1485	79	34	7.92	3314
<b>Итого 2013 г.</b>	<b>1485</b>	<b>79</b>	<b>34</b>	<b>7.92</b>	<b>3314</b>
23.06.2014 г.	1485	80	32	7.87	3348
<b>Итого 2014 г.</b>	<b>1485</b>	<b>80</b>	<b>32</b>	<b>7.87</b>	<b>3348</b>

Растительный покров наиболее активно формируется на территории, обращённой к югу – юго-востоку (рис. 1), однако в 2013 г. значительно активизировалось зарастание и противоположного берега. В 2010 г. растительность покрывала 0.96 га или 10.7% намывтой части дамбы, в 2011 г. эти цифры увеличились, соответственно, до 1.54 га и 19.3%, а в 2012 г. – до 2.01 га и 25.4%. Таким образом, за период с ноября 2010 по август 2012 гг. растительность покрывала около четверти площади намывтой территории дамбы. По состоянию на 11 октября 2013 г. площадь удлинённой части косы, занятая древесно-кустарниковой и травянистой растительностью, составила 3.60 га (45.5% от общей). Площадь проективного покрытия растительного покрова за 2013 г. увеличилась на 20%.

На исследуемой территории проводились различные картографические работы со сбором атрибутивной информации. Так, в 2015 г. прибором GeoExplorer 6000 GeoXN картировалось зарастание тростником южным (обыкновенным) *Phragmites australis* акватории Курского водохранилища вдоль юго-восточного побережья намывтой территории дамбы, изу-



**Рисунок 1 – Динамика проективных покрытий растительных группировок удлинённой территории разделительной дамбы с 2010 по 2013 гг.**

чалась динамика распространения облепихи крушиновидной *Pirporhaë rhamnoides*, осуществлялся мониторинг формирования древостоя на новой части разделительной косы (в полевых условиях выполнялась съёмка координат оснований стволов каждого дерева с диаметром ствола на высоте груди 4 см и более с последующим построением в ГИС MapInfo Pro 12.5 64bit схем их размещения; высоты деревьев определялись с помощью лазерного высотомера Nikon Forestry Pro).

Использование геоинформационных технологий при ведении биологического мониторинга окрестностей КуАЭС позволило не только в наглядной форме представить результаты исследований, но и выполнить анализ пространственного распределения данных, что нашло применение при оценке степени воздействия предприятия на окружающую среду.

За период с 2007 по 2014 годы в рамках реализации нескольких природоохранных проектов получены новые сведения о видовом и цено-тическом разнообразии техногенных ландшафтов КуАЭС и смежных с атомной станцией природных территорий. Выявлены многие редкие виды сосудистых растений, грибов, мохообразных, птиц, занесённых в Красные книги России и Курской области, причём отдельные из них отмечены в области впервые. Биологические популяции в большинстве случаев являются жизнеспособными. Результаты научных исследований косвенно свидетельствуют об отсутствии отрицательного влияния атомной станции на природную среду.

Ниже представлен перечень картографических материалов, созданных в результате реализации проектов сотрудничества ЦЧЗ с Курской АЭС:

1. Карта древесно-кустарниковой растительности прибрежной защитной полосы водоёма-охладителя I и II очередей Курской АЭС (2008).
2. Сводные карты проективных покрытий древесно-кустарниковой растительности и распространения одиночных деревьев и кустарников по территории прибрежной защитной полосы водоёма-охладителя Курской АЭС (2008).
3. Карта динамики растительного покрова восточной части разделительной дамбы при подготовке её к реконструкции весной 2009 года (2009).
4. Серия ежегодных карт мониторинга береговой линии намытой территории разделительной дамбы водоёма-охладителя (2010–2014).
5. Карты распространения сосудистых растений из Красных книг Курской области и России (2007–2008).
6. Карты размещения гнёзд птиц и нор млекопитающих (2008, 2014).
7. Карты встреч отдельных видов грибов, насекомых, птиц, включая редкие (2007–2014).
8. Различные схемы последствий антропогенных воздействий на окружающую среду, в т.ч. связанные с промышленной деятельностью КуАЭС (границ растительных пожаров, размещения ЛЭП на разделительной дамбе, складирования порубочных остатков, куч песка, щебня и пр.) (2009).
9. Карта древесно-кустарниковой растительности разделительной дамбы, погибшей при строительстве ЛЭП в августе–сентябре 2009 года (2009).

10. Динамические карты мониторинга за состоянием популяций отдельных видов деревьев и кустарников (сосны горной, жарковца метельчатого и др.), в т.ч. после воздействия весенних палов (2009–2010).
11. Карта распространения молодых особей древесно-кустарниковых видов на насыпи грунта в юго-восточной части побережья Курского водохранилища (2009).
12. Схемы инвазий отдельных видов древесных интродуцентов (клен ясенелистный) (2011).
13. Карты пионерных растительных группировок намытой части разделительной дамбы (2010–2014).
14. Тематические карты древесно-кустарниковых видов, обнаруженных на временной пробной площади (2010), растительного покрова намытой части разделительной дамбы (2012).
15. Схемы распространения облепихи обыкновенной на намытой части разделительной дамбы (2012–2014).

### ***Литература***

1. Рыжков О.В., Власов А.А., Золотухин Н.И. и др. Биологическое разнообразие техногенных ландшафтов Курской АЭС. М., 2009. 283 с.

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ – ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ВУЗОВ**

***О. Ю. Селивёрстов***

*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина,  
лаборатория комплексного тематического картографирования,*

*Харьков, Украина*

*e-mail: [oleg\\_seliverstov@gmail.com](mailto:oleg_seliverstov@gmail.com)*

Учебными программами ВУЗов предусмотрено использование проблемно-ориентированного подхода, как способа повышающего качество подготовки специалистов. В докладе рассматриваются возможности, которые открывает работа студентов направленная на решение задач геоинформационного и картографического обеспечения национальных природных парков.

Область пересечения интересов ВУЗов и национальных парков открывает широкое поле для деятельности. Парки нуждаются в данных, картах, сервисах, приложениях, в целом заинтересованы во внедрении современных технологий в условиях ограниченных ресурсов. ВУЗы заинтересованы в актуальных задачах достаточной сложности, предусматривающих полноценное внедрение в работу предприятий, а также заинтересованы в доступе к исходным данным для выполнения исследовательских работ.

Рассмотрим основные преимущества для ВУЗов выполняющих обучение по направлениям геоинформатика, география, картография, экология, биология, история с привязкой к основным аспектам подготовки специалистов.

### ***Мотивация***

Современные технологии являются сильным воодушевляющим фактором для учащихся. Понимание востребованности технологий на рынке труда позволяет будущим специалистам добиваться лучших результатов обучения, включая самообучение.

Видя, что результат работ будет использоваться на производстве, понимая нюансы внедрения, студенты более ответственно подходят к работе, уделяют повышенное внимание вопросам качества, в целом более проявляют заинтересованность, чем при подготовке работы не предполагающей практическое использование.

### ***Геоинформационные технологии***

Полноценная работа парка невозможна без использования ГИС. Работая над внедрением и развитием геоинформационных технологий студенты знакомятся со структурой БД, стандартами, форматами, программным обеспечением, оборудованием, процессами сбора и обработки данных, картографическим дизайном. Любой блок и любая функция информационной системы является открытой точкой приложения усилий.

### ***Технологии управления проектом***

Важной частью обучения студентов является знакомство с современными системами управления проектами (рисками, временем, задачами, данными, кодом, знаниями, документацией) и инструментами распределенной коммуникацией, которые используются в любом современном производстве.

Поскольку результаты работ будут использованы на производстве, особое внимание должно уделяться использованию технологий управления качеством. Как правило, вопросы качества слабо затрагиваются в учебных программах — проектная работа является хорошей возможностью закрыть этот пробел.

### ***Направления работ***

Приведем возможные направления работ, которые могут выполнять студенты в формате практических занятий, курсовых, квалификационных, производственных практик:

- Экспертиза рабочих процессов
- Разработка проектной документации
- Проектирование структуры БД
- Разработка стандартов метаданных
- Администрирование БД, серверов, каталогов
- Создание общегеографических БД, карт, сервисов
- Создание тематических БД, карт, сервисов
- Создание мозаик и сервисов ортофотопланов
- Разработка инструментов контроля качества данных
- Разработка расширений настольных ГИС
- Разработка скриптов автоматизации
- Разработка интернет- и мобильных приложений
- Проектирование и внедрение рабочих процессов
- Проведение обучающих мероприятий
- Автоматизация полевого сбора
- Съёмка с использованием БПЛА
- Разработка рабочих инструкций
- Моделирование и анализ
- Удаленная техподдержка
- Дизайн стилей карт

В зависимости от специализации студента, руководитель определяет задачу подходящую для разработки и внедрения в работу одного или нескольких отделов (науки, рекреации и просвещения, охраны, хозяйственный) национального парка. Комплексные задачи могут решаться группами студентов разных специальностей и годов обучения.

### ***Примеры внедрения***

Лаборатория тематического картографирования ХНУ в сотрудничестве с НИИ Экологических проблем, рядом НПП, выполняет работы по крупномасштабному картографическому обеспечению объектов ПЗФ. В рамках Esri Conservation Program запущены сервисы ортофотопланов (на основе БПЛА-данных), крупномасштабных общегеографических и ландшафтных карт для более 15 территорий ПЗФ.

Лаборатория тематического картографирования ХНУ в сотрудничестве с кружками юных натуралистов харьковских зоопарков автоматизировала работы по проведению зимних маршрутных учетов и других типов полевых работ. Разработана структура БД, формы ввода, интернет-карты, инструкция по проведению ЗМУ. Работы выполнены на базе платформы ArcGIS Online. Результаты наблюдений доступны для внутреннего использования в учебно-исследовательских целях.

Лаборатория OSGeo ХНУ совместно с НПО «НЭЦУ», другими профильными ВУЗами и участниками сообщества OSM поддерживает открытый кадастр объектов ПЗФ. Доступ к данным о границах и базовым характеристикам предоставляется в файловых форматах и виде сервисов. Данные используются для гражданского мониторинга, научно-исследовательских работ, в качестве основы при составлении тематических карт.

Студентами ГГФ ХНУ совместно с сотрудниками научного отдела НПП «Слобожанский» в рамках ландшафтной практики, разработана технология полевого сбора данных для выполнения работ по дешифрированию мультиспектральных снимков. Разработана структура БД, соответствующие сервисы, мобильное приложение, рабочая инструкция. Данные доступны для внутреннего использования, технология открыта для использования всеми заинтересованными.

НПП «Слобожанский» в рамках Международного учета белого аиста использует интернет-приложение разработанное при участии лаборатории тематического картографирования ХНУ. Приложение позволяет волонтерам добавлять сообщения о расположении и характеристиках гнезд. К инициативе подключились НПП «Двуречанский» и «Гомольшанские леса», граждане из других областей, что обеспечило сбор и поддержку более 350 местоположений по Украине и соседним странам. Данные открыты и доступны в файловых форматах и в виде сервисов.

