



# Современные технологии в деятельности ООПТ

ГИС-Нарочь, 2014

МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

*(ИЗБРАННОЕ)*

Курортный поселок Нарочь, Беларусь  
12–16 мая 2014 г.

12–16 мая 2014 г. в государственном природоохранном учреждении «Национальный парк «Нарочанский» (Республика Беларусь, курортный поселок Нарочь) успешно прошла международная научно-практическая конференция «Современные технологии в деятельности особо охраняемых природных территорий (ООПТ)» – ГИС-Нарочь\_2014, ориентированная на тематику использования в природоохранной и других видах деятельности на ООПТ геоинформационных систем и технологий, данных дистанционного зондирования Земли.

Основными целями и задачами конференции были определены:

– активизация, расширение и укрепление международного ГИС-сообщества, ориентированного на широкое применение геоинформационных систем в решении задач на ООПТ; обмен опытом в разработке и использовании современных технологий (геоинформационных и др.) на ООПТ;

– поиск эффективных путей взаимодействия научных и природоохранных учреждений, ВУЗов, органов государственного управления для повышения результативности решений задач на ООПТ.

В конференции (и ее подготовке) приняли участие более 200 представителей различных учреждений, организаций и бизнес-структур из Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины, Азербайджана, Германии. Одной из «площадок» конференции была Школа молодых ученых (ШМУ), участниками которой стали прошедшие конкурсный отбор студенты и аспиранты ВУЗов, молодые сотрудники учреждений и др. из Беларуси, России и Украины в количестве 31 человек.

На конференции были представлены 8 пленарных, 47 секционных и 7 стендовых докладов; проведены 28 мастер-классов по 15 темам, круглый стол; организованы презентации новейшего программного обеспечения, приборов высокоточного позиционирования на основе глобальных навигационных спутниковых систем и экспериментального беспилотного летательного аппарата белорусского производства. По итогам подготовки к проведению конференции издан сборник материалов (тезисов).

По итогам работы конференции ее участники подтвердили актуальность и важность использования геоинформационных систем и технологий, данных дистанционного зондирования Земли в деятельности природоохранных учреждений и для решения задач на ООПТ на современном научном и технологическом уровне; необходимость обмена опытом.

Признано целесообразным проводить международные научно-практические конференции и семинары данной тематики, включая «площадку» Школы молодых ученых, – на регулярной основе.

Выражаем искреннюю благодарность компании "СОВЗОНД" за оказанную спонсорскую помощь!

## **ДАННЫЕ ОБ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В ИПД: МЕЖДУНАРОДНЫЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ**

***Кошкарев А.В.***

Институт географии РАН, г. Москва, Россия  
akoshkarev@yandex.ru

### ***Введение***

Двадцать лет назад эпоха геоинформационных систем (ГИС) сменилась эпохой инфраструктур пространственных данных (ИПД), определив новый вектор развития геоинформатики на долгие годы. Мы видим это сейчас и можем продемонстрировать эффективность такого подхода к управлению ресурсами пространственных данных на многочисленных примерах из самых разных областей знаний и информационной деятельности в целом. Одна из прикладных областей геоинформатики – природоохранная деятельность, в том числе для нужд ООПТ.

Огрубляя реальную картину, можно сказать, что ИПД это ГИС в сетевой среде, а точнее, это «система систем», так образно называют ИПД по аналогии с распространенным определением Интернета как «сети сетей». Более строго, это информационно-телекоммуникационная система, объединяющая территориально распределенные ресурсы пространственных данных и связанных с ними сервисов, которые обеспечивают к ним свободный и равноправный доступ пользователей. Зарождение и рождение ИПД обязано Интернету, это среда ее существования, поскольку другой глобальной общедоступной информационной сети не существует.

При анализе ИПД любого типа и назначения (национальных, региональных, корпоративных, научно-образовательных) следует обращать внимание на то, насколько полно в каждой конкретной из них реализованы отдельные компоненты, среди которых нормативная правовая основа, базовые и тематические пространственные данные, стандарты, метаданные как средства описания данных, механизмы их поиска и геопорталы, обеспечивающие доступ пользователей к данным и сервисам.

Настоящий обзор построен на сетевых ресурсах, материалах недавних научных мероприятий и итогах обсуждения проблем

использования ГИС для нужд ООПТ на Международной научно-практической конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ» (ГИС-Нарочь\_2014), прошедшей 12–16 мая 2014 г. в к. п. Нарочь (Республика Беларусь). Конференция, собравшая более двухсот участников, наглядно показала, какой эффект может быть достигнут путем интеграции новых информационных и информационно-телекоммуникационных технологий, а именно ГИС, данных дистанционного зондирования и глобальных навигационных спутниковых систем. Достаточно перечислить ООПТ, упомянутые в тезисах конференции [4] и/или прозвучавшие на ней, где созданы ГИС или активно используются программные средства ГИС; в их числе, например, государственный заповедник «Юганский», «Дарвинский государственный природный биосферный заповедник», государственный заповедник «Белогорье», Лазовский заповедник им. Л.Г. Капланова, НП «Смоленское Поозерье», «Сочинский, национальный парк», НП «Нарочанский», НП «Валдайский».

Огромные и уникальные информационные ресурсы, накопленные в процессе создания и использования ГИС ООПТ, нуждаются в эффективном управлении, в том числе средствами ИПД, что позволило бы сделать их общедоступными.

Скромный российский опыт в деле строительства ИПД и их компонентов рассматривается на фоне международного.

### *Данные об ООПТ как базовый информационный ресурс*

Данные об ООПТ, начиная с координатного описания их границ и охранных зон и заканчивая созданием геоинформационных систем (ГИС) и ИПД, представляют большой интерес для широкого круга пользователей. Их можно отнести и к тематическим пространственным данным, и к базовым.

Для начала обратимся к зарубежному опыту, а именно к программе создания ИПД Европейского союза INSPIRE ((Infrastructure for Spatial Information in Europe) [2]. Как идея и инициатива Европейской комиссии она известна с 2001 г. Работы над нею начались в 2005 г., в соответствии с ее рабочей программой, в которой выделены три этапа ее разработки: предварительный этап (2005–2006 гг.), переходный этап (2007–2009 гг.) и этап реализации вплоть по 2019 г. Важнейшим событием в истории развития программы явилось ут-

верждение и вступление в силу 15 мая 2007 г. Директивы INSPIRE (Директива 2007/2/ЕС Европейского парламента и Совета Европы от 14 марта 2007 г.).

Директивой, помимо прочего, предусмотрено создание 34 тематических наборов данных, перечисленных в приложениях I, II и III, для каждого из которых подготовлена стандартная спецификация, в том числе для особо охраняемых территорий (рис. 1).

Как и во всех остальных стандартных спецификациях, ее содержание жестко регламентировано в соответствии с «Базовой концептуальной моделью» (Generic Conceptual Model). Предметная область документа включает не только особо охраняемые природные территории в смысле российского законодательства и русскоязычные



**INSPIRE**  
Infrastructure for Spatial Information in Europe

**D2.8.1.9 INSPIRE Data Specification on Protected Sites – Guidelines**

---

<b>Title</b>	D2.8.1.9 INSPIRE Data Specification on <i>Protected sites</i> – Guidelines
<b>Creator</b>	INSPIRE Thematic Working Group <i>Protected sites</i>
<b>Date</b>	2010-04-26
<b>Subject</b>	INSPIRE Data Specification for the spatial data theme <i>Protected sites</i>
<b>Publisher</b>	INSPIRE Thematic Working Group <i>Protected sites</i>
<b>Type</b>	Text
<b>Description</b>	This document describes the INSPIRE Data Specification for the spatial data theme <i>Protected sites</i>
<b>Contributor</b>	Members of the INSPIRE Thematic Working Group <i>Protected sites</i>
<b>Format</b>	Portable Document Format (PDF)
<b>Source</b>	
<b>Rights</b>	Public
<b>Identifier</b>	INSPIRE_DataSpecification_PS_v3.1.pdf
<b>Language</b>	En
<b>Relation</b>	Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)
<b>Coverage</b>	Project duration

---

Рис. 1. Титульный лист спецификации данных об особо охраняемых территориях (ООТ) программы INSPIRE: [http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_PS\\_v3.1.pdf](http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_PS_v3.1.pdf)

зycznej терминологии (ООПТ) как главного предмет рассмотрения спецификации, но и (отчасти) объекты культурного наследия (памятники истории и культуры).

Рассмотрим ее содержание и возможности адаптации к российским условиям, основываясь на выводах «Аналитического отчета о создании и функционировании инфраструктуры пространственных данных ЕС», выполненного в 2011 г. по Государственному контракту для Минэкономразвития РФ в части особо охраняемых территорий (ООТ) [3].

Под ООТ в тексте Директивы понимается «область, определенная или управляемая в рамках международного законодательства, законодательства Европейского сообщества и стран-членов Европейского сообщества для достижения конкретных природоохранных целей», при этом устанавливается тождественность синонимов «особо охраняемый участок» и «особо охраняемая территория». Более точно, это участки территории и акватории суши и участки морской или океанической среды в государственной или частной собственности. Причины их создания разнообразны, включая природоохранные задачи, сохранение биоразнообразия, защиту природных и антропогенных объектов, в том числе объектов культурного наследия, объектов с уникальными геологическими, гидрогеологическими и геоморфологическими свойствами. Различен и статус ООТ, который зависит от одной или множества возложенных на нее охранных функций. Как цифровые модели реальных объектов ООТ могут представлять собой точечные, линейные и полигональные объекты (модели реальных объектов) с набором атрибутов. Фрагменты их границ зачастую представляют собой участки других границ, в том числе объектов кадастрового учета, природные рубежи, административные границы и иные реальные или идеальные границы, установленные теми или иными административными или нормативными актами. Однако, в контексте INSPIRE каждая ООТ должна иметь индивидуальные границы.

Основное содержание спецификации ООТ – требования и рекомендации к соответствующим наборам данных. Приведем несколько примеров.

Требование 9. Наборы данных INSPIRE должны сопровождаться указанием координатной системы отсчета, а именно Европейской

земной координатной системы отсчета ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), и (в пределах области ее действия) указанием Международной земной системы отсчета ITRS (International Terrestrial Reference System) или, за пределами области действия ETRS89, иных геодезических координатных систем отсчета, согласованных с нею. Согласованность с ITRS означает, что определение параметров системы должно строиться подобно определению ITRS и содержать описание связи обеих систем согласно стандарту ISO 19111.

Требование 11. При визуализации наборов данных используются, по крайней мере, две из двумерных геодезических координатных систем отсчета согласно документу относительно сетевых сервисов (Commission Regulation implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards Network Services).

Рекомендация 1. Цифровые продукты, относящиеся к теме ООТ, должны обладать наивысшим пространственным разрешением из всех, что обеспечиваются странами Европейского союза, для их использования на всех более высоких уровнях представления данных и управления ими.

Рекомендация 5. Хотя наборы данных об ООТ могут содержать любые типы пространственных объектов, включая точечные, линейные и полигональные, ООТ площадью более 1 га должны быть представлены как полигональные объекты.

Рекомендация 6. Геометрические объекты, представляющие ООТ, могут быть простыми полигонами или агрегированными полигонами, соотносясь с формой реальных объектов, то есть могут быть разорванными полигонами или полигонами-островами.

Общее свойство всех спецификаций – наличие прикладных схем на языке UML. В спецификации ООТ их три:

1. Простая прикладная схема ООТ (simple) имеет крайне ограниченный набор базовых атрибутов, включая координатное описание (геометрию), идентификатор, название и ссылки на законодательные акты и документацию. Среди множества ООТ выбраны существующие ООТ и исключены «исторические» (прекратившие существование) ООТ.
2. Полная прикладная схема ООТ (full) включает все атрибуты как «исторических», так и существующих ООТ, причем существен-

ная часть атрибутов может принимать пустые значения.

3. Детализированная прикладная схема включает прикладную схему экологической сети Natura2000 со всеми ее обязательными атрибутами, необходимыми для поддержки данных сети, обеспечивая, тем самым, их интероперабельность, в том числе на геопортале INSPIRE. В будущем, при обновлении прикладной схемы сети Natura2000 обновляется и прикладная схема настоящей спецификации.

«Natura2000» – сеть охраняемых природных территорий Европейского Союза, созданная согласно Директиве о местообитаниях 1992 г. (1992 Habitats Directive). Цель сети заключается в том, чтобы обеспечить долгосрочное выживание наиболее ценных и исчезающих европейских видов, и местообитаний. Она состоит из особых природоохранных территорий (Special Areas of Conservation; SAC), определенных странами-членами Европейского союза согласно Директиве о местообитаниях (Директива Совета 92/43/ЕЕС по сохранению естественных сред обитания и дикой фауны и флоры, Directive 92/43/ЕЕС on the Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora), а также включает особые охраняемые (защищаемые) территории (Special Protection Areas; SPA), определенные согласно Директиве об охране диких птиц 1979 г. (1979 Birds Directive). Создание этой сети охраняемых территорий также отвечает обязательствам Европейского Сообщества, налагаемые Конвенцией ООН о биологическом разнообразии (UN Convention on Biological Diversity).

Полная прикладная схема использована нами при проектировании локальной ИПД национального парка «Валдайский» в форме, адаптированной к российским реалиям (рис. 2) [1].

Опыт показывает, что при адаптации спецификации ООТ в целом в форме адаптированного российского документа в нее должны быть внесены коррективы [3].

Согласно национальному стандарту ГОСТ Р 53339-2009 «Данные пространственные базовые. Общие требования» ООПТ в редакции «Особо охраняемые природные объекты» входит в перечень БПД. Мотивы отнесения ООПТ к БПД совпадают с основным критерием отнесения пространственных данных к базовым: их всеобщая востребованность и потребность в многократном использовании.

Границы ООПТ являются, в ряде случаев, объектом кадастрового учета, должны входить необходимым элементом в схемы территориального планирования, являются элементом топографических карт и планов, градостроительной документации и множества иных цифровых и бумажных документов, объектом информационного моделирования в информационных системах. С другой стороны, их

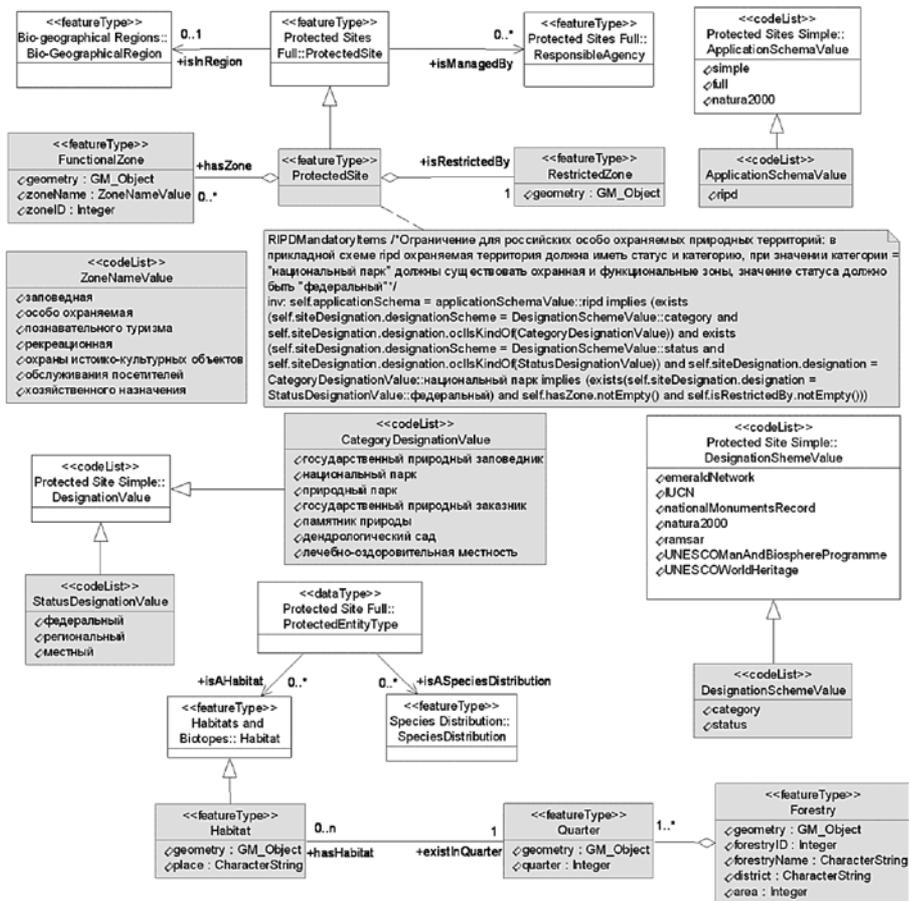


Рис. 2. Один из возможных вариантов отображения схемы данных ООПТ на схему данных ООТ (полную прикладную схему согласно спецификации). Темно-серой заливкой выделены элементы схемы, отличные от исходной прикладной схемы

границы входят в состав территориальных зон и зон с особыми условиями использования территории согласно Земельному кодексу Российской Федерации. С учетом этого, с точки зрения интересов ИПД РФ и международной практики данные об ООПТ РФ должны быть отнесены к типу базовых и установлены отдельной строкой Постановления Правительства РФ или в новой редакции Федерального закона «О геодезии и картографии».