НПО «Викимедия Украина» и «НЭЦУ», в сотрудничестве с ведущими учебными заведениями ежегодно проводят конкурс «Вики любит землю», одной из задач которого является создание и улучшение статей по объектам ПЗФ. В конкурсе, в роли авторов, принимают участие студенты естественных специальностей. Статьи связываются с объектами открытого кадастра пространственно и через ID. Полученная в ходе проекта информация готова для простого использования всеми заинтересованными.

Подробнее о реализованных проектах см. на [pzf.gis.kh.ua](http://pzf.gis.kh.ua)

### ***Дальнейшие шаги***

Проведите анализ деятельности НПП в зоне доступной вашему ВУЗу для организации полевых практик. Выйдете на контакт с сотрудниками научных отделов, отделов рекреации, администрацией парков. Изучите наиболее актуальные задачи парка и возможности интеграции их в учебно-исследовательский процесс вашей кафедры, факультета. Подготовьте списки потенциальных тем работ и организуйте к ним простой доступ абитуриентов, студентов, научных руководителей. Запланируйте порядок работ по разработке и внедрению. Делитесь успехами с сообществом, открывайте данные и инструменты для свободного использования.

**АТЛАС НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА:  
ИДЕЯ, НАЗНАЧЕНИЕ, СОДЕРЖАНИЕ  
(НА ПРИМЕРЕ НПП "ДВУРЕЧАНСКИЙ")**

*Е.И. Сенная, О.В. Бодня, В.С. Попов*

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,  
г. Харьков, Украина  
e-mail: [sennaja@ukr.net](mailto:sennaja@ukr.net)*

Научное и методическое обеспечение разработки атласных картографических произведений заповедных территорий, по нашему мнению, является важной задачей современных исследований. Функционирование заповедных территорий с международным и государственным статусом, ранга заповедников и национальных природных парков, предусматривает разные виды деятельности, которые должны быть согласованы и обеспечены пространственными данными для организации эффективного менеджмента территорий.

В современном законодательстве Украины перечень картографических произведений для обеспечения создания и деятельности заповедных территорий определён лишь частично, есть требования к картам при разработке Проектов создания новых территорий, отдельное внимание картографическое сопровождению уделено в рамках разработки кадастра объектов природно-заповедного фонда (ПЗФ) Украины. Актуальность темы обусловлена и тем, что количество территорий и объектов ПЗФ в Украине в последние годы существенно увеличилось и имеет предпосылки к увеличению (учитывая международные (европейские) обязательства Украины по расширению экологической сети).

Национальный природный парк (НПП) «Двуречанский» является относительно «молодым» природоохранным учреждением, так как был создан в конце 2009 г., став одним из трёх, ныне действующих НПП Харьковской области (на ряду с НПП «Гомольшанские леса», НПП «Слобожанский») [4]. Основной целью создания парка являлось сохранение уникальной меловой флоры правого берега реки Оскол (притока р. Северский Донец), природные комплексы которого стали заповедным ядром парка. НПП «Двуречанский» является ключевым элементом Оскольского природного коридора, который входит в состав Европейской экологической сети.

Картографирование территории будущего парка на системной основе было начато в период обоснования идеи создания парка. Осуществлялось специалистами кафедры физической географии и картографии ХНУ им. В.Н. Каразина в сотрудничестве с инициаторами проекта – представителями кафедры зоологии и экологии животных ХНУ им. В.Н. Каразина. Именно для проекта создания Парка авторским коллективом, ныне

разрабатывающим атлас, в 2007–2008 г.г. были созданы карты существующих землевладений и использования земель на территории проектируемого парка, карта функционального зонирования и др. [5].

После создания Двуречанского НПП авторский коллектив Проекта продолжил работу по картографическому и геоинформационному обеспечению организации деятельности парка. Постепенно сформировалась одно из ключевых современных направлений научной работы кафедры физической географии и картографии: создаются карты для Проекта организации территории НПП, для обоснования расширения его границ, рекреационного обустройства; выполняются исследования в рамках государственных научных тем и грантов, диссертационных работ; к научной тематике привлекаются студенты – путём выполнения дипломных работ, внедрения результатов в учебный процесс, проведения учебных и производственных практик на базе НПП [2, 6]. Опыт картографических работ по НПП «Двуречанский» стал основой сотрудничества с другими парками области [3], в частности с НПП «Слобожанский», где особенно активизировалось в последние годы направление полевых исследований с использованием ГИС и полевое ландшафтное картографирование.

За период с 2007 по 2014 г. в рамках различных научных работ специалистами биологами, географами, экологами, работающими в рамках общего научного коллектива, было создано порядка 50 карт различной тематики на территорию НПП «Двуречанский» и прилегающие территории. Для решения задач оптимальной систематизации и сохранения опыта, в конце 2014 г. у коллектива авторов карт для НПП «Двуречанский» возникла идея создания атласа, который объединит и расширит существующие разработки.

Назначение атласа НПП «Двуречанский» – комплексное, прежде всего, атлас запланирован как научно-популярное издание, используемое для задач науки, экопросвещения и поддержки рекреационной деятельности. Основной целью создания Атласа определена необходимость систематизации существующего опыта картографирования, а также организация дальнейших научных работ на единой основе. Исходя из этого, планируется дополнить существующий единый ГИС-проект базовых и тематических слоёв по НПП [2] более новыми материалами, создать бумажную и электронную версию Атласа. Также предусмотрена разработка веб-приложение по результатам атласного картографирования НПП «Двуречанский», которое в дальнейшем будет дополняться новыми результатами исследований. Первую стадию проекта по созданию пилотной бумажной версии атласа планируется завершить до конца 2015 г.

Такой подход – по созданию нескольких разноформатных версий Атласа – отвечает мировым тенденциям развития науки и техники, среди которых: возрастание роли ГИС и веб-технологий при картографировании; популяризация идеи открытости информации, публичного доступа к ней; современное повышение потребности в геоданных; создание картографических произведений с визуально привлекательной и одновременно наукоёмной информацией. Современное геоинформационное и картогра-

фическое обеспечение определяется в мире необходимым условием эффективного управления природоохранной территорией, является одной из наиболее востребованных разновидностей информационного обеспечения.

Содержание проектируемого Атласа НПП «Двуречанский» включает 3 раздела:

**1. Общая информация о НПП** (история создания парка, его место в природно-заповедном фонде Украины, транспортная доступность).

**2. Природные компоненты и комплексы, их состояние и использование** (геология, почвы, рельеф; биота; ландшафты и их антропогенная изменённость; функциональное зонирование НПП).

**3. Рекреационные объекты и деятельность НПП** (экологические тропы, туристические маршруты; схемы обустроенных рекреационных площадок и пунктов; достопримечательности Двуречанского района).

Планируется, что в Атласе порядка 30–40% информации будет нести дополнительное содержание к картам, то есть представлено в виде описательных текстовых врезок, фотографий, схем. При этом, особое внимание будет уделено уникальной биоте и ландшафтным комплексам Двуречанского НПП.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда развития и модернизации научного и учебно-научного оборудования Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина (НИР № 811Н/26-15); гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-35-50878, мол\_нр).*

### **Литература**

1. Бодня О.В., Сенная Е.И. Функциональное зонирование национальных природных парков / О.В. Бодня, Е.И. Сенная // Актуальные проблемы ландшафтного планирования: материалы Всероссийской научно-практической конференции / ред. коллегия: К. Н. Дьяконов, Т. И. Харитонова, Н. С. Касимов и др. — М.: Издательство Московского университета, 2011. — с. 119–123.
2. Вяткін К.В. ГІС-проект «НПП “Дворічанський”» [Електронний ресурс]: навч. посібник / К.В. Вяткін, О.І. Сінна, О.С. Третьяков. — Електрон. дані. — Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): кольор.; 12 см. — Систем. вимоги: Windows 95, 98, 2000, XP; MS Word 2010; Pentium-266, 32 Mb RAM; CD-ROM. — Назва з екрана.
3. Пересадько В.А. Геоінформаційне забезпечення природоохоронних територій / В.А. Пересадько, О.І. Сінна, К.В. Вяткін, О.В. Бодня // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії : 36. наук. праць. — Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. — Вип. 15. — С. 74–77.
4. Природно-заповідна спадщина Харківської області / Під заг. редакцією В.А. Токарського. — Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2011. — 216 с.
5. Проект створення НПП "Дворічанський" / В.А. Токарський, Л.М. Горелова, Т.А. Атемасова, О.І. Сінна. — Харків, 2009. — 86 с. (Рукопис).
6. Рельєф / О.В. Бодня, К.В. Вяткін, О.І. Сінна // Національний природний парк «Дворічанський». Літопис природи. — 2014. — Том 2. — С. 68–76.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Э.А. Терехин**

*Белгородский государственный национальный исследовательский  
университет, г. Белгород, Россия  
e-mail: [terekhin@bsu.edu.ru](mailto:terekhin@bsu.edu.ru)*

Леса на территории Белгородской области представлены достаточно многочисленными, но преимущественно небольшими по площади, лесными массивами, основными лесообразующими породами в которых являются дуб и ясень. Наиболее крупные участки лиственных лесов расположены на водоразделах рек, но большинство мелких лесных массивов приурочены к верховьям оврагов и балок. Кроме того, на территории региона распространены искусственные сосновые лесные насаждения. В отличие от лиственных лесов, они в основном располагаются на сложенных песком левобережьях наиболее крупных рек области. Леса являются наименее измененным компонентом растительного покрова в регионе, вследствие чего, они играют важную экологическую и средообразующую роль, а это, в свою очередь, делает актуальным их изучение.

С применением материалов спутниковой съемки различного пространственного разрешения, результатов наземных исследований и геоинформационного моделирования на протяжении нескольких лет было выполнено исследование лесов Белгородской области, проведенное по нескольким направлениям.

1. Количественная оценка степени влияния биофизических параметров лесных массивов на их спектрально-отражательные свойства, включая влияние возраста лесных насаждений на их коэффициенты отражения в различных спектральных зонах.
2. Изучение типов многолетних изменений в лиственных и хвойных лесах, произошедших за последние 30 лет, и их геоинформационное картографирование.
3. Оценка современной лесистости региона и ее геоинформационный анализ.

Вместе с перечисленными исследованиями было выполнено изучение информативности различных спектральных диапазонов и индексов для оценки характеристик лесных насаждений, разработан способ картографирования многолетних изменений в лесах на основе анализа динамики их спектральных характеристик.

Количественная оценка влияния биофизических параметров лесных массивов на их спектрально-отражательные свойства являлась одним из

ключевых этапов, т.к. ее результаты позволили провести эффективное использование материалов многозональной космической съемки для геоинформационной оценки характеристик лесных массивов и выполнить оценку многолетних изменений в лесах.

На первом этапе была выполнена оценка влияния возраста и высоты лесных насаждений на их спектрально-отражательные свойства и оценена информативность различных диапазонов спектра (на примере снимков Landsat TM) для анализа биофизических характеристик лесов. Спутниковые данные Landsat TM, ETM+ по совокупности ряда характеристик могут быть эффективно использованы для региональных исследований растительного покрова, включая анализ лесопокрытых земель [1, 2].