Предметная область рассматриваемого документа (ООТ) выходит за рамки понятия ООПТ в российском понимании и законодательстве. Ограничиваясь исключительно природными ООТ (ООПТ), упомянем лишь, что Федеральный закон от 25.06.2002 N 73-ФЗ (ред. от 30.11.2010, с изм. от 13.12.2010) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» вводит категории таких объектов как памятники, ансамбли, достопримечательные места и другие объекты, представляющие собой выдающуюся универсальную историческую, археологическую, архитектурную, художественную, научную, эстетическую, этнологическую или антропологическую ценность. Объекты культурного наследия, как и ООПТ, делятся по уровням управления, включающим федеральный, региональный и местный (муниципальный) уровень. Как и ООПТ, часть из них отнесена к объектам всемирного культурного и природного наследия в порядке, установленном Конвенцией об охране всемирного культурного и природного наследия. Ведется (должен вестись) Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, подобно тому, как ведется Государственный кадастр ООПТ (объектов всех уровней управления).

Основным документом, регулирующим природоохранную деятельность в России в части ООПТ является Федеральный закон от 14.03.1995 N 33-ФЗ (ред. от 27.12.2009) «Об особо охраняемых природных территориях». Учитывая комплекс проблем, связанных с реализацией этого закона применительно к задачам информационного моделирования ООПТ составе ИПД РФ, следует иметь в виду несколько других федеральных законодательных актов с необходимыми более поздними поправками к ним, среди них:

- Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости».

- «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ».
- «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ».
- «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 № 200-ФЗ».

Кроме того, необходим учет регионального и местного законодательства, а также международного законодательства, в частности по биосферным резерватам, объектам Всемирного культурного и природного наследия, иным объектам на территории России. Иначе говоря, адаптированный документ должен строиться на инвентаризации и анализе российских нормативных правовых актов и иных правоустанавливающих документов, касающихся тематики ООПТ, федерального, регионального и местного (муниципального) уровней, а также международных законов, конвенций и соглашений, подписанных Правительством РФ и сохраняющих свою юридическую силу.

Региональное законодательство об ООПТ явно устанавливает категории объектов, отличные от федеральных, среди них: природные микрозаказники регионального значения, природно-исторические комплексы, природные микрозаказники местного значения (Республика Бурятия), природные резерваты (Костромская область), природно-исторический парк, экологический парк, заповедный участок, городской лес, водоохранная зона (г. Москва), природные микрозаповедники, особо охраняемые водные объекты, прибрежные рекреационные зоны, особо охраняемые геологические объекты, особо охраняемые водные объекты (Московская область), экологические ядра, буферные зоны, экологические коридоры (Орловская область). При этом законодательство допускает устанавливать иные категории ООПТ, поэтому их общий список (по всем уровням) насчитывает многие десятки категорий. Прикладная схема, а, возможно, ее расширение, должно строиться на основе учета всех без исключения категорий ООПТ федерального, регионального и местного уровней.

Рассматривая наличие источников данных для формирования БПД ООПТ, нужно отметить их актуальную фрагментарность. Основной их недостаток – отсутствие четких правил координатного

описания (удостоверения) местоположения ООПТ (текстовое описание, координаты поворотных точек, результаты межевания, граница на карте или плане), разнообразие требований к точности и детальности таких описаний. Граница ООПТ всех категорий как целостное координатное описание состоит в существенной доле из фрагментов других границ, к ним принадлежат естественные рубежи и природные объекты, техногенные (антропогенные) объекты, идеальные, не имеющие закрепленных на местности ориентиров (немаркированные) объекты. Во избежание множества конфликтных версий фрагментов границ как одного уровня точности и детальности, так и различных по уровню в целях обеспечения совместимости и интероперабельности данных об ООПТ следует иметь в виду их взаимосвязь со следующими базовыми пространственными данными, которые в совокупности должны образовать целостное и непротиворечивое множество координатных описаний:

**Кадастровые участки.** Фрагменты их границ должны быть согласованы с границами ООПТ.

**Водные объекты (гидрографическая сеть).** Границы ООПТ могут быть образованы фрагментами границ водоохранных зон, водосборных бассейнов, берегов водотоков и водоемов или их осевыми линиями.

**Рельеф (в форме цифровых моделей рельефа).** Водораздельные линии, производные от ЦМР или согласованные с ними, иные естественные морфологически выраженные рубежи.

**Административные границы.** Фрагменты из границ, на которые должны опираться координатные описания ООПТ, в свою очередь согласованные с рельефом, гидрографией, линией государственной границы и другими рубежами.

**Наименования географических объектов в части дублирования на английском языке или на языках народов России.**

**Транспортная сеть в части элементов и фрагментов улично-дорожной сети, зоны землеотводов других транспортных магистралей.**

Напомним, что спецификация ООТ определяет их границы и довольно краткий перечень необходимых атрибутов. Часть других тематических данных, перечисленных в приложениях к Директиве INSPIRE и явно указанных в спецификации в качестве дополнительных, позволяет наполнить ООТ содержанием. Это три темы:

- *Биогеографическое районирование.* Области с относительно однородными экологическими условиями и общими характеристиками.
- *Местообитания и биотопы.* Области, характеризующиеся определенными экологическими условиями, обеспечивающими обитание проживающих там организмов. Эти понятия включают как территории, так и акватории, которые различаются своими географическими, биотическими и абиотическими свойствами, независимо от того, являются такие регионы чисто природными или природно-антропогенными. В число таких объектов входят элементы сельского ландшафта: живые изгороди, ручьи и т.п.
- *Биологическое разнообразие.* Географическое распределение ареалов обитания представителей животного и растительного мира по ячейкам регулярной сетки координат, областям, административным единицам или другим аналитическим единицам деления.

При проектировании ГИС ООПТ перечень базовых и тематических данных должен быть существенно расширен, в зависимости от категории ООПТ, их уровня, региональных особенностей и других факторов.

Инвариантное ядро, минимальный перечень наборов данных, может выглядеть следующим образом:

- **Федеральный (обзорный) уровень** – множество ООПТ с их координатным описанием и атрибутами на фоне географической основы (детальность данных, выраженная в терминах масштаба карт: 1:2 500 000).
- **Региональный уровень** (1:100 000).
- **Локальный уровень:** наборы данных в границах ООПТ (1:25 000). Рекомендуемый состав данных локального уровня:
- Базовые пространственные данные:
- Единицы административно-территориального деления (в пределах государственной границы, границ субъектов Федерации, административных районов, муниципальных образования (опционально)).
- Границы ООПТ.
- Водные объекты (гидрографическая сеть).
- Рельеф (цифровая модель рельефа).
- Ортомозаика космических снимков (ортоизображения).

- Транспортная сеть.
  - Населенные пункты.
- Тематические данные (минимальный набор):
- Ландшафты.
  - Функциональное зонирование территории.
  - Распространение видов флоры и фауны.
  - Лесотаксационные данные.

### ***Геопорталы для доступа к данным и сервисам***

Под геопорталом обычно понимается «точка входа в Интернет или интранет с инструментами просмотра метаданных, поиска географической информации, ее визуализации, загрузки, распространения и, возможно, поиска «геосервисов», или, короче, сайт, обеспечивающий доступ к сервису поиска пространственных данных по метаданным, а также к другим сетевым сервисам в соответствии с его назначением и целевой аудиторией. Геопорталы можно рассматривать как площадку для взаимодействия производителей (правообладателей) пространственных данных и их пользователей, средство распространения данных и обмена ими, единую точку входа в сеть серверов, средство доступа к распределенным ресурсам пространственных данных, геосервисов и геоприложений. Каждая ИПД должна иметь, по крайней мере, один геопортал.

Примером геопортала с развитыми функциональными возможностями можно назвать геопортал программы INSPIRE (рис. 3).

На главной странице геопортала пользователю предлагается воспользоваться несколькими возможностями: зарегистрировать свои данные в онлайн-вом редакторе метаданных, проверить метаданные, воспользовавшись валидатором, найти необходимые данные и визуализировать их. Поиск данных об ООТ на геопортале позволяет найти 317 наборов и их серий (по состоянию на 4 ноября 2014 г.) из более чем ста тысяч, зарегистрированных на геопортале (включая сервисы и другие ресурсы). Кроме того, можно отыскать данные по смежным темам: местообитания и биотопы (228 единиц), распространение видов флоры и фауны (200 единиц). Часть из них доступна для просмотра.

Повторим еще раз: Директивой INSPIRE предусмотрены минимальные требования к веб-сервисам и данным, каждая из стран-

участниц ЕС может строить свои информационные системы в каждой из предметных областей, или объединять свои усилия создания параллельных веб-сервисов, примером которого может быть сервис уже упомянутой программы (сети) NATURA2000 с развитыми картографическими возможностями (рис. 4).

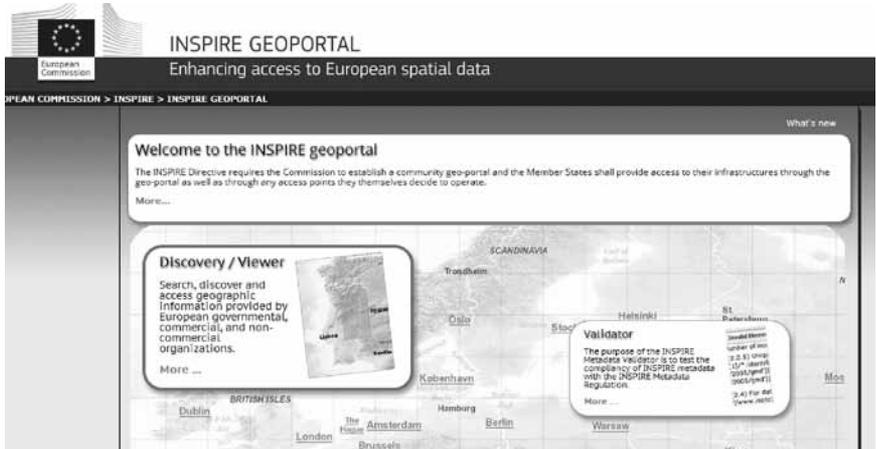


Рис. 3. Главная страница геопортала INSPIRE  
(<http://inspire-geoportal.ec.europa.eu>)

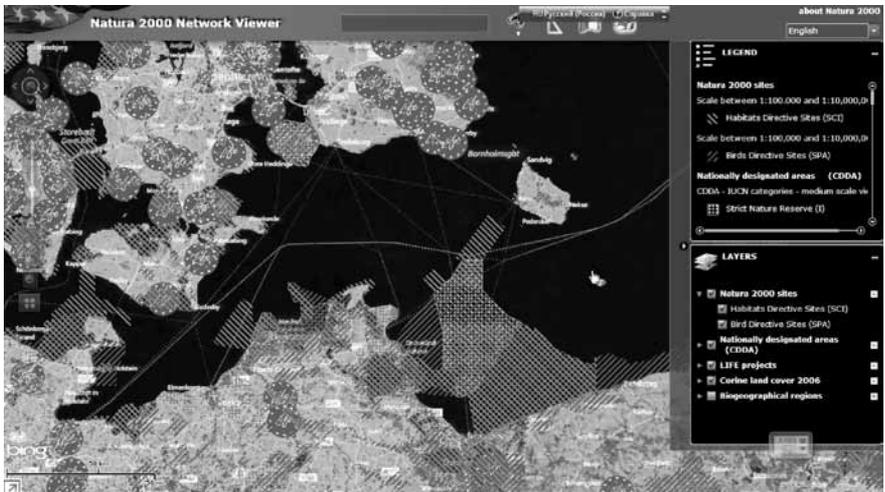


Рис. 4. Визуализатор сети NATURA 2000:  
<http://natura2000.eea.europa.eu/#>

Обращаясь к аналогичному российскому опыту, нельзя обойти вниманием веб-сервис, напрямую относящийся к тематике ООПТ: сервис Арктического и антарктического научно-исследовательского института (г. Санкт-Петербург) в системе Роскомгидромета РФ об особо охраняемых природных территориях (ООПТ) России (рис. 5).

По существу, он альтернативен кадастру ООПТ, который ведется Минприродой РФ (<http://www.zaroved.ru>), гораздо более информативен по сравнению с ним, включает нормативно-правовую базу, данные по биоразнообразию, ландшафтам и климату и выходит далеко за рамки ООПТ федерального уровня. Границы ООПТ могут быть визуализированы на различных картографических подложках. По состоянию на 06.11.2014 г. его база данных включала 12469 ООПТ всех уровней, причем не только существующих в настоящее время, но и перспективных, а также утраченных и реорганизованных. Среди прочего, он решает задачу уточнения границ ООПТ. К сожалению, ни ФЗ «Об ООПТ», ни аналогичные региональные нормы не устанавливают требования их обязательного координатного описания. В «Правилах ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий» (зарегистрирован Минюстом

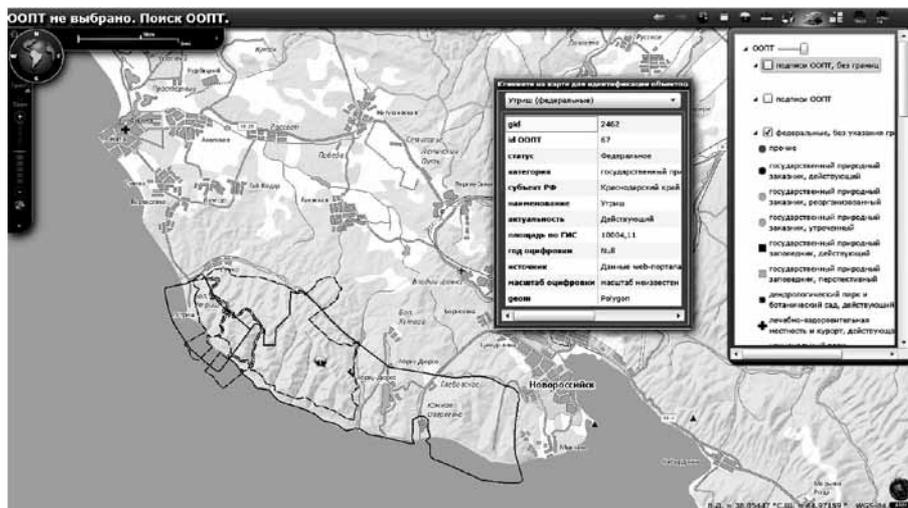


Рис. 5. ИАС ООПТ РФ: визуализация данных об ООПТ на одной из графических подложек: [http://oopt.aari.ru/oopt\\_map](http://oopt.aari.ru/oopt_map)

России, рег. № 1361 от 28 июля 1997 г.) было указано лишь, что среди содержащихся в нем сведений должны быть данные о «географическом положении, границах и площади ООПТ» и об «охранных зонах ООПТ (площадь, границы, режим)» ([http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW &frame=200&n=18680&req=doc](http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW&frame=200&n=18680&req=doc)). Позже вышел (тоже утративший силу) приказ МПР РФ от 15 января 2008 г. № 2 «Об утверждении административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по исполнению государственной функции по ведению государственного кадастра особо охраняемых природных территорий федерального значения» ([http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW;n=76137;fld=134;dst=100007;rnd=0.4384261448867619](http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=76137;fld=134;dst=100007;rnd=0.4384261448867619)), который предусматривал необходимость описания утвержденных границ ООПТ и указания «координат центра и 4-х крайних точек ООПТ в целом и для каждого участка в отдельности (для кластерных ООПТ) в соответствии с основными географическими азимутами в градусах и минутах», а для ООПТ или отдельных участков, кластеров, площадь которых менее 1000 га – только координат центра, границ и размеров охранной зоны. Кроме того, вместе с формой учетной документации должны были представляться картографические материалы:

- выкопировка из географической карты М 1:200000 либо из картографического материала более крупного масштаба (в зависимости от размеров ООПТ) с нанесенными границами ООПТ и охранной зоны;
- схема зонирования ООПТ и охранной зоны;
- схема земель, расположенных вокруг ООПТ.