На основе данных с нескольких сотен лесотаксационных выделов и рассчитанных для них коэффициентов отражения в 6 спектральных зонах (0,45 – 0,515 мкм, 0,525 – 0,605 мкм, 0,63 – 0,690 мкм, 0,75 – 0,90 мкм, 1,55 – 1,75 мкм, 2,09 – 2,35 мкм) установлено, что коэффициенты спектральной яркости в средней инфракрасной спектральной зоне характеризуются наиболее тесной связью с возрастом леса. Одновременно выявлено, что из 18 проанализированных спектральных вегетационных индексов, наиболее тесно коррелирует со значениями возраста индекс, представляющий первую (яркостную) компоненту преобразований Tasseled Cap, которые являются одним из типов анализа многозональных снимков [3]. При этом из всех проанализированных спектральных показателей наиболее тесная связь с возрастом лиственных насаждений характерна для коэффициентов отражения в средней инфракрасной спектральной зоне (1,55 – 1,75 мкм). Соответственно, этот показатель был использован для исследования многолетних изменений в лесах.

Установлено, что из 5 проанализированных классов возраста лесных насаждений возрастом до 100 лет (класс возраста – 20 лет), по коэффициентам отражения в средней инфракрасной зоне спектра наиболее сильно отличаются от остальных самые молодые насаждения.

При этом по результатам статистического анализа средние значения коэффициентов спектральной яркости для лесов остальных классов различаются также достоверно (уровень значимости 0,05). При этом с повышением возраста леса происходит снижение коэффициентов спектральной яркости и значений вегетационных индексов.

По причине того, что отражательные свойства лиственных и хвойных лесов существенно различаются, анализ соотношения между типами изменений в лесах и динамикой среднего инфракрасного диапазона (который использовали для анализа типов изменений) был выполнен отдельно для лесов различного породного состава.

Полученные результаты были использованы для разработки способа геоинформационного картографирования многолетних изменений в лесах на основе разновременных спутниковых данных [4]. Предложенный способ позволил провести анализ динамики спектрально-отражательных свойств практически для всех лесов региона и сделать выводы о типах и масштабах изменений, произошедших в лесах с середины 1980-х гг.

Преимущества способа заключаются в том, что он позволяет оценивать динамику спектральных яркостей в ячейках, размер которых устанавливается равным наименьшему по площади лесотаксационному выделу [5], что обеспечивает высокую точность оценки, которая проводится автоматизированным способом. Для детального анализа динамики спектральных яркостей предложено использовать упрощенный аналог карты лесотаксационных выделов в виде векторной сети ячеек, в границах которых проводится анализ спектрально-яркостных характеристик.

С применением предложенного способа было проведено геоинформационное картографирование типов изменений в лесах Белгородской области. Для каждого административного района была выполнена количественная оценка динамики площади лиственных и хвойных лесов. В пределах всего региона было проведено изучение типов и масштабов изменений в лиственных и хвойных лесах, установлены современные тенденции, связанные динамикой площадей лесных массивов.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-2170.2014.5*

### ***Литература***

1. Cohen W. B., Maieringer T. K., Spies T. A., Oetter D. R variables in a regional context with Thematic Mapper data // International Journal of Remote Sensing. 2001. – Vol. 22. – Issue 12. – pp. 2279–2310.
2. Жирин В.М., Князева С.В., Эйлина С.П., Зукерт Н.В. Сезонная информативность многоспектральных космических снимков высокого разрешения для изучения породно-возрастной динамики лесов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. – Т.9. – №1. – С. 87–94.
3. Crist, E. P., Cicone R. C. A Physically-Based Transformation of Thematic Mapper Data – The TM Tasseled Cap // IEEE Transactions on geoscience and remote sensing. – 1984. – V. 22, N. 3. – P. 256–263.
4. Терехин Э.А. Способ картографирования многолетних изменений в лесах на основе анализа их спектральных характеристик по рядам разновременных спутниковых данных // Исследование Земли из космоса. – 2013. – №. 5. – С. 62–69.
5. Терехин Э.А. Применение данных спутниковой съемки для анализа многолетних изменений в лесах Белгородской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2013. – Т.10. №. 2. – С. 70–80.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС И ДДЗ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СОВРЕМЕННЫХ ООПТ**

*П.А. Украинский*

*Белгородский государственный национальный исследовательский  
университет, г. Белгород, Россия  
e-mail: ukrainski@bsu.edu.ru*

Большинство заповедников, хотя и считаются эталонами естественных ландшафтов, не являются участками абсолютно нетронутой природы. В той или иной степени практически все они испытывали влияние хозяйственной деятельности человека. Их экосистемы сформировались при взаимодействии естественных и антропогенных факторов. Последствия антропогенного влияния даже после заповедания продолжают сказываться в явном виде на протяжении многих лет и десятилетий. И современный почвенный и растительный покров продолжает нести следы воздействия человека. Поэтому для понимания процессов, происходящих на территории заповедников, необходимо знать историческое природопользование в пределах их границ. Особенно это актуально для недавно созданных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) [1,2].

При изучении исторического природопользования геоинформационные системы (ГИС) выполняют три функции – интегрирующую, картографическую и аналитическую. Интегрирующая функция заключается в приведении разнородных данных к единому формату. Эти данные могут быть представлены материалами археологических раскопок, топонимией, письменными историческими источниками, результатами геоботанических и почвенных исследований, различными картами, данными дистанционного зондирования (ДДЗ). ГИС используются для того, чтобы преобразовать всю эту совокупность материалов в векторный вид, привести к единой системе координат и обеспечить топологическую целостность. В качестве примера формата данных, в котором обеспечиваются эти три процедуры интеграции, можно назвать файловую или персональную базу геоданных ESRI.

Картографическая функция ГИС заключается в производстве серии карт, описывающих состояние ландшафта и характер природопользования в разные периоды времени. В выполнении этой функции важную роль играют ДДЗ, представленные аэрофото- и космическими снимками. Возможность регулярно повторять съемку превращает ДДЗ в своеобразный архив состояния земной поверхности.

По сравнению с другими источниками сведений об историческом природопользовании, ДДЗ обладают рядом преимуществ. В отличие от архе-

ологических и письменных исторических источников, которые либо не имеют точной географической привязки, либо имеют точечную локализацию, ДДЗ являются пространственными данными площадного охвата. В отличие от геоботанических и почвенных данных, косвенно характеризующих историю природопользования, ДДЗ напрямую характеризуют прошлое заповедных территорий. Близкие к ДДЗ свойства имеют карты. Но для карт характерна генерализация и отбор отображаемой информации. Эти особенности карт задаются тематикой, назначением и предполагаемой сферой их применения. А для ДДЗ присуща комплексность и полнота отображения местности, ограниченные только пространственным разрешением съемки.

Главным недостатком ДДЗ является относительно небольшая хронологическая глубина ретроспективы. Так снимки Landsat TM позволяют охватить период до 1985 года. А архив съемки CORONA – до 1960 года. Более ранние ДДЗ представлены только аэрофотосъемкой. Самые ранние аэрофотоснимки могут относиться к первой четверти XX века. О состоянии местности в XIX и XVIII веке можно судить по картографическим материалам. Прямые сведения о более ранних периодах содержат только археологические данные и письменные исторические источники, и косвенные – результаты почвенных и геоботанических исследований.

Аналитическая функция ГИС направлена на поиск закономерностей. Применительно к территории заповедников, это, в первую очередь, выявление закономерностей восстановления природы после устранения антропогенного влияния. ГИС-анализ выполняется по следующей общей схеме:

- сравнение карт состояния местности в разные годы и выявление изменений,
- описание изменений и выделение особенностей их пространственной локализации,
- сопоставление локализации выявленных изменений с другими пространственными данными (почвенными, геоботаническими, геоморфологическими и т.д.), выявление сопряженности изменений с различными факторами, определение закономерностей,
- прогнозирование дальнейших изменений.

В рамках этой схемы нами проведено изучение исторического природопользования и развития ландшафтов участка заповедника «Белогорье» Острасьевы яры. В литературе он иногда упоминается также под названиями урочище Низкое и Астрасов яр. Это один из новых участков заповедника, вошедший в его состав в 1994 году [3]. По сравнению с другими участками, имеющими заповедный статус более 80 (Ямская Степь) и 90 лет (Лес на Ворскле), история Острасьевых яров изучена гораздо хуже. Но состояние местности было зафиксировано различными ДДЗ и поэтому может быть исследовано. В нашем распоряжении имелись материалы по второй половине XX – началу XXI века, позволяющие сделать три временных среза с промежутком примерно в 30 лет. Первый срез представлен одним кадром трофейной немецкой аэрофотосъемки от 25 сентября 1941 года. Второму срезу соответствует фотографический космический снимок американской

разведывательной миссии CORONA, снятый 28 июля 1970 года. Третий срез (современное состояние) — это высокодетальный сканерный космический снимок GeoEye от 19 апреля 2010 года. О состоянии Острасьевого яров до XX века можно судить по трехверстной военно-топографической карте Шуберта (XIX век) и плану генерального межевания (XVIII век). Интеграция и анализ этих данных был осуществлен в программе ArcGIS 10.2.

Изначально географическую привязку имел только последний по времени снимок. Два других было необходимо привязать. При изучении природных территорий это достаточно непростая задача. При отсутствии асфальтированных дорог и населенных пунктов, трудно найти на снимках ориентиры, позволяющие произвести их точную географическую привязку. Но в нашем случае по периферии исследуемой территории имелись населенные пункты, а внутри недостаточно стабильными оставались границы полей. Чтобы облегчить процесс геопривязки, мы выполняли его последовательно. Сначала к самому позднему снимку привязывался средний по дате съемки снимок. А к привязанному среднему снимку привязывался в свою очередь самый ранний снимок. Векторизация проводилась в такой же последовательности. Сначала векторизовался самый последний снимок. А потом копия результатов предыдущей векторизации накладывались на последующий снимок и правились в соответствии с ним.

План генерального межевания говорит нам, что территория Острасьевого яров во второй половине XVIII века была полностью занята лесом. Впрочем, учитывая огрубленность этих данных, возможно лес и не был сплошным. На карте Шуберта лес уже отсутствует, но в пределах участка появляется хутор Низенький (исчез в первой половине XX века). Сравнение имеющихся ДДЗ позволило выявить ряд изменений, произошедших с 40-х гг. по настоящее время на территории Острасьевого яров и их окрестностях. В этот период на пашне, окружающей участок заповедника, перестали распахиваться крупные ложбины и были высажены лесополосы. В долине Гостенки и ее притока Гамзины были сооружены крупные пруды. Исчез ряд хуторов хуторов, расположенных недалеко от современных границ заповедника.

На территории Острасьевого яров главные изменения заключаются в разрастании байрачного леса. Площадь леса увеличивается с 11 га в 1940 году до 34 га в 2010 году. При этом интенсивность разрастания оставалась одинаковой на протяжении всего времени. Общая площадь участка изменилась мало, колеблется в пределах 84–87 га. В нижней части яра произошло распахивание плоских прибрежных участков, на которых ранее располагался хутор Низенький. Но это сокращение площади было компенсировано отступлением пашни от бровки яра в нижней части яра.

Сопоставление границы леса в разные годы и рельефа позволило выявить основные тенденции изменений растительного покрова:

- распространение леса из верхней части яра в нижнюю,
- переход леса с крутого северо-западного на более пологий юго-восточный склон,
- выход леса из боковых врезанных оврагов на соседние участки склона.

Выявленные тенденции подтверждаются исследованиями, посвященными возрасту леса в Острасьевых ярах [5]. Эти тенденции привели к тому, что в период 1941–1960 года происходит расширение существующих участков леса и возникновение новых. Затем происходит срастание мелких участков леса с образованием полян, которые потом начинают зарастать. В дальнейшем, видимо будет происходить зарастание полян и срастание лесков в верхней части балки. Т.е. лес еще не достиг пределов своей площади.

Происходящее разрастание леса началось еще до установления заповедного режима. Этот процесс был запущен после исчезновения в Острасьевых ярах хутора Низенький, а также еще ряда хуторов в окрестностях. Разрастанию леса способствовали уменьшение пастбищной нагрузки и прекращение использования леса населением для заготовки древесины. Кроме того разрастанию леса могло способствовать создание крупного пруда в долине Гостенки, в которую открывается устье Острасьевых яров. Это увеличило увлажненность территории. И возможно позволило лесу распространиться на те участки, где он до появления в Острасьевых ярах человека не рос. На это может указывать тот факт, что современная площадь леса здесь уже в два раза превышает площадь серых и темно-серых лесных почв [4]. Но этот вопрос еще требует ожидания прояснения.

### *Литература*

1. Калуцкова Н.А. Новый объект исследования в заповедниках – природопользование в историческом прошлом // История заповедного дела: мат. междунар. науч. конф. – Борисовка, 2005. – С. 102–104.
2. Макарова О.А. Значение исторических материалов при организации новых ООПТ / История заповедного дела: мат. междунар. науч. конф. – Борисовка, 2005. – С. 136–137.
3. Шаповалов А.С., Гузь Г.Н., Давидьян Г.Э., Жемчужников А.С. К организации участка заповедника «Лес на Ворскле» в Острасьевых ярах // Проблемы изучения и охраны заповедных природных комплексов: мат. науч. конф., посвященной 60-летию Хоперского заповедника (пос. Варварино, Воронежская обл., 21–25 августа 1995). – С. 118–120.
4. Касаткина Г.А., Федорова Н.Н., Русаков А.В. Почвы и почвенный покров заповедника «Белогорье» // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3: Биология. – 2012. – Вып. 1. – С. 121–138.
5. Рябцев И.С. И.М. Рябцева, М.Ю. Тиходеева. Особенности возобновления широколиственных пород в байрачном лесу (на примере участка «Острасевы Яры государственного природного заповедника «Белогорье») Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3: Биология. – 2011. – №1. – С. 13–26.

## **ДЕШИФРИРОВАНИЕ НАДВОДНЫХ МАКРОФИТОВ В ВОДОЕМАХ «НП «НАРОЧАНСКИЙ» ПРИ ПОМОЩИ МАТЕРИАЛОВ С БЛА И КОСМИЧЕСКОГО СПУТНИКА KAZEOSAT-2**

*<sup>1</sup>О.В. Шукейло, <sup>1</sup>А.А. Новиков, <sup>2</sup>В.А. Сипач*

*<sup>1</sup> ГПУ «Национальный парк «Нарочанский», к.п Нарочь, Беларусь  
e-mail: naroch-gis\_2014@mail.ru*

*<sup>2</sup> УП «Геоинформационные системы, г. Минск, Беларусь  
e-mail: slava-sipach@tut.by*

Водные экосистемы являются, без преувеличения, особым достоянием Нарочанского края и одной из основных составляющих экологического каркаса Национального парка «Нарочанский». Центральное место среди водных объектов Национального парка занимают озера, включая крупнейшее в Беларуси озеро Нарочь. Озера занимают 19 % территории Национального парка и являются структурообразующим элементом системы парка, деятельность которого позволяет на научной основе регулировать вопросы связанные с использованием природного потенциала озера и снижением негативного влияния человека на водные экосистемы.

Функционирование озерной экосистемы определяется взаимодействием ее структурных элементов, одним из которых является сообщество макрофитов – высших сосудистых растений и харовых водорослей. Они представляют собой одно из автотрофных звеньев экосистемы и, наряду с планктонными, перифитонными и бентическими водорослями, обеспечивают новообразование органического вещества.

С рекреационной и хозяйственной точек зрения развитие макрофитов может быть, как положительным, так и отрицательным фактором. Являясь оптимальным местообитанием ранних стадий развития икhtiофауны и способствуя повышению прозрачности воды, макрофиты повышают рекреационную привлекательность озера. Однако сильное развитие макрофитов на определенных участках или по всей акватории озера может способствовать снижению рекреационной привлекательности, а при определенных условиях и снижению качества воды и заболачиванию озера.

Таким образом, сообщество макрофитов является важнейшим элементом озерной экосистемы, соответственно, все природоохранные и рекреационные мероприятия, проводимые на озерах, должны в обязательном порядке учитывать сведения о макрофитной составляющей водного объекта.

В наше распоряжение были предоставлены снимки высокого разрешения с беспилотного летательного аппарата (БЛА) и космического аппарата KAZEOSAT-2. Часть объектов на снимках БЛА было представлено

озерами: оз. Кузьмичи, оз. Рудаково и северо-западная часть оз. Мястро. На этих снимках отчетливо просматривалась береговая линия, а также граница распространения надводных макрофитов. В связи с этим было принято решение заложить с помощью снимков с БЛА контрольные участки, на которых будет производиться визуальное дешифрирование. Затем данные будут соотнесены со значением NDVI, которое будет рассчитано по снимку KAZEOSAT-2. Исходя из этого анализа будут получены интервалы значений индекса NDVI, которые отражают расположение надводных макрофитов на снимке.

В работе использовались снимки:

– с беспилотного летательного аппарата:

район оз. Кузьмичи; дата съемки – 20 августа 2015, размер пикселя 0.7 метра;

северо-западная часть оз. Мястро; дата съемки – 17 августа 2015; размер пикселя 0.7 метра;

– с космического аппарата KAZEOSAT-2; дата съемки 10 июня 2015, размер пикселя 9 метров (характеристика спектрального диапазона: синий: 0,45–0,52, зеленый: 0,53–0,60, красный: 0,62–0,69, крайний красный: 0,69 – 0,73, ближний ИК: 0,76–0,89).

Следует отметить, что полученные результаты не будут точно отражать реальных данных как минимум по двум причинам:

1. Существенное отличие даты съемки с БЛА (датируются августом 2015) и снимком с KAZEOSAT-2 (июнь 2015);
2. Атмосферная коррекция для снимка с KAZEOSAT-2 произведена не была.

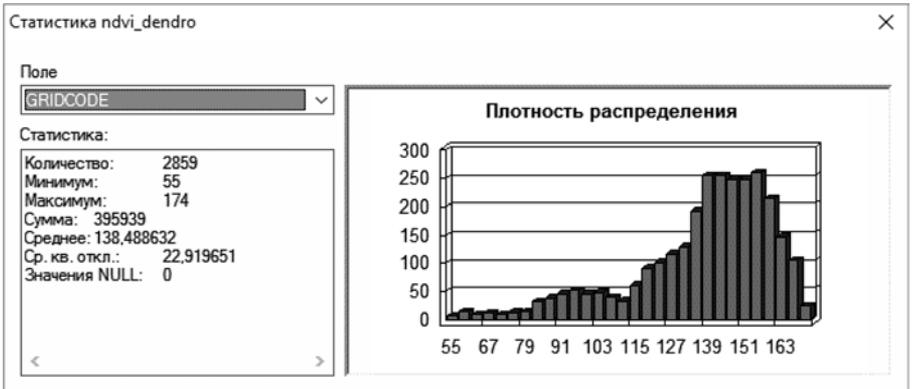
Работа производилась в программном продукте ArcGIS for Desktop 10.3.

Для визуального дешифрирования надводных макрофитов были заложены контрольные участки: №1 – оз. Кузьмичи и №2 – участки северо-восточной части мелководья озера Нарочь и северо-западной части озера Мястро. Результат был сохранен в виде шейп-файла.

Исходное растровое изображение с космического аппарата было обрезано по границам шейп-файла ручного дешифрирования надводной растительности (использовался инструмент «Вырезать»). Это делалось для уменьшения нагрузки на аппаратную часть. По полученным участкам производился расчет индекса NDVI (с помощью окна «Анализ изображений» и функции «NDVI»). Расчет индекса NDVI для снимка KAZEOSAT-2 был произведен по уравнению ArcGIS для NDVI:

$NDVI = ((float(b5) - float(b3)) / (float(b5) + float(b3)) + 1) * 100$ , где float(b5) – спектральное отражение в ближней ИК области спектра, float(b3) – спектральное отражение в красной области спектра, с диапазоном значений от 0 до 200.

Результат вычислений – растровое изображение было сохранено в формате tiff. Затем его конвертировали в векторный слой с помощью инструмента «RasterToPolygon». Стоит отметить, что подобная конвертация возможна только при наличии целочисленных значений в таблице атрибутов конвертируемого раstra.



**Рисунок 1 – Окно «Статистика» для векторного слоя значений NDVI**

Данный вектор отражает значения NDVI для каждого мини-полигона (который являлся пикселем в растровом изображении).

Для анализа полученных результатов используем команду «Статистика» в таблице атрибутов (рисунок 1, шаг диаграммы по оси OX – 3 ед.).

Учитывая то, что значения индекса NDVI менее 100 не связаны с растительностью (это облака, вода, искусственные материалы) и резкое возрастание количества полигонов со значения более 115, можно сделать вывод о том, что интервалы значений индекса NDVI, отражающие надводных макрофитов колеблются от 115 до 167. Однако, без квазисинхронных подспутниковых наземных полевых исследований уверенно формулировать выводы нельзя.

На основе данных с БЛА и космического аппарата KAZEOSAT-2 были получены интервалы значений индекса NDVI, которые отражают расположение надводных макрофитов на водоемах «Национального парка «Нарочанский». Полученные результаты можно использовать для проведения мониторинга за динамикой и площадью зарастания надводными макрофитами на водоемах Национального парка и других территорий.

Однако для получения более достоверных данных и более детального исследования данной проблемы необходимо:

1. Полевое дешифрирование участков зарастания, где будут описываться площадь зарастания надводной и подводной растительностью, вид растительности, густота зарастания, характер дна, глубина; так же необходимо проводить полевые исследования непосредственно перед космической съемкой территории.
2. Атмосферная коррекция снимка, или (и) другая коррекция, направленная на минимизацию влияния внешних факторов на отражающую способность наземных объектов.
3. Снимки ДДЗЗ за разный период времени, для оценки динамики и т. д.
4. Разработка методики по дешифрированию ДДЗЗ на предмет определения водной растительности и др.