При наличии представляются электронные версии указанных картографических материалов. Информация государственного кадастра ООПТ федерального значения размещается в сети Интернет по адресам: <http://control.mnr.gov.ru> и <http://www.zapoved.ru> и обновляется ежегодно до 1 июля последующего за отчетным года.

В последнем по счету приказе МПР от 19 марта 2012 года № 69 «Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий» ([http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc ;base=LAW;n=128517](http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=128517)) содержатся следующие нормы, распространяемые на ООПТ всех уровней: «приводится описание утвержденных границ ООПТ (с указанием реквизитов

документа об утверждении границ), а также указываются географические координаты *поворотных точек* (выделение наше – А.К.) границ земельного участка (для кластерных ООПТ - для каждого участка в отдельности) в соответствии с основными географическими азимутами в градусах, минутах и секундах; для ООПТ или отдельных кластерных участков ООПТ, площадь которых менее 1000 га, указываются только координаты центра. Из картографических материалов – все те же выкопировки из географической карты М 1:200000 либо из картографического материала более крупного масштаба (в зависимости от размеров ООПТ) с нанесенными границами ООПТ и охранной зоны. Нужно заметить, что без указания координатной системы отсчета указание значений координат лишено смысла (см., к примеру, приказ МПР от 3 марта 2011 года N 145 «Об утверждении Положения о государственном природном заповеднике «Утриш»»: [http://oopt.aari.ru/sites/default/files/documents/ministerstvo-prirodnih-resursov-i-ekologii-Rossiyskoy-Federacii/N145\\_03-04-2011.pdf](http://oopt.aari.ru/sites/default/files/documents/ministerstvo-prirodnih-resursov-i-ekologii-Rossiyskoy-Federacii/N145_03-04-2011.pdf)).

Из других примеров инвентаризации данных об ООПТ и обеспечения доступа к ним в сетевой среде нужно назвать информационную систему «Особо охраняемые природные территории Республики Коми» (<http://gis.rkomi.ru>). С результатами можно познакомиться на геопортале ИПД республики (рис. 6).

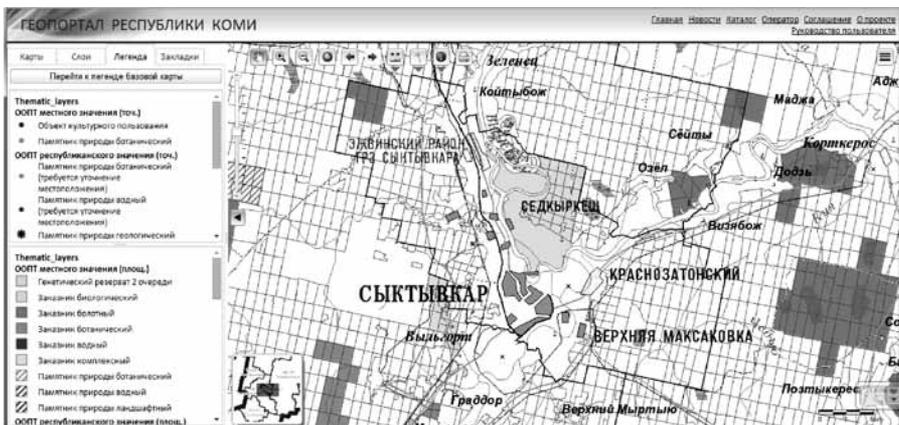


Рис. 6. Визуализатор геопортала Республики Коми: данные об ООПТ

## ***Заключение***

Несомненно, что к настоящему времени службами ООПТ и другими участниками деятельности в области их информационного и геоинформационного обеспечения накоплен огромный и ценный цифровой материал, который используется или может быть использован в различных приложениях. Активное освоение новых информационно-телекоммуникационных технологий, в частности, программных средств ГИС, создает хорошие предпосылки для их миграции в сетевую среду и обеспечение открытого равноправного и свободного доступа к геоинформационным ресурсам, данным и сервисам в технологических рамках ИПД. К сожалению, российский опыт пока несоразмерен современному состоянию того, что давно и успешно реализовано за рубежом, в частности, в странах Европейского союза.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 13-05-00904 А)

## ***Литература***

1. Зиновьева Ж.С., Кошкарёв А.В., Медведев А.А., Серебряков В.А. Создание тематических инфраструктур пространственных данных на примере особо охраняемых природных территорий – Геоинформационные технологии и математические модели для мониторинга и управления экологическими и социально-экономическими системами: ред. кол.: Ю.И. Шокин [и др.]; под ред. И.Н. Ротановой; Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Ин-т водных и экологич. проблем. – Барнаул: Пять плюс, 2011. – С. 138-145.
2. Кошкарёв А.В. Директива INSPIRE и национальные инициативы по ее реализации // Пространственные данные, 2009, №2. – С. 6–11.  
Копия: <http://www.gisa.ru/54638.html>.
3. Кошкарёв А.В. и др. Создание и развитие инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации. Аналитический отчет о создании и функционировании инфраструктуры пространственных данных ЕС (п. 1 календарного плана к Государственному контракту № ГК-187-ОФ/Д01 от 15.11.2011 г.). ФГУП «ФКЦ «Земля», Москва, 2011. – 428 с.  
[Электронный ресурс]: <http://aisup.economy.gov.ru/pubportal/downloadfile?uuid=pprtfl02k03380000jc50kvj9t90uut0>.
4. Современные технологии в деятельности ООПТ. ГИС-Нарочь, 2014. Материалы международной научно-практической конференции (тезисы). Курортный поселок Нарочь, Беларусь, 12-16 мая 2014 г. – 220 с.

## НЕКОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ ЕДИНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ООПТ РОССИИ

*Н.А.Алексеевко*

На территориях российских ООПТ проводится немало научно-исследовательских мероприятий, результатом которых служит огромное количество разнородной информации. Собираются значительные объемы данных описательных, статистических, картографических, аэрокосмических. Большая часть получаемых данных не публикуется вообще, или выпускаются малыми тиражами и только на русском языке, становясь сразу библиографической редкостью. Усугубляет проблему использования данных некоторое разделение направлений научной работы: тематические исследования проводят сторонние специалисты, а мониторинг – сотрудники ООПТ. Плохо налаженный обмен информацией не позволяет получить, с одной стороны, доступ к первичной информации, а с другой – эффективно ее использовать.

Рациональное распределение усилий по сбору требующейся информации, ее грамотная обработка и визуализация требуют применения геоинформационных методов исследований, а, следовательно, работы должны начинаться с разработки структуры объектно-ориентированной базы данных (*ООБД*). Несмотря на то, что российские ООПТ – это государственная система территорий с особым статусом охраны, проводящая различные виды деятельности, закрепленные в законодательстве Российской Федерации, они не объединены информационно в одну систему.

Анализ ситуации показал, что методы формирования баз данных для комплексных географических исследований на ООПТ разработаны недостаточно. Их создание требует специализации структуры, которая определяется рангом и статусом территории, долговременным характером исследований, связанных с накоплением больших объемов информационных ресурсов, нуждающихся в систематизации, задачами ООПТ, для которой разрабатывается база данных.

Использование единообразной структуры ООБД в отдельных охраняемых территориях:

- могло бы способствовать созданию единой интегрируемой геоинформационной системы ООПТ страны,
- частично помогло бы быть решению вопроса типизации и каталогизации собираемой информации,
- определяло направление дальнейшей работы.

Исходя из задач, возлагаемых на систему ООПТ России, выделяются следующие **функции** ее геоинформационной системы:

- *инвентаризационная* — обеспечение инвентаризации объектов, явлений, процессов и отношений, которые функционируют в системе ООПТ;
- *мониторинговая* — контроль за реализацией природоохранных программ;
- *научно-исследовательская* — создание основ для разработки и выбора конкретных природоохранных программ;
- *учебно-просветительская* — обеспечение широких масс населения доступной, лаконичной, эстетично представленной картографической информацией об экологических проблемах и природоохранной деятельности, и ее эффективности на местах проживания или пребывания;
- *координационная* — создание основы для координации и утверждения решений при управлении системой и для ее финансирования субъектами власти.

Задача может быть решена в 5 этапов:

- *Концептуальный* — анализ состояния ситуации в отдельных ООПТ, предложения по единообразной структуре базы данных.
- *Инвентаризационный этап*, предполагает сбор и оценку информации, ее систематизацию на основе предложенной структуры ориентировочной ООБД, а также параметры описания метаданных.
- Этап *создания базовых пространственных данных*, возможно с привлечением дополнительных исследований, перевода бумажных карт в цифровой вид.
- *Первичный геоинформационный анализ* — получение вторичных данных и тематических карт без привлечения новых данных посредством интеграции и совместного анализа уже накопленной информации: картографической, литературной, статистической и данных полевых исследований, а также определение направле-

ний работы для сбора недостающей информации.

- Этап полноценного внедрения геоинформационного обеспечения в работу каждой ООПТ: получение оценочных и прогнозных данных посредством использования графических и графоаналитических приёмов, математико-картографического моделирования и пр.

Понимание актуальности вопроса демонстрируют резолюции многих научно-практических конференций. На сегодняшний момент есть серьезные проблемы в части информационного обеспечения функционирования любой российской ООПТ, можно привести лишь единичные примеры работающих ГИС/ООБД. Причем ГИС российскими ООПТ сейчас понимается как наличие основы, на которую «нанизан» весь имеющийся материал, его обработка – дело будущего. Можно сказать, что российская система ООПТ находится на втором этапе, причем миновав первый. Что говорит о том, что их структуры БД очень несхожи, в некоторых случаях они вообще не структурированы.

*Проведенный анализ состояния картографо-геоинформационного обеспечения системы ООПТ России позволяет выделить следующие его **достижения**, позволяющие надеяться на прогресс в этом вопросе:*

- накоплен огромный массив многолетних первичных полевых данных, собранных в типичных и уникальных экосистемах, расположенных в различных широтных и высотных зонах;
- научно-исследовательская работа обязательна для высших иерархических единиц системы (заповедников, НП), в составе федеральной системы ООПТ функционируют 139 научных отделов, где трудятся более 1000 штатных научных сотрудников, среди них 372 кандидата и 42 доктора наук;
- созданы предпосылки для использования богатого теоретического и практического опыта картографии в картографо-информационном обеспечении охраняемых территорий;  
*тем не менее, есть существенные **проблемы**:*
- отсутствие централизованного научного руководства системой ООПТ России;
- неготовность административных ведомств к интеграции информации об охраняемых природных территориях, использованию единых методологических и концептуальных основ оценки их состояния;

- большой процент научных исследований на ООПТ носит биологическую направленность и пока не подразумевает картографический материал как результат работы;
- в архивах даже старейших заповедников катастрофически мало картографических материалов (редко создавались, утеряны и пр.);
- отсутствует культура создания картографических произведений, ориентированных на конкретного потребителя и для конкретных целей.

В этой связи волнует отсутствие централизованного руководства для решения проблемы. На рынке программных продуктов наблюдается борьба за этот сектор потребителей (ESRI, ОАО «НПК «РЕКОД», ООО «NextGIS» и др.), что выливается пока в создание отдельных геоинформационных продуктов отдельно взятых ООПТ на различных технологических платформах (ArcGIS, Панорама, Open Street Map и др.).

Предлагается для разработки геоинформационного обеспечения создавать объектно-ориентированные базы данных, отвечающие принципам *модульности, комплексности и универсальности*. Принцип *модульности* обусловлен разносторонней деятельностью и предполагает использование единой базы данных и картографической основы, с возможностью их перекомплектования в рамках меняющихся задач. Принцип *комплексности* заключается в обеспечении информацией о физико-географических и социально-экономических особенностях территории. Принцип *универсальности* опирается, прежде всего, на основные характеристики используемого геоинформационного программного продукта и на заложенную в нем возможность создания дополнительных прикладных программ.

В рамках поставленной задачи необходимо, прежде всего, определиться с базовой картой. В случае с исследованиями, проводимыми на ООПТ, ее не может заменить топографическая карта, некорректно и нецелесообразно привязывать полученную об экосистеме информацию к отдельно взятой точке с парой/тройкой координат, или, допустим, изолинии (изотерме, изогипсе и пр.). Экосистемы организованы полигонально, в основе полигонов лежат природные выделы. Возможно, что ландшафтная карта – вершина природного картографирования и изученности территории была бы идеальной

в рассматриваемом случае. К сожалению, не каждая ООПТ России имеет такую степень тематической изученности. Возникает необходимость создания базовой карты природных границ, которая должна играть организующую роль в системе сбора, привязки, отображения и моделирования информации. Известно, что наибольшее значение и согласованность имеют рельеф (геоморфология, типы рельефа), почвы и растительность, карты этих элементов вполне могут служить базовыми в случае их наличия.

Структура типовой ООБД должна быть разработана для заповедников и национальных парков. Территории низших рангов, в случае если они выполняют те или иные природоохранные функции, могут опираться на соответствующие части типовых баз данных.

В рекомендуемой структуре ООБД для заповедника должны быть данные только физико-географической тематики, отражающие различные характеристики и показатели биосферы, гидросферы, атмосферы, педосферы, а также показывающие динамику их составляющих и влияние на них человека (если таковое имеется). ООБД национальных парков, помимо этого, должны включать и социально-экономическую составляющую (население, землепользование, историко-культурное наследие, инфраструктура). Для заказников наиболее актуальны данные о тех природных компонентах, которые находятся под охраной, и тесно связанные с ними (например, растительность – почвы, животный мир – растительность).

Классификация ООБД для создания геоинформационного обеспечения деятельности ООПТ дает следующие результаты: по пространственному охвату – мультимасштабные, по функциональным возможностям – полнофункциональные, по архитектурному принципу их построения – открытые, с возможностью расширения, по способу организации географических данных – векторно-растровые, по проблемной ориентации – многоцелевые, для тематического и статистического картографирования, имеющие целью управление природными ресурсами.

Детализация базы данных конкретной ООПТ будет зависеть от её территориальных особенностей, целей и задач, кадрового состава.

Проблемы создания ООБД и полноценно работающих ГИС в российских ООПТ связаны, в основном, с двумя причинами: отсутствие специалистов-геоинформатиков/картографов – навыков

других специалистов оказывалось недостаточно, не сложилась культура использования собранных данных с использованием картографо-математического аппарата. Нужны специальные методические пособия для обучения научной обработке данных, связанной с абстрагированием, анализом и синтезом. Несомненным плюсом является глубокое тематическое знание вопроса сотрудниками, в той ситуации, когда для анализа данных широко привлекаются математические методы и компьютерные технологии, они лишь усиливают свое значение.

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ: ОПЫТ, ПРАКТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ, ПЕРСПЕКТИВЫ

*Груммо Д.Г.*

Институт экспериментальной ботаники  
им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси

**Введение.** Растительность, благодаря высоким индикационным и физиономическими свойствам, является центральным объектом дистанционного мониторинга природной среды. Важнейшим продуктом, интегрирующим результаты аэрокосмического исследования растительности той или иной территории, является геоботаническая карта [1].

В современных условиях без системы детальных геоботанических карт немыслимы научно-обоснованная разработка классификации и районирования растительного покрова, определение биологического потенциала и ресурсов, выявление закономерностей размещения и формирования растительности, успешная реализация перспективных региональных и локальных проектов по освоению природных ресурсов, мероприятий по охране окружающей среды и формированию сети особо охраняемых природных территорий. Они являются неотъемлемым элементом и базовой основой в решении ряда других научных и практических задач [2]. К концу истекшего столетия возможности картографического метода исследования растительного покрова необыкновенно расширились за счет создания и внедрения геоинформационных технологий (ГИС-технологий), свободного доступа к данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Их применение позволяет при наличии адекватной пространственно-распределенной информации по региону создавать практически неограниченное число виртуальных тематических карт и анализировать их в самых различных сочетаниях [3]. Как справедливо заметил известный французский картограф П.Озанда «...картографирование растительности является одним из направлений биологии, сделавшим рывок во второй половине XX века и добившимся блестящих до-

стижений» [4].

В Беларуси картография растительности является одним из направлений ботаники активно развивающимся со второй половины XX века. Это было продемонстрировано созданием серии мелко- и среднemasштабных геоботанических карт, внесших значительный вклад в познание структуры растительного покрова Европы. Среднemasштабная (М 1:600 000) карта растительности Белорусской ССР [5], единственная карта в СССР, которая была опубликована, вопреки цензуре, в открытой печати [6]. По утверждению одного из крупнейших ботаников-картографов Европы Т.К. Юрковской – это стало сенсационным событием для всех геоботаников СССР [6,7].