## РАЗДЕЛ 2

# ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ



---

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОБА

*Ш.К.Валиева, Д.М.Курлович*

*Белорусский государственный университет,  
г.Минск, Республика Беларусь*

Данная работа посвящена вопросам цифрового моделирования речных бассейнов. Объектом исследования является бассейн реки Оба. Теоретической предпосылкой моделирования геополей в границах речного бассейна служит его выделение в качестве самостоятельной единицы географического пространства. Согласно Ф.Н. Милькову, русло реки и прилегающая к нему территория, с которой оно собирает поверхностный и подземный стоки, в ландшафтном плане образуют сложную природную систему – бассейновую парагенетическую систему. Основной чертой этой системы является упорядоченность входящих в ее состав элементов. Особенно хорошо это видно на примере водного потока, перемещающегося от верховий к устью реки, направленности твердого стока, движущегося вначале от высших точек водораздела в долину реки, а затем вместе с русловым потоком в устье. Подобный характер движения вещества придает бассейну реки динамическое единство, как в продольном, так и поперечном планах.

Один из способов получения гидрологических и морфометрических характеристик водосборных бассейнов основан на цифровых представлениях поверхностей, т.е. цифровых моделях рельефа (ЦМР). Автоматизированное получение данных из ЦМР и представление их в виде производных моделей сокращают временные затраты. Такие данные менее субъективны и обеспечивают воспроизводимость результатов в отличие от традиционного «ручного» способа расчетов. Определение дренажной структуры бассейна можно также рассматривать как первый этап в создании гидрологической информационной системы.

Инструмент Hydrology в среде ArcGIS предназначен для построения водоразделов в различных участках, расположенных на территории большого региона и предоставления данных, характеризующие эти водоразделы.

Наборы инструментов, для определения границ бассейнов, позволяет создавать векторные файлы, содержащие атрибутивную информацию для водных потоков данной территории. Данная работа может использоваться как руководство для дальнейших работ по определению водосборных бассейнов, а также их анализа.

## МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ЛЕОПАРДА ПРИ ПОМОЩИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ФОТОКАМЕР

*А.В. Виткалова, В.Б. Сторожук, Д.С. Матюхина, Е.И. Салманова*  
*ФГБУ «Земля леопарда», Россия, Приморский край*

Национальный парк «Земля леопарда» был организован в Хасанском районе Приморского края в 2012 году. Вместе с заповедником «Кедровая падь» национальный парк находится под управлением Объединенной дирекции ФГБУ «Земля леопарда». Первостепенной задачей двух ООПТ является сохранение единственной в мире популяции дальневосточного леопарда, которая на сегодняшний день насчитывает не более 70 особей. С 2013 года в НП «Земля леопарда» повсюду ведется постоянный мониторинг популяции при помощи автоматических фотокамер («фотоловушек»). Этот метод позволяет оценить размер популяции, половой, возрастной состав, распределение особей, получить данные об особенностях поведения и взаимоотношениях животных.

В 2014 году на территории НП «Земля леопарда», его охранный зоны и ГПБЗ «Кедровая падь» было установлено 148 пар фотоловушек\*, которые функционировали в период с 01 марта по 29 мая 2014 года. Получено 1102 фотографии леопарда, 226 отловов.

Уникальная окраска шкуры леопардов позволяет индивидуально идентифицировать особей. В данной работе идентификация особей проведена при помощи программы ExtractCompare, которая сравнивает в автоматическом режиме изображения и выбирает наиболее вероятные совпадения, после чего исследователь производит визуальное сравнение формы и взаимоположения пятен и подтверждает идентичность особей. Всего была идентифицирована 51 особь дальневосточного леопарда. Из них 23 самца, 21 самка, 7 особей неопределенного пола.

Моделирование численности особей леопарда проводили при помощи пакета SPACESAP, который служит для оценки плотности в «закрытых» популяциях на основании повторных отловов. Для анализа данных были подготовлены три таблицы: «Traps» (История работы фотоловушек), «Captures» (История отловов), «Centerpoints» (Центры потенциальных участков обитания). Таблицу «Centerpoints» готовили с использованием ПО ArcMap 10.2.1. Для этого на карту нанесли точки установки фотоловушек. Строили полигон, образованный фотоловушками, добавляли буферную зону 14 км – в результате получали полигон, соответствующий исследуемой территории. Создавали сетку с размером ячеек 580 м и с центральными точками каждой ячейки сетки. Далее каждой центральной точке присваивали значение «1» или «0» в зависимости от того, является ли эта территория пригодной и непригодной для обитания дальневосточного леопарда.

Анализ данных при помощи пакета SPACESAP показал, что предполагаемая численность дальневосточного леопарда с учетом «неотловленных»

особей на территории двух ООПТ составляет  $57.6 \pm 3.14$  особей, а средняя плотность составляет  $0.983 \pm 0.053$  особей/100км<sup>2</sup>. Выходными данными анализа является также таблица «Centerpoints», содержащая для каждой точки значение плотности особей, с помощью была построена карта плотности особей на территории ООПТ.

Дальнейшими перспективными направлениями работы являются ежегодный мониторинг численности популяции дальневосточного леопарда, ее полового, возрастного состава; мониторинг распределения особей, составление карт индивидуальных участков обитания, анализ их взаиморасположения; разработка и создание интерактивной карты распределения особей леопардов для целей экологического просвещения.

*\* – 77 пар фотоловушек установлено сотрудниками ФГБУ «Земля леопарда», 61 пара – сотрудниками ФГБУ «Земля леопарда» в сотрудничестве с Обществом сохранения диких животных, 18 пар – НКО «Институт устойчивого природопользования».*

## ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ВНУТРИБОЛОТНЫХ ОЗЕР ЗАПОВЕДНИКА «ПОЛИСТОВСКИЙ»

*В.А. Горяинова*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный природный заповедник «Полистовский», Россия, пос. Бежаницы*

Полистовский заповедник занимает западную часть самой крупной системы верховых болот на Европейском Северо-Западе России, состоящей из 15 слившихся болотных массивов [1]. На Полистово-Ловатском массиве имеется до 20 крупных озер. Пять озер расположены в заповеднике. Озера расположены группами. Северная группа состоит из трех озер – Русское, Межницкое, Кокарево. Южную группу составляют озера Долгое и Круглое.

Выявление изменения площади озер проводилось с помощью открытых ГИС – SAGA GIS и Quantum GIS. Исходными материалами послужили данные дистанционного зондирования космические снимки сервиса USGS Global Visualization Viewer.

В работе использовались разновременные снимки за один месяц: Landsat 7 ETM (02 октября 2000) и Landsat 8 OLI (26 октября 2014). Данные Landsat имеют каналы в видимом диапазоне с пространственным разрешением 30 м и панхроматический канал с разрешением 15 м. Предварительная обработка космических снимков состояла в проведении процедуры паншарпенинг средствами SAGA GIS. Классификация снимков также выполнялась в SAGA, overlейные операции с векторными объектами проводились в Quantum GIS.

Выделение акватории озер осуществлялось двумя способами: классификация без обучения методом Hill-climbing (Rubin1967) и вручную. В качестве критерия было выбрано значение ячейки. При отображении значений в каждой ячейки, при комбинации каналов RGB 7-6-4 для Landsat 8 и RGB 7-5-3 для Landsat 7, для водных объектов значение R и G изменяется, а значение B всегда постоянно и равняется 255. Этот критерий использовался для определения границ площади озер. Результаты сравнения площади и периметра озер при выделении различными методами и в различные годы представлены в таблице 1.1.

В качестве контрольного слоя использовали ортофотоплан 2014 г. Пространственное разрешение пикселя 75 см. Не смотря на то, что дата снимка 05 сентября, разницу в уровне вод можно не учитывать. Т.к. исследования показали (И.Д. Богдановская-Гиенэф, 1969), что особенностью болотных озер в следствии их питания преимущественно грунтовыми водами торфяника, надо считать постоянство уровня воды в них в течение года. Максимальное понижение уровня водной поверхности в межень наблюдается у Межницкого озера (на 50–55 см ниже берегов), что, вероятно, объясняется действием канавы, проведенной из этого озера в Русское. В Русском

озере вода летом ниже берегов только на 20—25 см; в других озерах высота берегов над урезом воды в это же время года 30—40 см [1].

Данные о площади и периметре озер в 2014 году представлены в таблице 1.2.

При сравнении результатов площади полученной автоматической классификацией и ручным способом с контрольным слоем, выявили, что в трех случаях из пяти (для озер Долгое, Круглое и Межницкое) точнее данные ручного способа.

Данные об изменении площади внутриболотных озер представлены в таблице 1.3.

Из таблицы 1.3 видно, что озера, составляющие северную группу – Кокарево, Межницкое, Русское – уменьшили свою площадь за рассматриваемый период. У озер южной группы – Долгое и Круглое – по результатам разных методов получились различные результаты. При определении площади озер Долгое и Круглого вручную, основываясь на значении ячейки, площадь озер и периметр увеличились. Данные полученные в результате автоматического определения показывают, что площадь и периметр озера Круглого увеличились значительно, чем при ручном определении, а площадь и периметр озера Долгое уменьшилась. Однако, уменьшилась площадь оз. Долгое на наименьшее значение по сравнению с остальными озерами.

**Таблица 1.1 – Результаты сравнения площади (S) и периметра (P) внутриболотных озер, полученных двумя методами**

Название озера	2000				2014			
	Ручной		Автоматический		Ручной		Автоматический	
	S, м <sup>2</sup>	P, м						
Долгое	216 247	2 725	236 353	2 999	219 713	2 730	235 678	2 910
Круглое	430 863	3 169	451 557	3 299	432 743	3 208	468 674	3 570
Кокарево	333 216	2 729	347 174	2 849	324 460	2 785	338 637	2 820
Межницкое	991 010	5 005	1025 082	5 068	981 385	4 894	1018 389	5 461
Русское	4221 977	9 742	4270 876	9 927	4203 141	9 705	4235 617	9 782

**Таблица 1.2 – Площади и периметр внутриболотных озер по ортофотоплану 2014 г.**

Название	Площадь, м <sup>2</sup>	Периметр, м
оз. Долгое	214 475,0	2 236,7
оз. Круглое	424 103,1	2 602,6
оз. Кокарево	338 169,7	2 277,6
оз. Межницкое	978 376,9	3 853,4
оз. Русское	4 232 375,2	7 699,8

**Таблица 1.3 – Разница между площадью и периметром в 2000 и 2014 годах**

Название	Ручной		Автоматический	
	Площадь, м <sup>2</sup>	Периметр, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Периметр, м
оз. Долгое	–3 466	–5	675	89
оз. Круглое	–1 879	–39	–17 116	–271
оз. Кокарево	8 756	–56	8 537	29
оз. Межницкое	9 625	111	6 693	–393
оз. Русское	18 836	37	35 258	145

Еще одним результатом, выявившимся при сравнении пространственного размещения границ озер 2000 и 2014 года, стало перемещение внутриболотных озер в восточном направлении. Это подтверждает сделанные ранее наблюдения (И.Д.Богдановской-Гиенэф, 1969) о смещении озер в Полистово-Ловатском болотном массиве вследствие неравномерной абразии берегов, и зарастания водоемов преимущественно с западной и северо-западной стороны [1].