Методологические концепции регионального геоботанического картографирования, которые развивались белорусскими ботаниками-картографами, еще не исчерпали себя, однако ограниченное узкими задачами картографирования растительности, на рубеже столетий это научное направление стало перед серьезными вызовами научно-технического прогресса. Во-первых, существенно изменились методические подходы составления геоботанических карт: стремительно обновляется программно-информационная платформа процесса картографирования, стал свободным доступ к материалам аэрокосмической съемки, активно развивается национальный сегмент системы дистанционного мониторинга природной среды (осуществлен запуск Белорусского космического аппарата (БКА), широко внедряется использование беспилотных летательных аппаратов). Во-вторых, карту растительности стали рассматривать не как конечный документ, а скорее, как промежуточную площадку, от которой усилия исследователей устремлены в двух направлениях: с одной стороны, на использование карты, как средства анализа среды, с другой – на применение полученной при помощи карты информации для реализации практических задач. На фоне успехов картографии растительности в других сопредельных странах, можно сказать, что в Беларуси существует серьезное отставание от современного уровня [4].

Наиболее интересным, с точки зрения концентрации научных проблем, перспектив развития прикладного тематического картографирования, а также востребованности результатов исследований является сегмент крупномасштабного картографирования

(М 1:10 000 – М 1:200 000). Именно с ним (крупномасштабным картографированием) связано дальнейшее обсуждение результатов и перспектив использования дистанционного зондирования растительности в научных и практических целях.

При этом особо подчеркнем, что в круг наших задач не входили вопросы освещения технических возможностей картографирования и обработки материалов дистанционного зондирования. Безусловно, техническое совершенство – важная вещь. Особенно в картографировании – ведь карта во многом плод развития технических средств и достижений математики. Но это, прежде всего технические успехи. И для целей совершенствования технологий обработки ДДЗЗ в стране существуют мощные научные центры (ОИПИ НАН Беларуси, БГУ и др.). Задача ботаников-картографов не превратиться в оператора ЭВМ, а развивать научные основы картографирования, создавать новые типы карт растительности, используя современные успехи синтаксономии, экологии [6].

### *Результаты и обсуждение.*

#### *Крупномасштабное картографирование растительности с использованием ДДЗЗ и ГИС-технологий*

В результате выполнения ряда заданий государственных программ научных исследований, международных проектов разработана методика крупномасштабного картографирования растительности с использованием данных дистанционного зондирования [3].

Методика работы состоит из 3 этапов (рисунок 1).

#### *А. Предполевой камеральный этап*

Предполевой камеральный этап, включает:

- сбор данных на территорию исследуемого объекта;
- подбор данных космической съемки с различных спутниковых систем;
- обработку космоснимков;
- выполнение визуальной и автоматической классификации снимков объекта исследования;
- проведение предварительной классификации и создание цифровой прекарты.

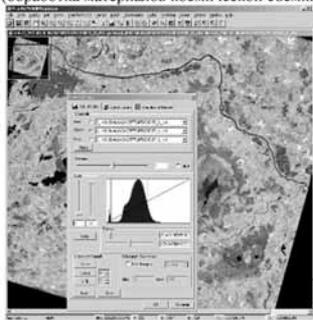
Все подготовительные работы начинаются с анализа имеющихся для исследуемой территории проектов лесо- и землеустройства,

Космический снимок А – Quick Bird (26/08/2012)

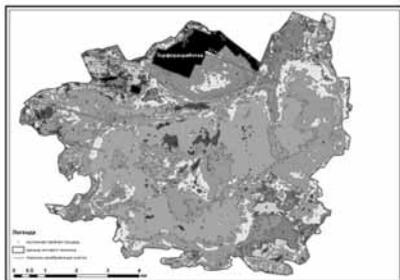


**Предполевой этап**  
(создание автоматической классификации)

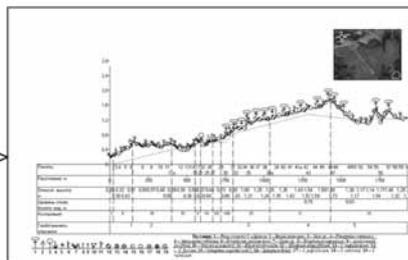
**Предполевой этап**  
(обработка материалов космической съемки)



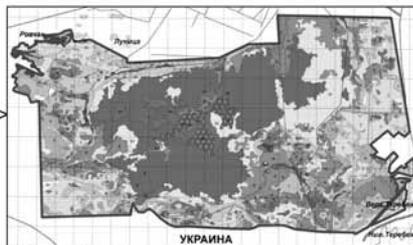
**Полевой этап**  
(геоботанические описания на ключевых участках)



**Постполевой этап** (обработка фитоценологических описаний, разработка легенды, проведение контролируемой автоматической классификации)



**Оформление и анализ карты растительности**



*Рисунок 1 – Схема выполнения работ по созданию карты растительности с использованием данных дистанционного зондирования (на примере лесоболотного комплекса «Морочно», Столинский район Брестской области)*

технично-экономических обоснований проведения хозяйственных и/или природоохранных мероприятий, обработки документов по освоению лесного фонда. Информация, содержащаяся в указанных документах, является основой баз данных, для создания которых осуществлялись: сканирование, привязка лесоустроительных планшетов и абрисов лесосек, векторизация данных и добавление атрибутивной информации.

Для решения задач геоботанического и прикладного тематического картографирования в наших исследованиях используются космические снимки с пространственным разрешением от 8–15 до 30–50 м, получаемые с помощью съемочных систем Landsat ETM+ и «TERRA» ASTER (США), SPOT (Франция), ALOS (Япония) и др.

Ряд задач по картографированию и оценке состояния растительности решаются с помощью космических систем, имеющих низкое пространственное разрешение (250–1000 м) типа AVHRR (NOAA), MODIS (США) и др.

Наиболее оптимальными для целей геоботанического картографирования являются снимки с разрешением лучше 2 метров, которые позволяют выявить даже незначительные изменения в растительном покрове. При этом, в последнее время активно развиваются космические системы со сверхвысоким пространственным разрешением (0,3–0,5 м), которые по информативности приближаются к материалам аэрофотосъемки и могут заменить их при инвентаризации и оценке состояния растительного покрова. В этом секторе космических данных дистанционного зондирования лидируют QuickBird, IKONOS, WorldView-1, -2, GeoEye-1 (США), EROS (Израиль), Cartosat-1, -2 (Индия), Ресурс-ДК (Россия) и др.

При изучении растительности на сравнительно больших площадях наиболее привлекательным по соотношению цена / качество являются снимки с разрешением от 2 до 10 м.

Снимки с пространственным разрешением до 1,5 метров (в панхроматическом диапазоне) распространяются по достаточно высоким ценам, по данным 2013 г. в среднем примерно 5–20 у.е. за 1 км<sup>2</sup> архивной съемки, при минимальной площади заказа 25 км<sup>2</sup>. Среди снимков высокого разрешения своей «демократичной» ценой выделяются также данные японского спутника ALOS (близкими по качеству являются и космические снимки, полученные с

БКА). Важной сферой применения снимков среднего разрешения является отслеживание долговременных изменений в растительном покрове. Так, спутники серии Landsat работают на орбите с 70-х гг. XX в, т. е. уже почти 40 лет. Накоплен огромный архив свободно доступной съемки всей территории суши. Используя ее, мы можем «заглянуть в прошлое» назад, что позволяет в отдельных случаях отслеживать процессы, происходящие в природно-растительных комплексах.

Благодаря приобретшим большую популярность интерактивным веб-сервисам типа Google Earth широкая общественность смогла за последние годы познакомиться со снимками сверхвысокого разрешения. Поскольку снимки, представленные в Google Earth, уже ортотрансформированы с использованием грубой модели рельефа, в них внесены неисправимые ошибки. К сожалению, в силу этой причины использование данных материалов ограничено. Максимальную точность могут обеспечить лишь коммерческие данные дистанционного зондирования.

Обработка материалов космической съемки выполняется в программном пакете Scanex Image Processor и включает:

- геопроецирование снимка в географическую систему координат WGS84 проекции UTM;
- корректировку привязки снимка по опорным точкам или точному координатно-увязанному снимку;
- увеличение пространственного разрешения многоканальных (многоспектральных) снимков;
- создание синтезированных цветных изображений из комбинации спектральных каналов космического снимка.

На первом подэтапе камерального предполевого дешифрирования (классификации) территории для удобства дешифрирования серия цветных композитных изображений сопоставлялись с топографической картой участка, что позволило создать предварительную природную классификацию (типологию) территории на ландшафтной основе. При построении данной классификации учитывалась взаимосвязь основных природных компонентов рельефа, почв, растительности. Под природной классификацией мы понимаем выделение с использованием ландшафтного подхода экосистем, или природно-территориальных комплексов (ПТК). Наиболее зна-

чимыми признаками при дешифрировании являлись рисунок изображения, его морфологический облик, структурно-текстурные и топологические особенности. Данная работа (первый подэтап) не отличается от общепринятых подходов предварительного экспертного дешифрирования территории по аэрофотоснимкам и позволяет создать легенду к карте экосистем, в котором растительность представлена как основной, физиономически информативный компонент [8]. Предварительная легенда ПТК в крупных структурных подразделениях уже представляет каркас будущей окончательной легенды карты растительности.

Второй подэтап камерального периода включает создание неконтролируемой (unsupervised) автоматической классификации с дальнейшей интерпретацией классов и формированием карты. Автоматическую классификацию выполняли с помощью специализированных пакетов ENVI или Erdas Imagine. Количество классов при этой обработке в зависимости от качества снимка и поставленных задач составляет от 10 до 40.

После выполнения указанных процедур было получено цветное изображение – электронная карта (прекарта). Она отражает закономерности распределения определенного (заданного нами) количества классов. Сопоставление данных визуального дешифрирования композитных снимков и прекарты, полученной на основе неконтролируемой классификации, позволяет лучше определить закономерности распределения и разнообразие растительности тестового участка и тем самым более осмысленно подойти к анализу использованных материалов.

### ***Б. Полевые исследования***

Полученная информация позволила наметить расположение точек для сбора фитоценологических описаний с целью более точной интерпретации полученных классов. В ходе полевых описаний проведен сбор данных о состоянии растительности классическими геоботаническими методами, но с использованием GPS-приемника для привязки точек описаний и треков путевых маршрутов. При проведении работ сопоставлялись предварительные результаты дешифрирования космоснимков с наземными данными. В зависимости от полученных результатов ранее выде-

ленные классы могли объединяться или, наоборот, разделяться на несколько независимых. Количество точек описания для каждого класса могло варьировать в зависимости от однородности или неоднородности рисунка растительного покрова. Для всех новых или сложных для интерпретации классов количество точек описания было увеличено, что бы при контролируемой автоматизированной классификации можно было набрать достаточное количество эталонных пиксел [3,8].

### ***В. Постполевой камеральный этап***

Обработка полевых данных состояла из нескольких этапов.

*1. Обработка геоботанических описаний.* В камеральных условиях составлялись сводные таблицы описаний фитоценозов с их последующей сортировкой. Помимо флористического состава и структуры сообществ, большое внимание уделялось характеристике древесного яруса. Это было необходимо не только для типизации лесных сообществ, но и для ограничения их от сообществ лесных болот.

Обработка геоботанических описаний осуществлялась при помощи компьютерной программы JUICE, при этом алгоритм включал следующие последовательные шаги:

- обработка (предварительно вручную сгруппированных) геоботанических описаний методом TWINSPAN;
- составление синоптической таблицы с константностью и привязанностью видов;
- анализ колонок постоянства с выделением групп диагностических, константных, доминантных видов.
- составление характеризующей обзорной таблицы картируемых синтаксонов.

Следует более подробно прокомментировать наше стремление всесторонне обрабатывать фитоценотические описания. На большинстве обследованных участков происходили разнообразные по характеру и силе антропогенные воздействия, в результате чего большая роль в современном растительном покрове принадлежит разнообразным производным сообществам, которые являются различными стадиями восстановления или деградации естественной растительности. Эти неустойчивые (серийные) сообщества в зна-

чительной степени увеличивают пестроту растительного покрова. В связи с этим использование автоматических методов классификации геоботанических описаний (после предварительной сортировки вручную) позволяет выделить группы дифференцирующих видов и соответственно более точно провести демаркацию между картируемыми единицами. Кроме этого, применение специализированных программ (JUICE, PC-ORD) позволяет автоматизировано обработать экологическую составляющую описаний (расчет фитометрических индексов, ординация сообществ в пространстве факторов среды и т.д.), что позволяет оперативно использовать информацию для целей фитоиндикационного картографирования.

2. *Разработка легенды геоботанической карты.* Структура легенды отражает типологическую дифференциацию растительного покрова. При ее составлении нами используются единицы эколого-физиономической (доминантной) классификации (основывается при выделении единиц всех рангов на экобиоморфе доминантных видов господствующей синузии).

Высшие подразделения легенды соответствуют типам растительности: (лесной, болотной, луговой, прибрежной-водной и т.д.). Самостоятельными разделами приводятся типологически разнородная растительность на месте гарей и вырубок, условно названная «пустошной», а также вторичная мелколесная и кустарниковая растительность.

Лесной тип растительности подразделяется на классы формаций: хвойные, широколиственные, мелколиственные производные и лиственные коренные леса на болотах. Картируемые таксоны хвойных (в подавляющем большинстве сосновых) лесов на болотах рассматриваются как градации этих лесов, коренные лиственные леса на болотах выделены в отдельную таксономическую категорию высшего ранга. Это продиктовано стремлением сохранить единство формационной структуры лесной растительности. Лиственные леса на болотах – пушистоберезовые и черноольховые – образуют самостоятельные, сопряженные друг с другом формации, тогда как типы сосняков на болотах составляют часть эколого-фитоценотического ряда сосновых лесов. Подзаголовками следующего ранга для лесной растительности являются формации (сосновые, еловые, осиновые, черноольховые и т.д.). Далее в легенде приводится разделение лес-

ной растительности по таксонам, соответствующим единицам лесотипологической классификации.

Высшими рангами болотной растительности является подразделение по типу болотообразовательного процесса (эвтрофные, мезотрофные, олиготрофные). Неоднородная растительность переходных и верховых болот представлена в виде комплексов сообществ (кочковато-мочажинных, грядово-мочажинных, грядово-озерковых, кочковато-ковровых).

Следует заметить, что при создании геоботанических карт мы не видим серьезной альтернативы эколого-физиономической классификации. Это обусловлено, тем, что единицы доминантной классификации в отличие от флористической, не имеют жестких синтаксономических рамок, что позволяет более адекватно отображать географические, хорологические особенности растительного покрова, а также его динамику при разнообразных антропогенных нарушениях.

Затрудняет использованием флористической классификации и сложность с выбором синтаксономического ранга единиц картирования. Обзор литературных источников, показывает, что среди сторонников школы Ж.Браун-Бланке наиболее популярная единица при крупномасштабном геоботаническом картировании является ассоциация [1]. Однако, если жестко придерживаться установки и не покидать рамок созданной синтаксономической схемы растительности Европы, то использование географически обширных ассоциаций, включающих большое количество различающихся между собой сообществ не способствует познанию закономерностей растительного покрова, затушевывает его существенные черты. Можно ли получить достаточную информацию о растительном покрове той или иной территории, имея в легенде, например, SPHAGNETUM MAGELLANICI (Malc. 1929) Kästner et Flössner 1933 или VACCINIO ULIGINOSI-PINETUM SYLVESTRIS (Hueck 1929) R.Тх.1955? Географический ареал этих ассоциаций огромен и они были бы уместны при картировании растительности Германии, Польши, Беларуси, Литвы или даже европейской части России. Или, как например, с использованием традиций франко-швейцарской школы при картировании болот разделить болотные леса (сосняки сфагновые) и облесенные болота (сосновое редколесье), относящиеся к разным типам растительно-

сти (лесному и болотному)? Арсенал флористической классификации предлагает в этом случае только один таксон — *SRNAGNO-PINETUM SYLVESTRIS* Kobendza 1930. Применение синтаксонов ранга ниже, чем ассоциация (субассоциация, вариант, фация) в наших исследованиях тормозится в связи с отсутствием в доступных литературных источниках достаточного опыта подобных использований.

Не стоит забывать и о прикладной стороне вопроса: пользователь цифровой и (или) аналоговой картографической продукции (лесоустроитель, проектировщик) в подавляющем большинстве случаев не владеет базовыми основами флористической классификаций, в результате чего легенда для него остается зашифрованной и область применения карт растительности в таком случае сокращается только до научных целей. Вместе с тем, мы несколько не отрицаем, необходимость более широкого использования единиц флористической классификации для крупномасштабного картографирования растительности, и первые исследования нами уже начаты.