Таким образом, у озер южной группы наблюдается увеличение площади, а у озер северной группы – уменьшение. И все внутриболотные озера смещаются к востоку.

### *Литература*

1. Богдановская-Гиенэф И.Д. Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа (на примере Полистово-Ловатского массива). Л.: Наука. 1969. 185 с.

## К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ГРАНИЦ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ БЕЛАРУСИ

*П.С. Долгий, А.Н. Морев*

*Полоцкий государственный университет, г.Новополоцк, Беларусь*

Агроклиматические ресурсы территории характеризуются показателями тепла и влаги за вегетационный период, условиями перезимовки древесных растений.

За время наблюдений с 1955 по 1989 годы были зафиксированы три климатические области Беларуси (по Шкляру): Северная (I, умеренно тёплая влажная), суммы активных температур до 2200°C; Центральная (II, тёплая умеренно влажная), суммы температур до 2400°C; Южная (III, тёплая неустойчиво влажная), суммы  $t > 10^\circ\text{C}$  до 2600 [6].

Изолинии суммы активных температур выше 10°C очерчены через 200°C и почти полностью совпадают с выделенными ранее естественно-историческими границами Белорусского Поозерья и соответствуют южной границе распространения ольхи серой в геоботанической подзоне елово-широколиственных лесов, а также граба в центральной геоботанической подзоне елово-грабовых дубрав и южной границей распространения островных ельников Беларуси в геоботанической подзоне грабовых дубрав. Эти данные устоялись со временем, и пользуются спросом в современных картах и тематических атласах.

С 1989 по 1999 год (по Мельнику В.И.) выявлен факт сдвига первой климатической зоны на север, и одновременно появляется новая, четвёртая климатическая зона, которая идёт неширокой полоской на юге Полесья. Также, по Мельнику и Комаровой, рассмотрено влияние современных изменений климата на ведение сельскохозяйственного производства. Отмечено, что увеличение суммы активных температур на 70 – 180°C равносильно сдвигу климатических областей по территории в широтном направлении до 150 км. Северная область к этому времени распалась на две отдельные части, а на юге Полесья образовалась новая, четвёртая агроклиматическая область. Дальнейшие публикации [3] подтверждают полученные данные, отдельно выделяя крайне северные части (районы Верхнедвинска и Езерища) в первую зону.

Наша работа опирается на данные метеостанций Витебской области (включая и смежные с ней, на территории соседних областей республики, а также Латвии и России) за 2006–2014 год (электронный ресурс – архив данных метеонаблюдений сайта [pogoda.by](http://pogoda.by)). Для выявления агроклиматических зон использовалось ПО: ESRI ArcGIS 10.2; MSExcel 2013 (подсчёт суммы активных температур); встроенный интерпретатор Visual Basic for Applications.

Интерполяция выполнялась на основе сумм активных температур за вегетационный период каждого года по отдельности (данные по каждой метеостанции). Сводная карта была сделана методом вычисления среднего



арифметического значения по тем метеостанциям, содержащим все данные за исследуемый нами период. Исследования осложнялись тем, что отдельные метеостанции представлены неполноформатными данными.

По вычисленным значениям были построены изолинии, которые затем обрезаны при помощи оверлейной операции Clip по полигону Витебской области вместе с Мядельским районом Минской области. Затем при помощи функции Clip Редактора полигон был разрезан на зоны по изолиниям 2200, 2400 и 2600. Полученные зоны обозначены разными цветами.

В наиболее теплые последние годы с 2006 по 2014 год исчезает граница первой зоны, а вторая зона с суммой температур 2200–2400° сохраняется в значительно измененном виде.

Первая климатическая область за этот период выделяется в отдельные годы, сохранив изолинию в 2200° в районе Городка в 2007 году, в 2008 году она занимает практически всю Витебскую область, за исключением района на юге, в 2009 году эта область также выделяется и занимает север и запад Витебской области.

Рассмотрев осредненные данные, можно заметить, что за период 2006–2014 годы в Беларуси полностью исчезает первая агроклиматическая область, что подтверждает, в частности, публикацию В.Ф. Логинова [4].

### *Литература*

1. Агроклиматический справочник – ред. Малашевская Н.А. Мн, Урожай, 1970, 248 с..
2. Болботунов А.А., Рымашевская М.В. – Радиальный прирост хвойных пород и лимитирующие факторы среды в условиях Беларуси. Мн.: Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование. Материалы Международной научно-практической конференции
3. Гельтман В.С. – Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. Мн.: Наука и техника, 1982, 326 с
4. Логинов В.Ф., Табальчук Т.Г. – Изменение площадей агроклиматических областей на территории Беларуси. Мн.: Природопользование, 2014, вып. 25
5. Пафенов В.И. – Обусловленность распространения и адаптация видов растений на границах ареалов. Мн.: Наука и техника, 1980, 208 с..
6. Шкляр А.Х. – Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве (А.Х.Шкляр; Мн, 1973 г. 432 с.)
7. Юркевич И.Д., Гельтман В.С. – География, типология и районирование лесной растительности. Мн.: Наука и техника, 1965, 288 с.
8. POGODA.BY | Архив метеонаблюдений | Гидрометцентр Беларуси // POGODA.BY | Погода Минск, Беларусь – прогноз погоды на 3 дня | Гидрометцентр Беларуси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pogoda.by/zip/> – дата доступа: 20.03.2015 г.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ ООПТ ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕССКОГО РАДИАЦИОННО- ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА)**

*Е.В. Казяк, А.А. Кохно, Е.О. Хрущева*

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ) создан на территории белорусского сектора 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС. Это уникальная территория с полным отсутствием антропогенной нагрузки, которая может служить резерватом сохранения биоразнообразия региона Полесья, Беларуси и Европы. Актуальной задачей является выполнение комплекса работ по изучению природных ландшафтов заповедника, анализу их динамики с использованием космических снимков высокого разрешения. В работе используются разновременные космические снимки из архивов Landsat, а именно космические снимки Landsat 5 TM от 31.05.1986 и Landsat 8 от 31.07.2014. Они имеют высокое пространственное разрешение: 30 и 15 метров соответственно. Снимки были получены из интернет-каталога Геологической службы США (USGS).

В работе было использовано специализированное программное обеспечение, а именно программные комплексы ENVI 4.7, ERDAS Imagine 2011 и ArcGIS 9.3.

Основные этапы работы:

- предварительная обработка (атмосферная и радиометрическая коррекция);
- тематическая обработка;
- тематическое дешифрирование (классификация).

Неконтролируемая классификация методом ISODATA в настоящей работе применялась для предварительной оценки состояния территории. Классификация с обучением проводилась в соответствии с заданными обучающими выборками, созданными на основе эталонно-калибровочных участков (ЭКУ). Она была проведена способом максимального правдоподобия. По результатам контролируемой классификации на территории заповедника на снимке за 1986 год было определено 6 классов земель, а именно: водные объекты, лесные насаждения, редколесья, земли, занятые древесно-кустарниковой и пойменно-луговой растительностью, сельскохозяйственные угодья. На снимке за 2014 год был дополнительно выделен новый класс – заболоченные земли.

Анализ полученных изображений позволил сделать выводы о том, что за период существования заповедника (более 25 лет) в структуре его земель произошли значительные изменения. В первую очередь отмечается



постоянная деградация бывших сельскохозяйственных земель. Сократилась площадь пахотных и суходольных лугопастбищных угодий. Происходит постепенное зарастание кустарниковой растительностью пойменных низинных болот и пойменных лугов, что обусловлено прекращением их традиционного использования для сенокосения и выпаса скота. В результате деградации бывших мелиоративных систем развивается повторное заболачивание и подтопление земель. Эти процессы в свою очередь ведут к изменению структуры фито- и зооценозов заповедника и представляют опасность для редких видов флоры и фауны, находящихся под угрозой глобального исчезновения.

Изучение структуры и динамики земельных угодий заповедника позволит спрогнозировать характер будущих изменений и позволит проводить своевременные мероприятия по предотвращению особо негативных и опасных процессов. Результаты, полученные за счет комплексного использования ГИС и технологий обработки ДЗЗ, позволяют разработать рекомендации по повышению эффективности проведения тех или иных хозяйственных, природоохранных и мониторинговых мероприятий.

## **ДЕШИФРИРОВАНИЕ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ LANDSAT 8**

*Е.В. Казяк, А.В. Лещенко*

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: ko4ubok@tut.by*

В Беларуси основным источником информации о выращиваемых в сельскохозяйственных организациях культурах являются книги истории полей. Однако содержащиеся в них информация не может быть признана полностью достоверной, т.к. такие книги опираются только на предоставленные агрономами данные и в силу различных причин часто бывают искажены. Для оценки эффективности аграрной политики необходима разработка методики независимого и оперативного дешифрирования видовой структуры посевов.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований по автоматизированному дешифрированию видовой структуры типичных для Беларуси сельскохозяйственных культур (кукурузы, рапса озимого, тритикале озимого, пшеницы озимой, ячменя, многолетних трав и др.) на основе материалов ДЗЗ с использованием геоинформационных технологий.

В качестве основного источника информации выступили материалы космической съемки спутниковой системы Landsat 8. На территорию исследования был составлен архив из ряда сцен Landsat 8 за период с 23 марта по 30 августа 2014. Тестовые поля расположены на территории двух сельскохозяйственных организаций Минской области, их общая площадь составила 14 000 га (155 полей).

Автором представлена методика автоматизированного дешифрирования посевов сельскохозяйственных культур с использованием временных рядов изображений Landsat 8 и рассчитанным на их основе количественным значениям нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI). По картограмме значений данного индекса на территорию каждого из полей рассчитано среднее значение вегетационного индекса за 8 дат в течение вегетационного периода и составлены графики сезонного хода этого показателя. Полученные данные свидетельствуют, что значения NDVI, которые тесно связаны со стадиями вегетации культур, склонны к существенным изменениям в течение вегетационного сезона. При этом у разных сельскохозяйственных культур эти изменения происходят по-разному. У культур одного вида, спектральные кривые имеют схожий тренд (форму). Ведется разработка алгоритма автоматизированного дешифрирования культур, основанная



на распознавании особенностей хода спектральных кривых по разновременным изображениям NDVI.

В докладе также изложены результаты исследования эффективности других спектральных преобразований (по методу главных компонент и преобразование Tasseled Cap) многозональных снимков для контролируемой классификации сельскохозяйственных культур.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НАСАЖДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГИС

**В.В. Коцан**

*Белорусский государственный технологический университет,  
Минск, Беларусь*

Данные исследования проводились в рамках выполнения диссертационной работы по теме «Производительность сосняков мшистых искусственного происхождения в зависимости от пространственной структуры».

Данная работа проводилась по материалам пробных площадей с картированием местоположения каждого дерева. С этой целью закладывался закрытый теодолитный ход, с опорных точек которого просматривались все деревья на пробной площади, в последствии обязательно проводилась увязка внутренних углов закрытого теодолитного хода. Координаты местоположения деревьев определялись методом углов и расстояний в полярной системе координат. С каждой опорной точки теодолитного хода последовательно по часовой стрелке к каждому дереву промерялось расстояние с помощью лазерного дальномера Bosch PLR 50 и горизонтальные углы на плоскости с помощью теодолита Т5. По полученным полевым данным рассчитывались координаты местоположения каждого дерева и наносились на электронную карту в виде точечного слоя в среде QGIS. Так же в полевых условиях у всех деревьев были измерены 8 радиусов крон каждого дерева, по которым при камеральной обработке были определены координаты. В среде QGIS, первоначально был построен точечный слой, отображающий радиусы крон, каждая точка которого имеет свой номер радиуса (зависит от стороны света) и номер дерева к которому принадлежит. Точки радиусов, каждого дерева, последовательно соединялись замкнутой линией с помощью модуля «Points2One», далее линии крон сглаживались модулем «Generalizer». Полученный линейный слой преобразовывали в площадной, отображающий размещение горизонтальной проекции крон деревьев. В итоге описанных преобразований получалась пространственная модель древостоя.

В процессе полевых изысканий измерялись таксационные показатели всех деревьев на пробных площадях. После камеральной обработки полевых материалов создана атрибутивная база данных и подвязана к электронной модели (высота ствола, диаметр ствола на высоте 1,3 метра, радиальный прирост за последние 10 лет).

Изучение влияния пространственного размещения деревьев на производительность насаждений основывалось на выявлении конкурирующего влияния между деревьями. Для определения количественных характеристик конкуренции анализировались размерные характеристики деревьев и их пространственное размещение, поэтому в работе появились следующие понятия. Дерево-конкурент – соседнее дерево, имеющее площадь конкуренции с исследуемым деревом. Площадь конкуренции – это площадь



пересечения площадей роста. Площадь роста – это круг вокруг ствола дерева радиусом равным среднему радиусу горизонтальной проекции кроны. В среде QGIS были измерены расстояния до деревьев-конкурентов, площади роста и их средние значения. Большое значение в выявлении закономерностей между таксационными показателями и пространственным размещением деревьев сыграло использование широкого спектра инструментов QGIS по пространственному анализу (статистике) и созданию тематических карт.

Главным результатом исследований стали таблицы динамики таксационных и пространственных показателей, использование которых позволит более рационально использовать плодородие почв, основываясь на оптимизации пространственной структуры. Для практического использования полученных таблиц были разработаны рекомендации по отбору деревьев в рубки ухода, где для каждого возраста и класса конкуренции указано минимальное расстояние до деревьев-конкурентов, при нахождении дерева-конкурента ближе которого прирост резко замедляется.

Полученная методика создания электронных моделей древесных насаждений так же использовалась для изучения влияния плотности дорожно-тропиночной сети на прирост отдельных деревьев и насаждения в целом и так же его кислородопродуктивности.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ, ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ БЕРЕЗИНСКОГО РАЙОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС**

*С.М. Кудеко*

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

На территории Беларуси находится большое количество туристических объектов: природных (национальные парки, заповедники и заказники), мест отдыха (гостиницы, базы отдыха, санатории и агроусадьбы), историко-культурных ценностей (замки, дворцово-парковые комплексы, памятники архитектуры). Однако, при всем своем обилии и разнообразии существует проблема в доступности информации об этих объектах и их местонахождении, в отсутствии единой базы данных туристических объектов нашей страны.

Анализ литературных и фондовых источников показал, что для территории Березинского района нет ни одного обобщения по данной проблематике. Поэтому можно утверждать, что данная работа является актуальной для Березинского района, и, в какой-то степени, для нашей страны. Т.к в первые были созданы ГИС карты с полной информацией по памятника природы, архитектуры, культуры, истории и археологии. Созданные карты будут полезны в школах на уроках истории и обществоведения, а также в отделе образования и спорта Березинского райисполкома.

В работе поставлена цель: охарактеризовать памятники Березинского района и обобщить информацию с помощью ГИС инструментария.

Для этого в работе решались следующие задачи:

- собрать и обработать фактический материал по памятникам истории, культуры, архитектуры, природы и археологии;
- выполнить анализ географии (т.е. распределения в пространстве) историко-культурных объектов с помощью ГИС.

В ходе исследования с помощью ГИС-инструментов были составлены следующие карты: “Памятники истории и Великой отечественной войны Березинского района”, “Памятники археологии Березинского района”, “Памятники природы, культуры и архитектуры Березинского района”.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЕНДРОПАРКА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» (ДИЗАЙН-ПРОЕКТ)

<sup>1</sup> А.В. Левин, М. Антоненко, А. Завалищева,  
С. Завалищева, <sup>2</sup>В.Р. Хохряков

<sup>1</sup>Смоленский государственный университет, Россия, г. Смоленск  
<sup>2</sup>НП «Смоленское Поозерье»

Цель проекта: популяризация деятельности дендропарка НП «Смоленское Поозерье». Геоинформационная визуализация наличествующих данных. Практическая значимость работы состоит в создании геоинформационной системы дендропарка НП «Смоленское Поозерье» и ее визуализации, а также в создании дизайн-проекта данной территории.

Дендрарий, или арборетум, – территория, отведённая под культивацию в открытом грунте древесных растений, размещаемых по систематическим, географическим, экологическим, декоративным и другим признакам. Обычно на территории дендрариев выделяются дендрологические парки – зоны, предназначенные для общественного отдыха и выполняющие культурно-просветительские функции.

В 1991 году на территории НП «Смоленское Поозерье» был заложен дендрологический парк. Он располагается южнее озера Сапшо на северной окраине деревни Боровики.

В 1995–1996 годах были осуществлены работы по созданию дизайн-проекта дендропарка на территории НП «Смоленское Поозерье». Однако он не был осуществлен в полной мере. К настоящему времени директор НП «Смоленское Поозерье» отказался от реализации данного проекта.

Посадки на территории парка идут медленно, в первую очередь из-за недостаточного финансирования. В настоящее время благоустройство дендропарка осуществлено только на небольшой территории, непосредственно прилегающей к входу в дендропарк.

В 2014 году, для привлечения внимания к дендропарку, руководством НП «Смоленское Поозерье» было принято решение по созданию комплексной дополняемой ГИС, с последующей публикацией ее при помощи программного сервиса «Рекод-геопортал» на сайтах НП «Смоленское Поозерье», ОАО «НПК «РЕКОД».

В 2015 студентам СмолГУ было поручено задание по созданию нового дизайн-проекта дендропарка.

На начальном этапе работ был проведен поиск и изучение картографических материалов, отражающих дендропарк НП «Смоленское Поозерье». Дендропарк разделен на 12 кварталов (каждый из которых делится на несколько выделов и зон посадок), резервную зону и зону обеспечения функционирования. Границы дендропарка на планах и в натуре проведены условно. Межевание кварталов и выделов дендропарка проводилось не

в полном объеме. Реальные посадки, в большинстве случаев, не соответствуют плану.

26 и 27 марта 2015 года состоялась командировка рабочей группы в составе Левина А. В., Антоненко М.А. Завалищевой А.Т., Завалищевой С.Т. в дендропарк НП «Смоленское Поозерье». Цель командировки состояла в ознакомлении с существующей ситуацией на территории дендропарка и составлении ситуационного плана первого квартала.

Были проведены измерения всех объектов на территории первого квартала, составлен ситуационный план и его визуализация в виде 3D-модели.

Следующим этапом стало составление концепции дальнейшего развития дендропарка и создание дизайн-проекта первого квартала.

Основной идеей стало разделение древесной растительности по зонам, которые соответствуют определенным странам мира. В перспективе будут спланированы зоны в японском, китайском, американском, российском и других стилях. Для этого будут использованы деревья и кустарники, наиболее распространенные в данных странах, и наиболее типичные для данных стран элементы благоустройства. Также планируется создание на территории дендропарка НП «Смоленское Поозерье» экологических троп, в частности тропа друидов.

На основе данной концепции был создан дизайн-проект первого квартала дендрологического парка НП «Смоленское Поозерье» с использованием следующих программных продуктов: ArcGIS, «Рекод-Модель», ArchiCAD, AutoCAD, Artlantis Studio.

В перспективе планируется создание дизайн-проекта всей территории дендропарка и размещение его на сайте НП «Смоленское Поозерье».

## РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ГЕОПОРТАЛА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Н.Г. Литвинко, В.С. Карпушенко, В.А. Генин,  
Е.В. Стрельчень, Е.М. Грудинская*

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Для эффективного использования большого объема накопленной пространственно-временной информации требуется внедрение ГИС и веб-картографических технологий в природоохранную, научно-исследовательскую и профессиональную деятельность организаций. В настоящее время в Беларуси не существует картографического онлайн сервиса, поэтому планируемый к созданию геопортал станет крупнейшей образовательной и научной платформой для ученых, специалистов в области естественных и технических наук.

Целью проекта является создание геопортала Республики Беларусь, который будет предоставлять доступ к различным видам пространственной информации через сервисы OGS и веб-интерфейс.

Геопортал упрощает доступ к материалам общегеографического и тематического картографирования. Существующие в Беларуси геопорталы предназначены для узкого круга пользователей, который часто ограничивается сотрудниками конкретной организации. Создание образовательного геопортала в перспективе обеспечит открытый доступ к геоданным, будет способствовать оптимизации учебного процесса и профессиональной деятельности широкого круга специалистов.

Методика создания картографического веб-сервиса включает следующие пункты:

1. Разработка, заполнение и поддержка базы данных, систематизация полученной информации;
2. Разработка тар-файла (файла команд, позволяющих настраивать список доступных на сервисе слоев, а также их визуальное оформление);
3. Реализация поддержки запросов и анализа данных;
4. Создание рабочей версии геосервера с возможностью подключения к имеющейся базе данных. Проведение мастер-классов по получению информации с геосервера для специалистов в области ГИС и картографии;
5. Реализация поддержки стандартов передачи данных международной некоммерческой организацией OGS. Разработка интерфейса и элементов оформления геопортала;
6. Доработка окончательной версии и запуск геопортала. Презентация проекта заинтересованным пользователям.

В ходе реализации проекта создается база геоданных, оптимизированная для хранения как традиционных видов данных (описательная часть

или атрибутивная), так и геометрических (данные о положении объекта в пространстве). Разработанная БД позволит сохранять, накапливать и обрабатывать (включая, пространственный анализ) все компоненты пространственных данных в виде логически единой БД. Применение серверных технологий позволит добиться гибкости в использовании накопленных данных для различных тематических исследований, которые проводятся учеными и специалистами различных областей.

Основным результатом проекта станет кроссбраузерное приложение с реализованной двухуровневой системой доступа пользователей, интуитивно понятным веб-интерфейсом и оптимизированными механизмами обработки данных.