3. *Создание контролируемой автоматической классификации.* На основе экспертной оценки проводится окончательная контролируемая автоматическая классификация и оценивается информативность полученных данных относительно совокупности наших знаний (картографические, полевые, литературные материалы) по установленным эталонам (классам растительности). Анализ полученных результатов и сопоставление их с полевыми данными позволили сделать коррекцию распределения некоторых классов за счет увеличения количества эталонных пиксел, необходимых для проведения классификации.

4. *Создание картографической модели.* На основе систематизации классов (кластеров) полученного классифицированного изображения создается картографическая модель изучаемого участка. Для составления ведомости площадей картируемых таксонов растительности использовали модуль, встроенный в платформу программы Arc GIS (ESRI, USA). Создание карты сопряжено с созданием единой ГИС, включающей электронный фотоплан, топооснову, материалы обработки космических снимков, прекарту, базы данных (в формате dbf) геоботанических описаний. Анализ и оформление карт осуществляется в программной среде ArcGIS.

В последнее десятилетие нами составлены крупномасштабные карты растительности практически для всех крупнейших объектов природно-заповедного фонда страны, а также 30 км зоны БЕЛАЭС и других природных территорий (рисунок 2). При их составлении использовались, как правило, традиционная доминантная классификация и структурно-динамические принципы построения легенды.

В качестве примера итоговой работы приведем геоботаническую карту нарушенного лесоболотного комплекса «Жада», созданной нами по итогам комплексного изучения растительности болота в 2010–2013 гг. (рисунок 3, таблица 1).

### Прикладное тематическое картографирование

Вместе с тем в наших исследованиях мы не ограничивались созданием только карты актуальной растительности. Важнейшим этапом работ была необходимость «конвертировать» содержимое геоботанической карты в серию прикладных тематических карт. На

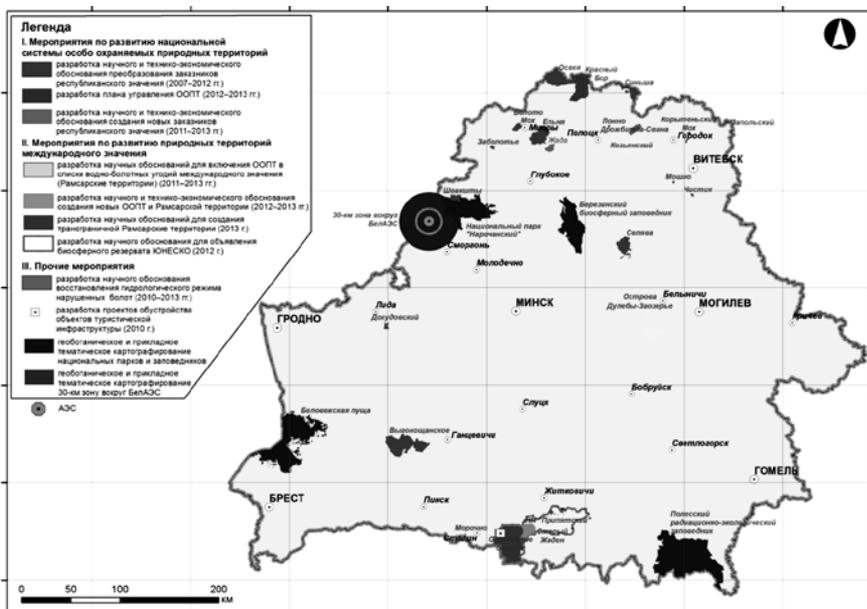
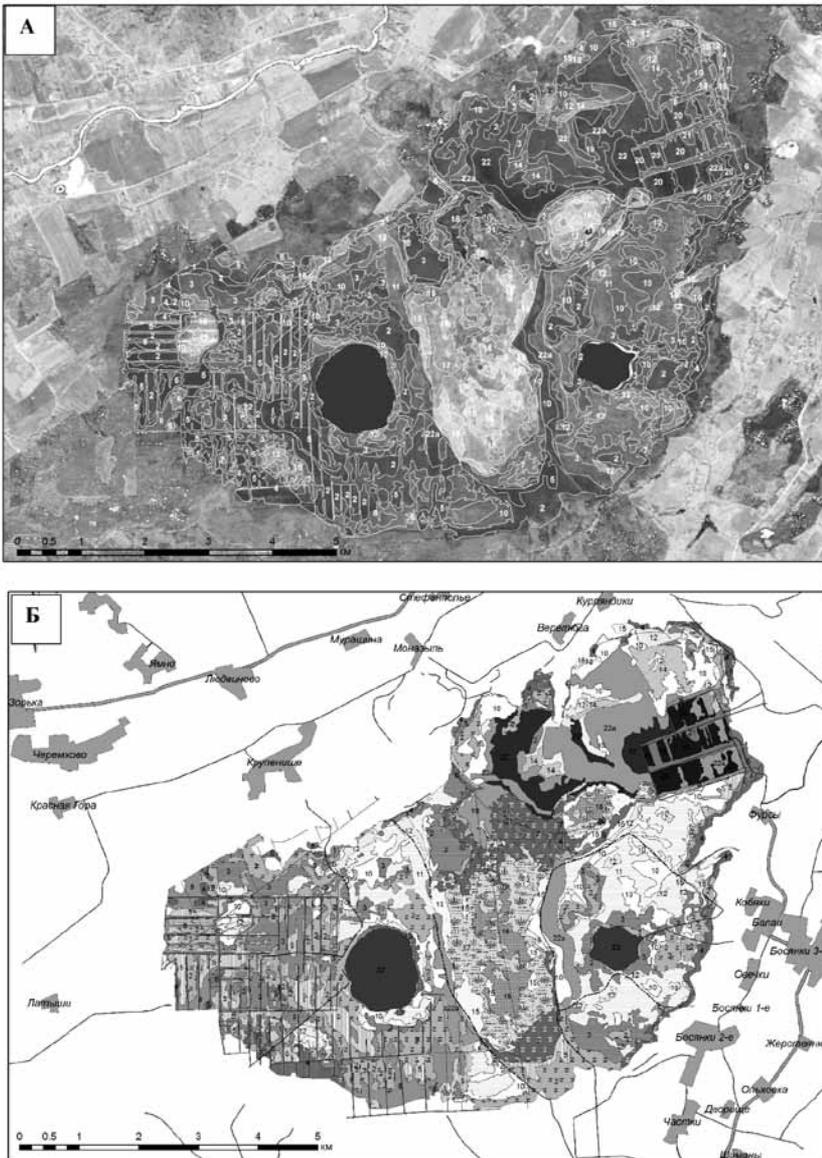


Рисунок 2 — Обобщенные сведения о результатах геоботанического и прикладного тематического картографирования, выполненных с использованием ДДЗ



А – фрагмент снимка ALOS Avnir и контуры растительности, установленные после контролируемой автоматической классификации; Б – карта растительности

Рисунок 3 – Заключительные этапы создания геоботанической карты проектируемого заказника «Жады»

**Таблица 1 – Легенда карты растительности  
нарушенного сфагнового болота «Жада»**

№	Картируемый таксон	Площадь	
		га	%
<b>ЛЕСА</b>		<b>2128.99</b>	<b>43.29</b>
<b>Сосновые (<i>Pinus sylvestris</i>) и пушистоберезово-сосновые (<i>Pinus sylvestris</i>, <i>Betula pubescens</i>) заболоченные и болотные леса</b>		<b>1613.27</b>	<b>32.80</b>
1	Сосновые кустарничково-долгомошные ( <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>Polytrichum commune</i> ) в сочетании с чернично-зеленомошными ( <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , виды <i>Dicranum</i> , <i>Hylocomium splendens</i> )	34.20	0.76
2	Сосновые кустарничково-сфагновые ( <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> + обычная форма [h=6–10 м], <i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Sphagnum angustifolium</i> ).	698.86	15.53
3	Сосновые кустарничково-сфагновые леса ( <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=3–5 м], <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> ).	485.55	10.79
4	Сосновые и пушистоберезово-сосновые осоково-кустарничково-сфагновые леса ( <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Betula pubescens</i> , <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. nigra</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>S. angustifolium</i> ).	119.38	2.65
5	Сосновые кустарничково-сфагново-зеленомошные на осушенных землях ( <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> + обычная форма [h=8–12 м], <i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>V. myrtillus</i> , <i>V. vitis-idaea</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>S. angustifolium</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> ).	275.28	6.12
<b>Мелколиственные производные и лиственные коренные леса на болотах</b>		<b>515.72</b>	<b>10.48</b>
6	Повислоберезовые кустарничково ( <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. uliginosum</i> )-долгомошные ( <i>Polytrichum commune</i> ) на месте елово-сосновых и еловых лесов	34.49	0.77

## Продолжение таблицы 1

№	Картируемый таксон	Площадь	
		га	%
7	Пушистоберезовые осоково-травяно-сфагновые ( <i>Betula pubescens</i> , <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Comarum palustre</i> , <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Calamagrostis neglecta</i> , <i>Sphagnum obtusum</i> , <i>S. centrale</i> , <i>S. flexuosum</i> ).	253.07	5.62
8	Березовые кустарничково-долгомошные на осушенных землях ( <i>Betula pendula</i> , <i>B. pubescens</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. uliginosum</i> , <i>V. vitis-idaea</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Pleurozium schreberi</i> , <i>Dicranum polysetum</i> )	217.57	4.83
9	Черноольховые папоротниковые ( <i>Athyrium filix-femina</i> , <i>Dryopteris carthusiana</i> , <i>Matteuccia struthiopteris</i> ) нередко с участием неморальных трав ( <i>Impatiens noli-tangere</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Solanum dulcamara</i> ) на низинных болотах	10.59	0.24
<b>БОЛОТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ</b>		<b>1888.26</b>	<b>38.39</b>
<b>Олиготрофные сообщества</b>		<b>1263.61</b>	<b>25.69</b>
10	Сосново-кустарничково-сфагновые ( <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i> + f. <i>litwinowii</i> [h=4–6 м], <i>Ledum palustre</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>S. fuscum</i> ).	496.72	11.04
11	Кустарничково-сфагновые ( <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>S. fuscum</i> ) с редкой (10–20%) <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=2–4 м].	579.92	12.89
12	Пушицево-кустарничково-сфагновые ( <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>S. angustifolium</i> , <i>S. rubellum</i> ).	103.68	2.30
13	Грядово-мочажинный комплекс: Кустарничково-сфагновые ( <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>S. fuscum</i> ) с редкой <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> [h=2–4 м] гряды (60–75% площади комплекса); мелкие очеретниково- и шейхцериево-сфагновые ( <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>S. balticum</i> ) мочажины.	13.94	0.31

## Продолжение таблицы 1

№	Картируемый таксон	Площадь	
		га	%
14	Грядово-мочажинный комплекс: послепожарные кустарничково-политриховые ( <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Polytrichum strictum</i> ) гряды (75–90% площади комплекса); деградированные пушицево-очеретниково-сфагновые ( <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Sphagnum cuspidatum</i> , <i>S. balticum</i> , <i>S. rubellum</i> ) мочажины.	69.35	1.54
<b>Мезоолиготрофные и мезотрофные сообщества</b>		<b>579.28</b>	<b>11.78</b>
15	Осоково-пушицево-сфагновые ( <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> <i>E. polystachyon</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>S. angustifolium</i> , <i>S. papillosum</i> ) с разреженным ярусом сосны и березы ( <i>Betula pubescens</i> , <i>Pinus sylvestris</i> )	150.56	3.35
16	Кочковато-коврово-мочажинный комплекс: кустарничково-сфагновые кочки ( <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Sphagnum magellanicum</i> ); осоково-пушицево-сфагновые ( <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>E. polystachyon</i> , <i>Sphagnum fallax</i> , <i>S. angustifolium</i> , <i>S. papillosum</i> ,) ковры; очеретниково-и шейхцерицево-сфагновые мочажины ( <i>Rhynchospora alba</i> , <i>Scheuchzeria palustris</i> , <i>Sphagnum balticum</i> , <i>S. cuspidatum</i> )	107.76	2.39
17	Тростниково-сфагновые ( <i>Phragmites australis</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Molinia caerulea</i> , <i>S. fallax</i> , <i>S. flexuosum</i> ) в сочетании с вахтово-осоково-сфагновыми ( <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Carex lasiocarpa</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>S. angustifolium</i> , <i>S. fallax</i> , <i>S. papillosum</i> ) с разреженным древесно-кустарниковым ярусом ( <i>Salix cinerea</i> , <i>Betula pubescens</i> , <i>Pinus sylvestris</i> )	320.96	7.13
<b>Эвтрофные сообщества</b>		<b>45.37</b>	<b>0.92</b>
18	Ивняки ( <i>Salix cinerea</i> ) с березой ( <i>Betula pubescens</i> ) и ольхой черной ( <i>Alnus glutinosa</i> ) травяно-осоковые ( <i>Calamagrostis canescens</i> , <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Peucedanum palustre</i> , <i>Naumburgia thyr-siflora</i> , <i>Comarum palustre</i> , <i>Menyanthes trifoliata</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>C. vesicaria</i> )	44.93	1.00

## Продолжение таблицы 1

№	Картируемый таксон	Площадь	
		га	%
19	Тростниковые ( <i>Phragmites australis</i> ) в сочетании с травяно-осоковыми ( <i>Comarum palustre</i> , <i>Calla palustris</i> , <i>Iris pseudacorus</i> , <i>Equisetum fluviatile</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>C. vesicaria</i> )	0,44	0,01
<b>ВТОРИЧНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ</b>		<b>482.99</b>	<b>9.82</b>
20	Вересковые пустоши на горях	95.75	2.13
21	Лиственное мелколесье с фрагментированным напочвенным покровом ( <i>Betula pendula</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Polytrichum strictum</i> )	61.19	1.36
22	Кустарничково-политриховое нередко с обильным подростом сосны и лиственных пород ( <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Betula pubescens</i> , <i>B. pendula</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Polytrichum strictum</i> )	152.39	3.39
22а	То же в фазе активной демутиационной динамики, сопровождаемой сокращением участия в составе вторичных сообществ лиственных пород деревьев ( <i>Betula pubescens</i> , <i>B. pendula</i> , <i>Populus tremula</i> ), развитием болотных форм сосны ( <i>Pinus sylvestris</i> f. <i>litwinowii</i> ), активным внедрением в моховой ярус сфагновых мхов ( <i>Sphagnum magellanicum</i> , <i>S. angustifolium</i> , <i>S. cuspidatum</i> , <i>S. rubellum</i> и др.) и кустарничков ( <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Ledum palustre</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> и др.).	173.66	3.86
<b>ВОДЫ</b>		<b>418.96</b>	<b>8.51</b>
23	Дистрофные озера	418.96	9.31
<b>Всего</b>		<b>4919.23</b>	<b>100.00</b>

основе карты актуальной растительности тестового полигона и сопряженной с нею базы данных создавался ряд прикладных тематических карт (рисунок 4).

Не вдаваясь подробно в методические вопросы прикладной геоботанической картографии, которые довольно подробно изложены нами в специальном издании [9], кратко обозначим содержание основных тематических карт.

### Индикационные карты

Карта факторов антропогенного воздействия показывает действие (одного-двух) наиболее значимых факторов на каждый выдел растительности: сплошные и выборочные рубки последних лет, пожары, сенокосение и выпас, подтопление и т.д.

Карта современного состояния отражает два процесса – деградацию растительности под воздействием антропогенных факторов и восстановительные процессы, развивающиеся после этих воздействий. Выделены 4 градации: слабо-, средне-, сильнонарушенная и полностью уничтоженная растительность.

Фитоиндикационные карты, характеризуют экологические режимы местообитаний (увлажнение, кислотность, трофность, освещение), детектируемые на основе экошкал.

### Экодинамические карты

Карта направленности современных процессов в природных экосистемах отражает процессы изменения экологических условий, индицируемых по характеру сукцессий растительности.



Рисунок 4 – Тематические блоки прикладного геоботанического картографирования

*Карта изменений условий увлажнения, индицируемых по сукцессиям растительности.* Определяет 4 направления изменений условий увлажнения: стабилизация, увеличение (заболачивание), уменьшение (осушение) и разнонаправленные процессы в комплексных местоположениях.

### ***Карты устойчивости***

*Карты устойчивости природных экосистем:* (а) к пожарам – разработана на основе стандартной лесохозяйственной шкалы пожарной опасности; (б) к рекреационному воздействию составлена на основе существующих предельно допустимых рекреационных нагрузок на растительность.

### ***Функциональные карты***

*Карта оценки местообитаний с точки зрения поддержания биологического и ландшафтного разнообразия* построена на основе выделения таксонов, охраняемых в соответствии с Директивой Евросоюза по местообитаниям.

*Карта особо ценных растительных сообществ.* На ней отражены: 1) редко встречающиеся лесные сообщества; 2) природные эталоны, наименее измененные хозяйством антропогенно-природные леса; 3) хозяйственные естественные и искусственно созданные леса местных лесовосстановителей высокой продуктивности и целевого соответствия; 4) лесные фитоценозы на болотах, вокруг озер, у истоков рек; 5) редкие комплексные болотные сообщества; 6) фитоценозы с редкими видами растений; 7) ресурсоведческие участки; 8) опытные объекты.

*Карта  $\alpha$ -разнообразия,* составленная на основе системы балльных оценок обилия, исходя из видового обилия на единицу площади.

*Карты ресурсного потенциала растительности* отображают сведения о биологических ресурсах (общих запасов стволовой древесины лесов, урожайности ягод клюквы, запасов лекарственных растений и т.д.).

*Карты стоимостной оценки экосистемных услуг и биологического разнообразия* отображают: а) интегральную оценку экосистемных услуг; б) экономическую оценку первичной и вторичной продукции; в) стоимостную оценку биологического разнообразия.

*Карта экологических функций растительности* отражает средообразующий и ландшафтно-защитный потенциал растительности.

### ***Мониторинг лесохозяйственной деятельности***

В последние годы при инвентаризации ООПТ значительное внимание уделяется мониторингу лесохозяйственной деятельности.

Выявление новых лесосек проводится путём сравнения свежих данных космической съёмки со снимками годичной (и более) давности. Лесосеки на снимках выглядят как объекты повышенной яркости на фоне более тёмного нетронутого леса. Основное отличие лесосек от похожих объектов – пожаров и ветровалов – состоит в наличии связанной инфраструктуры (лесовозные дороги, погрузочные площадки, магистральные и пасечные волоки) [10].

Основным признаком, по которому лесосеки разделяется на классы выборочных и сплошных рубок, выступает текстура. Если для сплошных вырубок характерна практически полная её однородность, то более выраженная текстура выборочных рубок обусловлена наличием волоков, дорог, погрузочных площадок, «окон» в пологе в сочетании с нетронутой частью насаждений. Чем выше пространственное разрешение, тем лучше различимы элементы инфраструктуры внутри лесосеки, в первую очередь волоки (технологические коридоры). Так, на снимках SPOT (разрешение 10 м) различимы лишь самые наезженные волоки, тогда как на более детальных данных IRS-P5 (разрешение 2.5 м) и EROS B (разрешение 0.7 м) видны не только большинство волоков, но и кроны отдельных деревьев [10].

Другими важными отличительными признаками для разделения выборочных и сплошных рубок выступают яркость и форма объектов. Сплошные вырубки обычно имеют правильную прямоугольную форму. Исключение могут составлять санитарные рубки, например, после пожара. Яркость сплошных свежих вырубок, как правило, велика за счёт большого процента открытой почвы [10].

При выборочных рубках форма лесосек может сильно варьировать, особенно в случае рубок ухода или незаконных самовольных рубок. При промышленной заготовке древесины форма лесосеки

обычно более правильная. Яркость выборочных рубок варьирует в широких пределах и зависит от ряда факторов: сезона съёмки, выраженности рельефа, освещённости склона, на котором распложена рубка, давности и интенсивности рубки, доли темнохвойных и мягколиственных пород в составе древостоя, наличия и сомкнутости второго яруса и подлеска, а также степени их повреждения при рубке. Надо отметить, что возможность достоверно выявлять выборочные рубки, в том числе и на местности с выраженным рельефом, позволяет проводить мониторинг нарушений в защитных лесах различных.

На основе анализа результатов исследования составляются карты [3,10,11].

1. *Нарушения правового режима особо охраняемых природных территорий (ООПТ)*. Примером данного типа нарушений являются: а) проведение сплошных рубок на участках где они запрещены в пределах заповедников, национальных парков, заказников; б) гибель насаждений в результате нарушения режима хозяйственного использования земель.

Кроме этого, анализ сопоставление карт плановых и фактически выполненных хозяйственных и природоохранных мероприятий на территории ООПТ позволяет составить карты и сводные ведомости нарушений хозяйственной и природоохранной деятельности.

2. *Нарушения правового режима водоохранных зон и особо защитных участков леса (берегозащитных полос)*. Мониторинг проведение рубок в водоохранных зонах и особо защитных участках леса (берегозащитных полос) актуальная проблема. Высокотетальные снимки с пространственным разрешением 2.5 м и выше позволяют выявить данный тип нарушений, так как на столь детальных снимках хорошо просматриваются русла ручьёв и небольших рек. Это позволяет (с помощью ГИС) построить вдоль русел буферные водоохранные зоны и берегозащитные полосы заданной ширины и, соответственно, выявить факты рубок в водоохранной зоне.

3. *Превышение предельно допустимых параметров лесосек*. По данным космической съёмки высокого разрешения можно надёжно определять такие нарушения правил заготовки древесины, как превышение предельно допустимой площади, ширины лесосеки и нарушение сроков примыкания лесосек.

4. *Дистанционный мониторинг незаконных рубок.* Борьба с незаконными рубками на сегодняшний день не является одной из важнейших задач, однако, наличие в арсенале методов оперативной ревизии лесного фонда, является надежным инструментом профилактики подобных нарушений законодательства.

Схема выполнения работ включает 5 этапов [11].

А. *Подготовительные работы* включают обработку разрешительных документов: проектов освоения лесов, лесных деклараций, лесорубочных билетов, абрисов лесосек. Информация, содержащаяся в разрешительных документах, является электронной базы данных мониторинга, для создания которой осуществлялись:

- сканирование;
- привязка планшетов и абрисов лесосек;
- добавление атрибутивной информации о лесосеках

Б. *Приобретение и обработка космических снимков.*

В. *Дешифровочные работы материалов космической съемки и анализ разрешительных документов* Дешифровочные работы осуществляются визуально-интерактивным методом. В процессе анализа проводилось измерение площадей лесосек, выявление нарушений, формирование ведомости нарушений, расчет ориентировочной суммы вреда в денежном эквиваленте. Незаконно вырубленные лесосеки формируются в отдельный векторный слой.

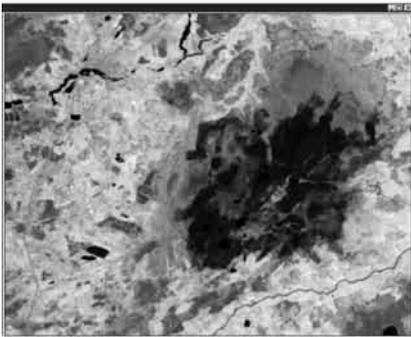
Г. *Проведение выборочной полевой проверки.* Выборочная полевая проверка проводится с применением GPS-приемника и в количестве не менее 3% от числа лесосек с выявленными нарушениями лесного законодательства.

Д. *Составление итоговой карты и ведомости нарушений лесного законодательства*

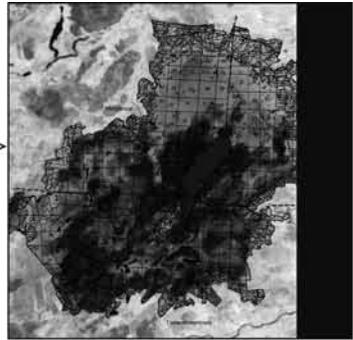
### ***Оценка ущерба от действия антропогенных и естественных факторов***

С использованием стандартных функций, реализованных в большинстве существующих ГИС, разработаны ряд оригинальных методик определения негативного воздействия антропогенных и естественных факторов и масштабов экономического ущерба (рисунк 5).

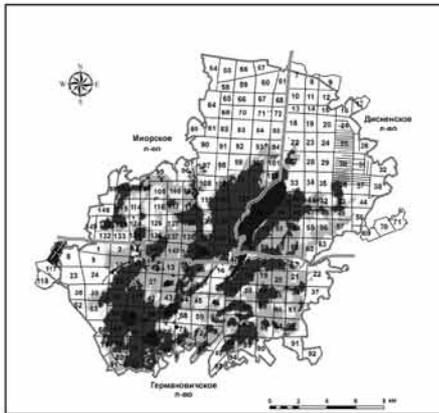
В наших исследованиях перечень тематических блоков в типовой ГИС выглядит следующим образом [3].



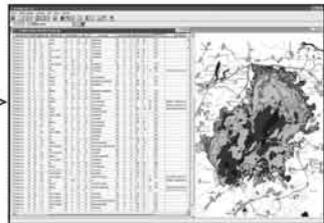
Подбор материалов космической съемки исследуемой территории



Увязка космической съемки с картографическими данными лесоустройства



Цифровая карта степени повреждения пожарами лесоболотного комплекса «Ельня» – как основа для оценки эколого-экономических последствий пожара



Увязка с отдельными векторными слоями ForMap ГИС «Лесные ресурсы» с приведением их к общему масштабу в единой географической системе координат

Рисунок 5 – Методика стоимостной оценки последствий для территорий лесного фонда, поврежденных пожарами (на примере лесоболотного комплекса «Ельня», Миорский район Витебской области) [9]

Показатели	Ущерб от пожара		Ущерб от пожара в рубль, тыс. руб.
	Экономический	Экологический	
Площадь поврежденных участков, га	га	13146,0	62,0
• I категория (средний поврежденный)	---	1819,0	7,2
• II категория (слабый поврежденный)	---	8207,0	39,8
• III категория (очень слабый поврежденный)	---	8056,7	39,0
Площадь вырубленных участков, га	---	2568,0	12,6
• вырубленные участки	---	525,0	2,6
• вырубленные участки (I категория)	---	310,0	1,5
Ущерб от пожара в рубль, тыс. руб.	тыс. руб.	248,0	12,6
• в рубль	---	10,0	0,5
• в рубль (в рубль)	---	88,0	4,2
Площадь поврежденных вырубленных участков, га	га	1026,7	5,2
• вырубленные участки	---	1506,7	7,6
• вырубленные участки (I категория)	---	71,0	0,3
• вырубленные участки (II категория)	---	3,6	0,0
• вырубленные участки (III категория)	---	100,4	0,5
Суммарный ущерб от пожара в рубль, тыс. руб.	---	252,0	12,6
Суммарный ущерб от пожара в рубль, тыс. руб.	---	89,0	4,2
Площадь уничтоженных лесных ресурсов, га	га	101,6	0,5

Сводная ведомость масштабов повреждения лесов в результате пожаров

*Базовый блок.* Предназначен для географической привязки и согласования пространственных данных. Он включает: а) слой с выбранными элементами топографической основы; б) слой с гидрографической сетью.

*Блок дистанционных данных* (космоснимков, материалов автоматической классификации), который используется как для составления или уточнения базового слоя, так и для получения данных о характеристиках растительного покрова в результате дешифрирования.

*Геоморфологический блок.* Включает следующие слои: а) гипсометрический (оцифрованные горизонталы с топографической карты); б) цифровую модель рельефа.

*Блок с данными лесоустроительных работ:* а) слой с границами лесоустроительных кварталов и выделов; б) слой таксационных данных (возраст, состав, высота, диаметр, полнота насаждения, запас древесины) болотных лесов и примыкающих территорий; в) слой информации о выполненных хозяйственных мероприятиях.

*Фитоценотический блок.* Включает следующие слои: а) пункты проведения наземных полевых обследований растительности (геоботанических описаний, учета популяций древесных или травянистых растений на постоянных пробных площадях, профилях и трансектах; б) пункты находок редких или ценных видов растений; в) границы выделов геоботанической карты.

*Экологический блок* включает слои: а) инструментальные измерения экологических параметров местообитаний (рН, электропроводность и уровень стояния вод, физико-химические свойства почв); б) фитометрические индексы (увлажнение, кислотность, трофность, освещение).

*Антропогенный блок* включает слои: а) данные выделения защитных территорий разного назначения; б) данные о лесных пожарах; в) информацию о состоянии растительности и негативных факторах воздействия; г) сведения о прокладке или функционировании коммуникаций.

Кроме этого, для целей обучения составлен каталог космоэталонов, где в единый проект нами были сведены материалы, которые необходимы для дистанционной диагностики природных экосистем. При этом их размещение отражает последовательности об-

работки и синтеза информации при космическом исследовании природных экосистем.

### ***Экономическая эффективность применения данных дистанционного зондирования***

Экономическая эффективность применения данных дистанционного зондирования для изучения растительного покрова определяется следующими факторами:

- исследованию может быть подвергнута любая точка земного шара, включая труднодоступные и опасные регионы.
- не требуется предоставления наземного персонала, организации полевых работ, экспедиций, выделения дополнительных ресурсов и т.д.
- масштабность исследований. Покрываемая одним снимком площадь может достигать десятков тысяч квадратных километров.
- стоимость единицы объема материалов аэросъемки в соотношении с наземными съемками составляет пропорцию 1:3, и в соотношении с данными космических съемок 1:1

### ***Перспективы***

Безусловно, сегодня космос является одним из ярких брендов научно-технического потенциала не только Национальной академии наук Беларуси, но и всей нашей страны. Являясь технологией двойного значения (ВПК и народное хозяйство), космос остро нуждается в расширении применения данных дистанционного зондирования в отраслях реального сектора экономики.

Для нашей страны, где более 60% территории покрыто природной растительностью развитие тематического геоботанического картографирования с использованием данных дистанционного зондирования и геоинформационных технологий является перспективным направлением, которое может стимулировать развитие как фундаментальных направлений современной ботаники (классификация растительности, фитоиндикация, прогнозное моделирование), так и современных, имеющих сугубо прикладной аспект (технологии мониторинга растительности, прогнозирование состояния природной среды в результате хозяйственной деятельности, контроль природопользования и экологическая безопасность).

К числу перспективных направлений нам представляются следующие исследования.

1. *Создание цифровой карты растительности Беларуси.* Разработка и внедрение этой технологии может стать настоящим прорывом в сфере формирования национального контента в области науки, культуры и системы научно-технической информации. Созданные в 1960–1970 гг. печатные карты растительности страны (М 1:1 000 000, 1:600 000), уже морально устарели, поскольку они создавались на основе послевоенных материалов и в условиях ограниченного доступа ко многим территориям (в первую очередь, военным полигонам). За этот период на территории страны реализовался ряд крупномасштабных социально-экономических проектов (мелиорация Полесья, индустриальное и аграрное развитие регионов), выделена зона отчуждения после аварии на ЧАЭС, значительно усилился антропогенный пресс на природную среду. Все это привело к существенному изменению картины растительного покрова территории современной Беларуси. Эти исследования необходимо осуществлять на принципиально новой платформе с использованием ГИС-технологий и данных аэрокосмического зондирования.

2. *Разработка системы дистанционного мониторинга земель лесного фонда на основе использования материалов лесоустройства, радарной и мультиспектральной космических съемок высокого разрешения.*

Система мониторинга позволит оперативно и эффективно решать задачи планирования хозяйственных мероприятий, выявления «проблемных участков» гослесфонда, а также проводить оперативно-розыскные мероприятия по контролю за соблюдением лесного и природоохранного законодательства.

3. *Разработка технологий и программного комплекса, позволяющие осуществлять динамическое картографирование наземных экосистем с ежегодным выявлением и прогнозированием масштабных изменений в структуре растительного покрова Беларуси.*

Это открывает широкие перспективы использования электронных карт для решения различных государственных задач и выполнения международных обязательств в области лесного хозяйства, охраны природы.

4. Создание корпоративных геоинформационных систем с возможностью одновременного подключения пользователей и редакторов с помощью интранет/интернет-сетей (например «Леса Беларуси», «Болота Беларуси», «Биологические ресурсы» и т.д.).

Серверные ГИС, могут стать примером инновационной технологии в области изучения и инвентаризации биоразнообразия (т.н. электронные «летописи природы»), управления природно-заповедными объектами.

На платформе ГИС возможно создания серии прикладных научно-технических разработок, которые найдут широкий круг потребителей в экономической и природоохранной сфере.

Необходимо также широкомасштабное внедрение технологий ДДЗ и геоинформационных систем в практику работы всех сфер, связанных с эксплуатацией и охраной природных ресурсов (лесное хозяйство, проектно-изыскательские работы, охрана природы, контролирующие органы).