У проекта широкая целевая аудитория. Во-первых, это – граждане Беларуси и других государств, интересующиеся научными исследованиями в области естественных наук. Во-вторых, школьники и студенты, учителя и преподаватели, использующие геопортал в образовательных целях. В-третьих, ученые и исследователи, для которых геопортал является мощным источником научных знаний.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОХРАНЯЕМЫХ БОЛОТ

*Г.А. Тюсов, О.В. Галанина*

*Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия*

Применение ГИС технологий является важным инструментом в научной деятельности на ООПТ. Современные методы позволяют создавать тематические карты, в т.ч. геоботанические, с высокой степенью детализации и пространственными базами данных.

Целью работы является картографирование растительного покрова охраняемых болотных массивов. Объектами исследования были болотный массив Косачиное, (64°31,5' с.ш., 43°09' в.д.) (ГПЗ Пинежский, Архангельская обл.), болотный массив Должинское (57°46' с.ш., 30°32' в.д.) и болотные системы Игоревские мхи (58°45' с.ш., 34°40' в.д.) и Спасские мхи (58°56' с.ш., 32°38' в.д.) (одноименные заказники, Новгородская обл.). Материалами послужили данные полевых исследований, топографические карты и спутниковые изображения местности. Использовались программы ArcGIS 10.1 и SASPlanet. Составлены типологические карты болотной растительности в масштабе 1 : 10 000 – 1 : 50 000. Суммарная закартированная площадь составила более 500 км<sup>2</sup>. Результаты изучения пространственной структуры болот отражены на созданных картах и в легендах. Картируемые единицами являются фации и комплексы болотной растительности. Количество номеров в легендах карт колеблется от 10 (Косачиное) до 15–16 (Игоревские мхи, Спасские мхи).

Все исследованные болота являются бореальными сфагновыми. Согласно Н.Я. Кацу (1937) они находятся в зоне олиготрофных торфяников таёжной полосы с комплексами гряд и мочажин. Болото Косачиное (площадь 1 км<sup>2</sup>) может быть отнесено к Печоро-Онежской области сфагновых грядово-мочажинных болот, в то время как новгородские болота — к Ладожско-Ильменско-Западнодвинской. Отличительными чертами растительного покрова болота Косачиное, расположенного на Беломорско-Кулойском плато, является господство на высоких грядах берёзы карликовой, кассандры и сфагнума бурого, а на более низких — морошки и водяники. В мочажинах грядово-мочажинных комплексов произрастают шейхцериево-сфагновые сообщества, часто с осокой вздутой. Крайне незначительная роль в сообществах пушицы влагилищной отличает печоро-онежские болота от ильменско-западнодвинских. Облесённость болота сосной слабая, она возрастает к окраинным частям. На периферийных участках распространены берёзово-осоково-сфагновые сообщества с елью сибирской.

Болотные объекты в Новгородской области в силу физико-географического положения имеют значительные размеры. Так, болотные системы Спасские мхи (340 км<sup>2</sup>) и Игоровские мхи (130 км<sup>2</sup>) расположены в Ильмень-Волховской низине. Для них характерно значительное число остаточных озёр, внутриболотных островов, транзитные топи, разделяющие отдельные массивы. Грядово-озерковые и грядово-мочажинные комплексы занимают обширные площади. В растительном покрове проявляются «западные» черты: присутствие вереска на грядах, очеретника белого и сфагнома красноватого в мочажинах.

Полученные данные согласуются с классификацией Т.К. Юрковской (1992), предложенной для болот европейской части России. Исследуемые болотные ООПТ представляют собой ценные местообитания бореальной флоры и фауны, и их охрана и дальнейшее изучение являются важным звеном в системе функционирования ООПТ.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 13-05-00837.*

### ***Литература***

1. Кац Н.Я. Типы болот и их размещение на территории Европейской части СССР. Землеведение, т. 39, вып. 4-5. 1937. С. 388–456.
2. Юрковская Т.К. География и картография растительности болот Европейской России и сопредельных территорий. СПб., 1992. 256 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИДОРОЖНЫХ ПОЛОС ДЛЯ КРУПНЫХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ АВТОМАГИСТРАЛИ М-1)**

***К. С. Шаркова***

*Смоленский государственный университет,  
Россия, г. Смоленск*

В настоящее время существуют крупные трансграничные транспортные сооружения, расположенные на территории двух и более государств. Такие сооружения обладают полосами отвода и придорожными полосами, которые должны быть выделены согласно законам и постановлениям соответствующих государств.

В России это осложняется тем, что, пересекая различные субъекты РФ, на федеральные накладываются и местные законы.

Мы рассмотрели эту ситуацию на примере автомагистрали М-1.

Выделение придорожных полос в России опирается на Федеральный закон от 8 ноября 2007 г. N 257-ФЗ "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

Придорожные полосы в Беларуси выделяют в соответствии с Законом Республики Беларусь от 2 декабря 1994 г. №3434-ХІІ "Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности".

В Российской Федерации в зависимости от класса и (или) категории автомобильных дорог с учетом перспектив их развития ширина придорожных полос может варьироваться от 75 до 150 метров. Автомагистраль М-1 относится к дорогам общего пользования федерального значения (ІА категория), находится в федеральной собственности, и для нее устанавливается ширина придорожной полосы в размере 75 метров от полосы отвода. При этом для участков, построенных с целью объезда городов с численностью населения свыше 250 тыс. человек устанавливается придорожная полоса в размере 150 м.

В Беларуси автомагистраль является республиканской дорогой и находится в государственной собственности. Согласно закону №3434-ХІІ придорожные полосы (контролируемые зоны) включают в себя земельные участки шириной до 100 метров в обе стороны от оси автомобильной дороги, в населенных пунктах – земельные участки до границы существующей застройки.

В пределах придорожных полос автомобильных дорог устанавливается особый режим использования земельных участков.

Для решения задачи были использованы стандартные спутниковые

снимки компании «Яндекс» масштаба 1:10000 и функция MapInfo «Буфер».

Результатом нашей работы стало выделение придорожной полосы для участка автомагистрали М-1 (от деревни Архиповка Смоленской области до деревни Обухово Витебской области) и определение нарушений данной территории.

Для взятого участка автомагистрали (80,7 км) площадь придорожной полосы составила 16,1 км<sup>2</sup>, при этом выявлено 0,21 км<sup>2</sup> нарушений (1,3 %).

Для участка автомагистрали, проходящего по территории Российской Федерации (40,2 км; площадь придорожной полосы – 8,0 км<sup>2</sup>), доля нарушений составила 2 %.

Для участка, проходящего по территории Республики Беларусь (40,5 км; площадь придорожной полосы – 8,1 км<sup>2</sup>), доля нарушений составила 0,6 %.

В перспективе исследование планируется провести для всей трассы М-1.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
<b>Раздел 1      <b>ВЗРОСЛАЯ ПЛОЩАДКА</b></b>	
<i>В.А. Сипач, В.С. Люштык</i> КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАНО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ (ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ).....	5
<i>А.А. Болботунов, Е.В. Дегтярева</i> ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ХВОЙНЫХ ПОРОД ООПТ.....	9
<i>В.Н. Горюнова, К.А. Иванова</i> IMAGE MEDIA CENTER – ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ.....	14
<i>З.А. Ничипорович, <sup>2</sup>Е.Н. Каждан</i> ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (ГИС) КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА БОЛОТ НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	18
<i>О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова, Д.О. Рыжков</i> ГИС И БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ: ИТОГИ СОТРУДНИЧЕСТВА ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА И КУРСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ (2007–2014 ГГ.).....	20
<i>О. Ю. Селивёрстов</i> ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ – ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ВУЗОВ.....	26
<i>Е.И. Сенная, О.В. Бодня, В.С. Попов</i> АТЛАС НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА: ИДЕЯ, НАЗНАЧЕНИЕ, СОДЕРЖАНИЕ (НА ПРИМЕРЕ НПП "ДВУРЕЧАНСКИЙ").....	29
<i>Э.А. Терехин</i> ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	32
<i>П.А. Украинский</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС И ДДЗ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СОВРЕМЕННЫХ ООПТ.....	35
<i>О.В. Шукейло, А.А. Новиков, В.А. Сипач</i> ДЕШИФРИРОВАНИЕ НАДВОДНЫХ МАКРОФИТОВ В ВОДОЕМАХ «НП «НАРОЧАНСКИЙ» ПРИ ПОМОЩИ МАТЕРИАЛОВ С БЛА И КОСМИЧЕСКОГО СПУТНИКА KAZEOSAT-2.....	39
<b>Раздел 2      <b>ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ</b></b>	
<i>Ш.К. Валиева, Д.М. Курлович</i> ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ОБА.....	43

<i>А.В. Виткалова, В.Б. Сторожук, Д.С. Матюхина, Е.И. Салманова</i> МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ЛЕОПАРДА ПРИ ПОМОЩИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ФОТОКАМЕР .....	44
<i>В.А. Горяинова</i> ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ВНУТРИБОЛОТНЫХ ОЗЕР ЗАПОВЕДНИКА «ПОЛИСТОВСКИЙ» .....	46
<i>П.С. Долгий, А.Н. Морев</i> К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ГРАНИЦ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ БЕЛАРУСИ .....	49
<i>Е.В. Казяк, А.А. Кохно, Е.О. Хрущева</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ ООПТ ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛЕССКОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА) .....	51
<i>Е.В. Казяк, А.В. Лещенко</i> ДЕШИФРИРОВАНИЕ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ LANDSAT 8.....	53
<i>В.В. Коцан</i> ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НАСАЖДЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ГИС .....	55
<i>С.М. Кудеко</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ, ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ БЕРЕЗИНСКОГО РАЙОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС .....	57
<i>А.В. Левин, М. Антоненко, А. Завалищева, С. Завалищева, В.Р. Хохлаков</i> ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЕНДРОПАРКА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» (ДИЗАЙН-ПРОЕКТ).....	58
<i>Н.Г. Литвинко, В.С. Карпушенко, В.А. Генин, Е.В. Стрельчень, Е.М. Грудинская</i> РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ГЕОПОРТАЛА Р ЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....	60
<i>Г.А. Тусов, О.В. Галанина</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОХРАНЯЕМЫХ БОЛОТ.....	62
<i>К.С. Шаркова</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИДОРОЖНЫХ ПОЛОС ДЛЯ КРУПНЫХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ АВТОМАГИСТРАЛИ М-1).....	64

Научное издание

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

Сборник научных статей

Под общей редакцией  
В.А. Сипача, В.С. Люштыка

Редакционная коллегия:  
Сипач В.А., Люштык В.С., Шукейло О.В.,  
Новиков А.А, Милько А.Ч., Ежова О.С.

Ответственный за выпуск *А. Вараксин*

Подписано в печать 22.10.2015. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 1,35.  
Тираж 120 экз. Зак. 238.

Издатель: индивидуальный предприниматель А. Н. Вараксин.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/99 от 02.12.2013.

Полиграфическое исполнение:  
ООО “Аль Пак”. Лицензия 02330/275 от 07.06.2011.