**Заключение.** Таким образом, создание крупномасштабных карт растительности на территории Беларуси и ее отдельных регионов, перспективны в хозяйственном отношении, имеет большое научно-теоретическое, методическое и хозяйственно-прикладное значение. В настоящее время арсенал методов геоботанического картографирования значительно расширился за счет внедрения ГИС-технологий, материалов ДДЗ. Их применение позволяет создавать практически неограниченное число виртуальных тематических карт и анализировать их в самых различных сочетаниях. Развитие картографии растительности, особенно актуально для Беларуси в связи с формированием национальной системы аэрокосмического мониторинга природной среды.

### ***Благодарности.***

Автор высоко ценит помощь коллег и выражает признательность за оказанную помощь в экспедиционных исследованиях и камеральной обработке материалов *Н.А.Зеленкевич, к.б.н. О.В. Созинова, к.б.н. А.В.Пучило, Д.Ю.Жилинского, С.Г.Русецкого, Н.Л.Вознячука, Е.В.Мойсейчик.* Автор благодарит начальника отдела приема и обработки космической информации РУП «Белгослес» *к.с.-х. н. М.И. Ильючика* за методическую и практическую помощь при подготовке публикации.

### Литература

1. Pedrotti, F. Cartografia geobotanica / Pedrotti, F. — Pitagora, Bologna 2004. — 236 p.
2. Голод, Д.С. Геоботанические карты Белорусской ССР и их использование в практике народного хозяйства / Д.С. Голод // Геоботаническое картографирование. — Л.: Наука, 1983. — С. 46–50.
3. Груммо, Д.Г. Экологическое картографирование природной среды / Д.Г. Груммо, М.А. Ильючик, Н.А. Зеленкевич, Н.Л. Вознячук, Д.Г. Жилинский // Наука и инновации. — № 7. — 2012. — С. 62–68.
4. Озанда, П. Картография растительности и фитоэкологическое картографирование в лаборатории биологии растительности Альп Гренобльского университета, Франция / Озанда П. // Геоботаническое картографирование. — СПб.: Наука, 1996. — С. 31–39.
5. Юркевич, И.Д. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование (с Картой растительности Белорусской ССР, м. 1:600000) / И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, В.С. Адерихо. — Минск, 1979. — 248 с.
6. Юрковская, Т.К. Растительность в географическом пространстве / Т.К. Юрковская // Актуальные проблемы геоботаники. Сборник статей и лекций IV Всероссийской школы-конференции. —Уфа: Издательский центр «Медиа-Принт», 2012 — 620 с.
7. Юрковская, Т.К. Опыт геоботанического картографирования болот в разных масштабах / Т.К. Юрковская // Растительность болот: современные проблемы классификации, картографирования, использования и охраны. Материалы Международного научно-практического семинара. — Минск: Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, 2009. — С. 73–82.
8. Рачковская Е.И. Использование дистанционных методов для оценки степени / Е. И. Рачковская, С. С. Темирбеков Р.Е. Садвокасов // Геоботаническое картографирование. —СПб., 2000. — С. 16–26.
9. Флора и растительность ландшафтного заказника «Ельня» / Д.Г. Груммо, О.В. Созинов, Н.А. Зеленкевич, М.А. Ильючик, Н.И. Тановицкая, А.В. Пучило, А.М. Гречко, А.Н. Скуратович, Д.В. Дубовик, Б.П. Власов, Н.В. Шевцов, Н.А. Кузьмичева, Т.В. Броска; под ред. Н.Н. Бамбалова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экспериментальной ботаники. — Минск: Минсктиппроект, 2010. — 200 с.
10. Зенкевич, Ю.Э. Мониторинг лесохозяйственной деятельности: опыт применения данных космической съёмки высокого и сверхвысокого разрешения / Ю.Э. Зенкевич, Т.А. Антонова, И.В. Глушков // Земля из космоса. — 2009. — Выпуск 1. — С. 17–22.
11. Тютрин, С.А., Дистанционный мониторинг незаконных рубок в Дальневосточном федеральном округе / С.А.Тютрин, Р.Б. Кондратовец // Земля из космоса. — 2010. — Выпуск 4. — С. 73–76.

## ПРОЕКТ «КОСМИЧЕСКИЙ ПАРК» – КАК ПРОДУКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

*Хохряков В.Р.*

ФГБУ «Национальный парк «Смоленское Поозерье»  
khokhrykovy@yandex.ru

С 2008 года ОАО «НПК «РЕКОД» и национальный парк «Смоленское Поозерье» реализовывают совместный проект под кодовым названием «Космический парк» по созданию типовой системы мониторинга и управления ООПТ РФ. Главной целью данного проекта является создание базовых элементов навигационно-информационной системы мониторинга, управления природопользованием и создания условий для экологического туризма на особо охраняемых природных территориях с использованием результатов космической деятельности.

В ходе создания опытного образца комплекса аппаратно-программных средств целевой системы мониторинга ООПТ нами выделено пять основных этапов реализации и в последующем тиражирования проекта:

**1 этап.** Сбор имеющихся картографических материалов по территории национального парка – электронные карты местности, результаты лесоустройства и землеустройства. Перевод растровых и бумажных материалов в электронный вид. Перевод всех картографических материалов в формат MapInfo.

Анализ всей имеющейся информации по ООПТ, анализ всех ведущих баз данных для создания общей структуры БД и архитектуры СУБД.

Определение в БД информации имеющей геопространственную привязку и составление первоначального списка слоев геопортала.

**2 этап.** Определение коммуникационно-информационных возможностей локальных и Web-сетей места расположения административного здания (конторы, представительства и т.д.) ООПТ с целью разработки проекта установки серверного оборудования и создания автоматизированных рабочих мест (АРМ). Аренда сер-

верного пространства у сторонних организаций при невозможности приобретения своего серверного оборудования.

Создание АРМ и Геопортала «Смоленского Поозерья» на базе СПО Российской разработки РЕКОД-Инфраструктура и РЕКОД-Геопортал.

Адаптация имеющихся БД и заполнение слоев на геопортале национального парка.

Создание системы доступа в БД и Геопортал.

**3 этап.** Создание системы высокоточного позиционирования или интеграция в действующие СВТП региона. Создание навигационного обеспечения всех служб.

Подбор оборудования, создание тематических карт для загрузки в навигаторы.

Отладка сбора информации с мобильных средств в единую БД с отображением на геопортале.

**4 этап.** Создание системы видеонаблюдения за различными процессами (противопожарная, наблюдение за режимом особой охраны и др.) и объектами (подкормочные площадки, отдельные важные природные объекты, административные здания и т.д.).

Формирование пакета и закупка космоснимков и на основе их дешифрирования решение специализированных задач для конкретной ООПТ.

Подбор и закупка БПЛА, отладка их использования (создания специализированных навигационных карт, формирование группы обеспечения и техподдержки).

**5 этап.** (в настоящее время находится в разработке). Создание на основе имеющейся БД системы формирования отчетов разнообразной направленности.

Разработка шаблона и структуры формирования годового отчета директора.

Интеграция всей системы мониторинга отдельной ООПТ в единую систему МПР РФ.

Ниже приводится характеристика основных составных частей системы мониторинга ООПТ с использованием РКД.

Специальное программное обеспечение **«РЕКОД-Геопортал»** представляет собой многофункциональный программный инструмент для визуализации пространственных данных, публикации и

отображения геоинформационных ресурсов, разработки пользовательских порталных приложений на основе Web-технологий. Программа установлена на сервере «Смоленского Поозерья» и обеспечивает публикацию базовых картографических слоев, динамически обновляемых специализированных слоев, космических снимков, данных дистанционного зондирования Земли. Так же имеется возможность создания тематических и картографических отчетов на основе пространственных и атрибутивных данных. Создаваемая система может использовать картографический материал различных форматов и может интегрировать в себя любые ГИС системы, будь то на платформе MapInfo, ArcGIS или др.

Комплект программных средств так же установлен на автоматизированных рабочих местах сотрудников парка и обеспечивает наполнение БД и отображение собранной информации на геопортале, управлять правами доступа и т.д.

На геопортале национального парка отображаются базовые слои (реки, озера, лесные массивы, дороги, границы административных образований, населенные пункты и другая базовая информация). Кроме того, доступны специализированные слои по территории парка (например, объекты электроэнергетики, таксофоны, остановки общественного транспорта), информация по которым содействует оперативному и объективному принятию решений в тех или иных ситуациях.

Также созданы дополнительные тематические слои с атрибутивной информацией, такие как: туристические объекты; объекты историко-культурного наследия; туристические тропы и маршруты; объекты инфраструктуры национального парка; маршруты учетных работ; объекты особой охраны; объекты водного хозяйства; объекты лесного хозяйства и др. Общее количество слоев к настоящему моменту составляет 409.

В систему мониторинга интегрировано **Метеорологическое обеспечение.**

На территории «Смоленское Поозерье» установлена автоматизированная метеостанция СИРС 90 наземного исполнения, которая служит для непрерывного измерения температуры и влажности воздуха, скорости и направления ветра, атмосферного давления и его изменения, количества атмосферных осадков.

Данные с метеостанции в зашифрованном виде каждые три часа поступают на электронную почту национального парка. Оператор, используя специальный ключ, расшифровывает их и заносит в базу данных. По результатам обработки метеоданных в конце каждого месяца строятся соответствующие графики изменения давления, температур текущей, максимальной и минимальной, количества выпавших осадков. Эти графики в дальнейшем используются в работе научного и других отделов администрации парка, являются составляющей частью «Летописи природы». В настоящее время мы ведем разработку программного комплекса, который позволит проводить все операции автоматически без участия оператора с последующим отображением текущего состояния погоды на геопортале.

Нами создан большой **архив пространственных данных**, проведены аэро-фотосъемка, подобран и закуплен комплект космоснимков различного разрешения от 20 м (Landsat), до 5м (RapidEye), Spot – 2,5 м., 0,5 м (GeoEye) территории парка. Ведется поиск космоснимков в открытых источниках с последующей обработкой и дешифрированием.

В результате многолетней работы нам удалось собрать на единой электронной платформе все картографические и правоустанавливающие документы. Привести границы земельных участков и кварталы-выделенной сети друг к другу.

Для **навигационного обеспечения** сотрудников службы охраны и лесохозяйственной деятельности используются навигаторы на базе КПК с гео-платформой Российской разработки. В навигаторы загружена электронная карта национального парка и прилегающих территорий. Имеется возможность загрузки результатов землеустройства. Использование навигаторов при обследовании территории, выявлении нарушений, разработке и паспортизации туристических маршрутов, экологических троп значительно сокращает временные и ресурсные затраты на актуализацию участков и маршрутов. Оцифрованы планшеты землеустройства и имеется возможность загрузки квартальной сети в навигаторы, что значительно облегчает работу сотрудников лесохозяйственной службы и службы охраны при проведении отвода делянок, контроле рубок, ориентации на местности, регистрации нарушений и т.п. Навигаторы активно используются и в учетных работах: для записи туристических

маршрутов, регистрации следов диких животных, мест гнездования птиц, занесенных в Красную книгу, а также мест произрастания редких растений. В последнее время навигаторы все активнее используются и в работе сотрудников лесохозяйственной службы и службы охраны территории национального парка при проведении отвода участков, определении границ ветровалов, незаконных видов природопользования и геопространственной фиксации мест нарушения режима охраны.

В 2012 году на территорию национального парка «Смоленское Поозерье» создана система высокоточного позиционирования **(СВТП)**. Для этого в пос. Пржевальское установлена дифференциальная станция, просчитывающая в режиме реального времени поправки и передает их через Интернет и GPRS сеть на навигационные приборы проводящие привязку объектов в поле. Что позволило проводить привязку и вынесение объектов в зоне покрытия мобильной связью с возможностью выхода в Интернет с сантиметровой точностью, а в зоне отсутствия мобильной связи – с точностью до 1–2 метров.

Результаты космической деятельности используются также при верификации водно-болотных угодий, построении батиметрических карт водоемов.

С целью внедрение программных разработок в практику работ национального парка и расширение функционала разработанного геопортала «Смоленское Поозерье» в 2013 году разработан Программный комплекс планирования, сопровождения, контроля и автоматизированной обработки данных зимнего маршрутного учета, представляющего собой программный продукт, функционирующий в web-среде (далее ПК ЗМУ). Основой расчетов численности животных послужило определение на основе космоснимков биотопов обитания животных – лес: поле: болото.

ПК ЗМУ представляет собой закрытый корпоративный портал в составе комплекса аппаратно-программных средств целевой системы мониторинга природопользования на территории национального парка «Смоленское Поозерье», доступ к которому предоставляется уполномоченным сотрудникам, партнерам и постоянным клиентам. Т.е. ПК ЗМУ функционирует по технологии Экстранет – защищенной от несанкционированного доступа кор-

поративной сети, использующей Интернет-технологии для внутри-корпоративных целей. Данное решение обеспечивает достаточный уровень защиты данных ПК ЗМУ от несанкционированного доступа, за счет аутентификация пользователей.

Графический интерфейс ПК ЗМУ обеспечивает взаимодействие пользователя с компьютером с помощью пиктограмм, меню, диалоговых окон и пр., интеллектуальный интерфейс обеспечивает взаимодействия пользователя с компьютером на естественном языке пользователя.

В целом использование ПК ЗМУ позволяет проводить:

- Планирование ЗМУ, используя общую базу геопространственных данных, удобный интерфейс прорисовки маршрутов, возможность подгрузки данных с навигационного оборудования;
- Оценка заложения маршрутной сети в соответствии с основными биотопами (лес, поле, болото). Из общей базы данных геосервера национального парка ПК ЗМУ получает данные верификации

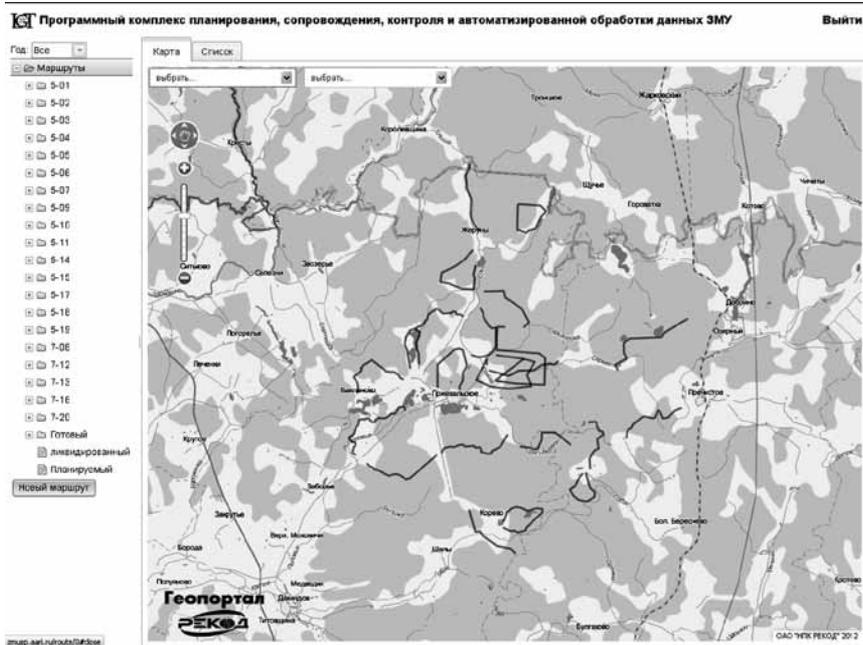


Рисунок 1. Программный комплекс ЗМУ.  
Общий вид окна при входе в систему.

площадей биотопов по дешифрированию космоснимков, данные площадных объектов населенных пунктов и т.д.

- Генерации первичной бланковой продукции происходит по запросу оператора и практически сокращается время на подготовку и распечатку в 2 – 5 раз. В картографическую часть карточки учета можно распечатать часть любой топокарты или других специальных материалов с геосервера или осуществить их компоновку;
- Ввода данных по маршруту;
- Ввода данных учета двумя путями – с координатами и с карточки учета.
- Автоматизированное заполнение карточки ЗМУ в чистовом варианте;
- Расчет результатов ЗМУ в соответствии с утвержденными методиками;
- Хранение данных, систематизированных по году учета;
- Визуализация данных ЗМУ на геопортале парка или в самой системе ПК ЗМУ.

ПК ЗМУ может быть использован при определении численности зверей, как и при обыкновенном ЗМУ и птиц. Территориально возможность использования ПК ЗМУ ограничена территориям и с устойчивым снежным покровом.

Таким образом, ПК ЗМУ позволяет:

- с наибольшей точностью определить маршрут учётника, и откорректировать его в соответствии с фактически пройденным маршрутом;
- обработка данных будет осуществляться сразу после прохождения маршрута;
- а также это поможет выявлять численность животных по биотопам (лес, поле, болото);
- и отследить преобладающее место обитания вида или определённой группы животных (хищные, копытные, пушные, околотовные), отобразив все пересечения одного вида на картографическом материале.

По аналогии с ПК ЗМУ мы ведем разработку комплекса сопровождения делопроизводства отдела охраны территории. Данный комплекс позволяет хранить в электронном виде все первичные документы по нарушениям с геопространственной привязкой, про-

водить подготовку решений по конкретным делам, вести анализ по видам нарушений и распределением по территории с построением графиков и диаграмм. Осуществлять контроль прохождения событий и движения дел.

Богатое культурное наследие и природное разнообразие ставит Россию на заметное место в мире среди стран с потенциальным ростом туризма. В стране находятся 24 объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО. Основные туристические маршруты в России представляют собой посещение старой и новой столиц России, санаторно-курортных учреждений и горнолыжных курортов Краснодарского и Ставропольского краев и других областей. В последнее время все большей популярностью пользуется посещение ООПТ как федерального, так и местного значения. Современное и качественное развитие такой динамичной отрасли как туризм не возможно без применения современных инновационных технологий, средств связи и мультимедийного обеспечения.

Одним из перспективных направлений использования результатов космической деятельности и информационного ресурса является создание **3D моделей территории национального парка**, а затем на их основе – **электронных экскурсий и мобильного гида**. Электронная экскурсия как серверное приложение позволит пользователю попутешествовать он-лайн по национальному парку, посмотреть 3D модели объектов показа, туристических стоянок, памятных мест, прочитав описание отдельных природных объектов и т.д. Создание мобильного гида, загружаемого на смартфоны, КПК или устройства подобного рода, позволит посетителям национального парка совершить самостоятельно увлекательную экскурсию по его территории. Нами в 2014 году проведено фотографирование и создание круговых фотопанорам 12 знаковых мест на территории «Смоленского Поозерья» с организацией Web-ориентированного доступа к ним через активные ссылки с геопортала. Все это в свою очередь позволит значительно повысить привлекательность национального парка в туристическом плане.

Таким образом, созданная на примере национального парка «Смоленское Поозерье» многоуровневая система мониторинга и оперативного управления особо охраняемыми природными комплексами, позволяет аккумулировать информационный ресурс в



деятельности природоохранной организации, а также, используя методы геоинформационного анализа и анализ материалов ДЗЗ, осуществлять поддержку принятия управленческих решений для повышения эффективности природоохранных мероприятий. Также способствует повышению туристической привлекательности территории, позволяет развивать рекламно-информационное обеспечение, маркетинг и продвижение туристического продукта на внутреннем и внешнем рынках, позволяет создать справочно-информационную систему по природным и историко-культурным достопримечательностям, маршрутам и турам, сервисному обеспечению туризма, а также единый базовый пакет соответствующих информационно-рекламных материалов.

## **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЧНЫХ ВОДОСБОРОВ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» В ОТКРЫТОЙ НАСТОЛЬНОЙ ГИС SAGA**

*И. М. Бавшин*

ФГБУ «Национальный парк «Смоленское Поозерье»,  
п. Пржевальское, Россия  
bim2010@mail.ru

Рассматривается подход к решению проблемы определения структуры бассейновых геосистем на основе разработанной методики ландшафтной дифференциации. Предложен алгоритм ландшафтного картографирования на основе геоинформационного моделирования в открытой настольной ГИС SAGA. В пределах изучаемых частей бассейнов рек территории национального парка «Смоленское Поозерье» проведено моделирование рельефа для нахождения закономерностей распределения морфометрических величин по отношению к сложившейся ландшафтной структуре территории.

Основными морфометрическими факторами, определяющими гидрологические особенности территории, являются геоморфологическое строение и гипсометрическое положение речных водосборов. Как полагает Л.М. Корытный, «бассейн как особая пространственная единица биосферы наиболее перспективен для многоаспектного изучения природы и экономики планеты и для управления окружающей средой» [4]. Л.М. Корытный разработал основные положения бассейновой концепции, которая к настоящему времени стала одним из важных научных направлений. Бассейновый подход из географии внедрился в почвоведение, экологию, геологию, геоморфологию и другие смежные науки. Он разделился на несколько ветвей: геоморфологическую, геологическую, геосистемную, которые развиваются относительно самостоятельно.

Рельеф бассейна и структура речной сети способствуют перераспределению в пространстве и во времени поступающих осадков. Таким образом, морфометрические особенности речных водосборов

влияют на режим и естественный расход (инфильтрацию и испарение). Морфометрическая характеристика включает геометрические параметры водосбора и речной сети, высотные и экспозиционные параметры рельефа бассейна.

Морфометрическая характеристика водосборов и речной сети учитывается при любых гидрологических и геоморфологических расчетах. Наряду с этим, бассейновый подход даёт возможность рассмотреть распределение территории области по элементарным геосистемам суши и определить, в какие круговороты веществ и энергии они вовлечены.

Выполним морфометрический анализ речных водосборов территории национального парка «Смоленское Поозерье» в открытой настольной ГИС SAGA [8].

Существует проблема построения цифровой модели рельефа (ЦМР) на основе горизонталей. Независимо от метода интерполяции, склоны будут в той или иной степени ступенчатыми. Фундаментальная причина – неравномерное распределение исходных точек с высотами. Большинство интерполяционных алгоритмов рассчитаны на равномерное (случайное или регулярное) распределение исходных точек на территории. В горизонталях рельефа точки с высотами «вытянуты» в линии. Для узлов решетки ЦМР, расположенных около горизонтали, вес отметок высоты с этой горизонтали будет выше весовых коэффициентов отметок с других горизонталей. В результате, значение высоты в узлах решетки цифровой модели рельефа будет изменяться скачком, примерно по середине между ближайшими горизонталями.

После запуска ГИС SAGA, открываем шейп-файл изолиний relief\_12042014.shp территории национального парка «Смоленское Поозерье»: File ⇒ Open ⇒ relief\_12042014.shp. В ГИС SAGA нет модуля интерполяции по линиям, так что все изолинии необходимо перевести в точки: Geoprocessing ⇒ Shapes ⇒ Conversion ⇒ Convert Lines to Points, а затем соединить все точечные векторные слои в один: Geoprocessing ⇒ Shapes ⇒ Construction ⇒ Merge Layers. Строим ЦМР с разрешением 20 м на основе ординарного кригинга (рисунк 1) с радиусом поиска в окрестности 500 м от 30 до 100 точек, модель вариограммы 4-й степени, выходящей из нуля. Границы ЦМР округлить до ближайших значений кратных 20: Geoprocessing

⇒ Spatial and Geostatistics ⇒ Kriging ⇒ Ordinary Kriging.

Определяем условия поиска точек высот для каждой ячейки

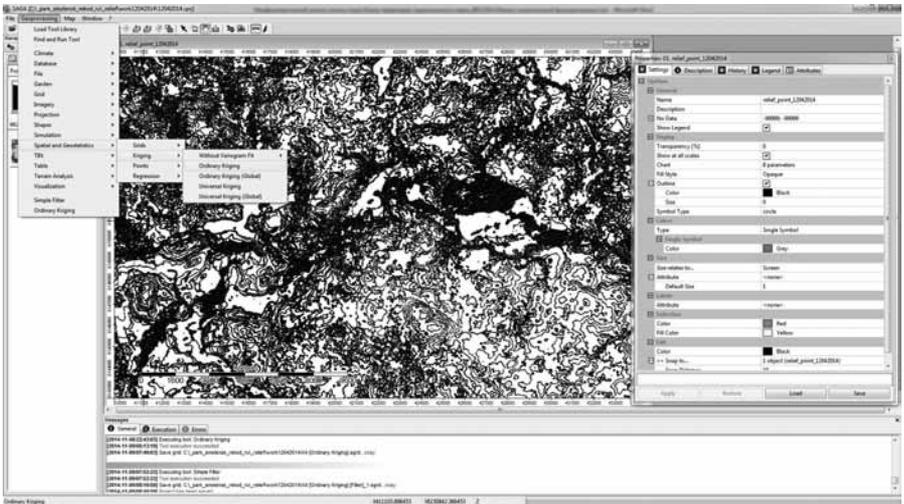


Рисунок 1 – Обыкновенный кригинг в ГИС SAGA

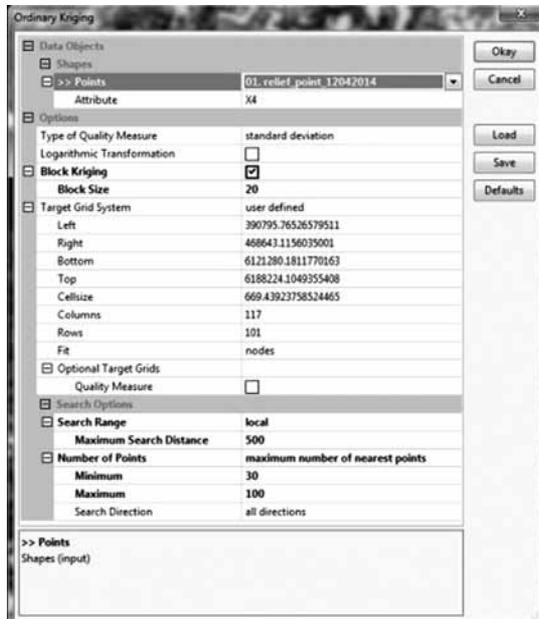


Рисунок 2 – Условия поиска точек высот для каждой ячейки ЦМР

ЦМР (рисунок 2).

Подбираем оптимальную модель для экспериментальной вариограммы (рисунок 3). Определяем геометрию регулярной сети (границы и размер ячеек ЦМР).

Для устранения мелких погрешностей интерполяции ЦМР полезно сгладить: Geoprocessing  $\Rightarrow$  Grid  $\Rightarrow$  Filter  $\Rightarrow$  Simple Filter. В случае использования глобальной цифровой модели высот Shuttle Radar Topography Mission (далее – ЦМБ SRTM) [9] или ASTER GDEM (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) [1] необходимо выполнить гидрологическую коррективку: Geoprocessing  $\Rightarrow$  Terrain Analysis  $\Rightarrow$  Preprocessing  $\Rightarrow$  Fill Sinks (Planchon / Darboux, 2001). Принцип действия заключается в следующем: вместо постепенного заполнения локальных понижений поверхность сначала заливается слоем воды, после избыток удаляется, оставив заполненными впадины. Гибкости алгоритму добавляет возможность заливать впадины как горизонтально к поверхности, так и с созданием незначительного уклона (например,  $0,01^\circ$ ). Следующий этап – построение водосборной площади. Модели трансформации поверхностного стока в ГИС SAGA обобщаются в виде растров водосборной площади Catchment Area, что возможно

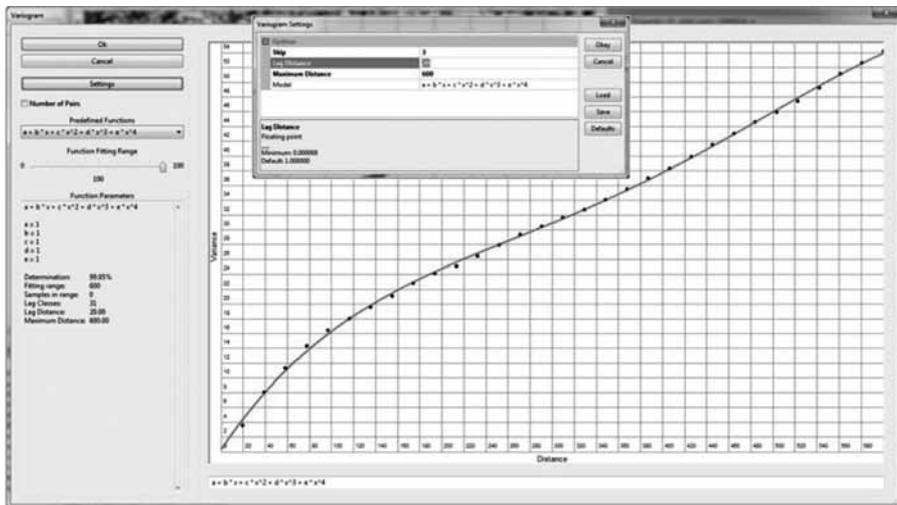


Рисунок 3 – Подбор оптимальной модели для экспериментальной вариограммы

четырьмя способами:

1. Catchment Area (Flow Tracing) – объединяет алгоритмы маршрутизации стока, такие, как Rho8, KRA, DEMON. Данная группа алгоритмов проводит сток в каждой ячейке ЦМР в отдельности, до тех пор, пока он не выйдет за пределы растра или не достигнет локального снижения;

2. Catchment Area (Mass-Flux Method) – отвечает за реализацию массово-поточного метода, находится на стадии разработки;

3. Catchment Area (Top-Down) – обеспечивает параллельную обработку ЦМР для получения растра аккумуляции стока и связанных с ним параметров. Сущность параллельной обработки заключается в том, что растр ЦМР обрабатывается в нисходящем направлении – от ячеек с высокими значениями в ячейки с низкими.

4. Catchment Area (Recursive) – в противоположность предыдущей группы, обеспечивает рекурсивную восходящую обработку растра ЦМР – от низких до высоких ячеек. Фактически, два последних модуля отличаются только направлением группировки и обработки значений – при выборе одного и того же аналитического алгоритма они продуцируют идентичные результаты.

Для построения модели трансформации поверхностного стока и обобщения ее в виде растра водосборной площади воспользуемся инструментом Geoprocessing ⇒ Terrain Analysis ⇒ Hydrology ⇒



Рисунок 4 – Построение водосборной площади

Catchment Area  $\Rightarrow$  Catchment Area (Top-Down) (рисунок 4).

В группе Options определяем настройки аналитического алгоритма:

- алгоритм перераспределения поверхностного стока Method – Multiple Flow Direction;
- включение Linear Flow – в зависимости от установленного предельного значения алгоритм будет переключаться с MFD на D8;
- установление предельного значения в пикселях Linear Flow Threshold – 400 означает, что когда водосборная площадь составит более 1 км<sup>2</sup> (т.е.  $(50 \times 50) \times 400 = 2500 \times 400 = 1000000 \text{ м}^2 = 1 \text{ км}^2$ ) в качестве алгоритма будет использоваться D8, что поможет смоделировать адекватные линейные водотоки для участков, которые являются местными водоприемника. Оптимальное значение устанавливается экспериментально – в общем, чем более расчлененный рельеф, тем раньше можно переключаться на D8, т.е. тем меньше может быть значение. Также следует учитывать общую площадь территории моделирования, определяется количеством пикселей растра;
- параметр Convergence – 5.5 означает, что дополнительно использовать экспонента конвергентности (концентрации) стока, которая также позволяет избежать его чрезмерной рассредоточенности на плоских и склоновых участках. Установление конкретного значения данного параметра, могут колебаться в диапазоне от 1 до 10, обуславливается характером рельефа территории: чем более расчлененный рельеф, тем выше должны быть значения и наоборот.

Далее выполним определение водотоков на основе растров водосборной площади.

Необходимо оконтурить тальвеги и водотоки с помощью инструмента Geoprocessing  $\Rightarrow$  Terrain Analysis  $\Rightarrow$  Channels  $\Rightarrow$  Channel Network (рисунок 5).

В отличие от других инструментов данной группы, которые дают возможность создать дренажную сеть (например, Channel Network and Drainage Basins, Strahler Order), дают доступ к более широкому набору настроек. Определим в диалоговом окне инструмента следующие параметры:

- система координат Grid System и растр высот Elevation - srtm\_

simple\_fldr\_nosinks;

- выходные растры по умолчанию – Channel Network и Channel Direction;
- качества Initiation Grid на основе значений которой будут определяться водотоки выберем catchment\_area с предельным значением Initiation Threshold 100000. То есть как водотоки будут определены все ячейки, имеющие водозаборной площадь превышающую пороговое значение;
- выходной шейп-файл водотоков Channel Network;
- Min.Segment Length определяет минимальную длину одного водотока в ячейках растра – 30.

Таким образом, согласно наших настроек, как водотоки определяются все тальвеги, имеющие водосборную площадь более 100 000 м<sup>2</sup> и длину более 30 пикселей. Следует иметь в виду, что оптимальные значения параметров определяются эмпирическим путем и зависят как от характера рельефа самой территории, так и от цели исследования, но общая закономерность такова – чем более густую и разветвленную сеть водотоков нужно построить, тем меньше должны быть значения. После завершения работы инструмента и появления сообщения Tool execution succeeded во вкладке

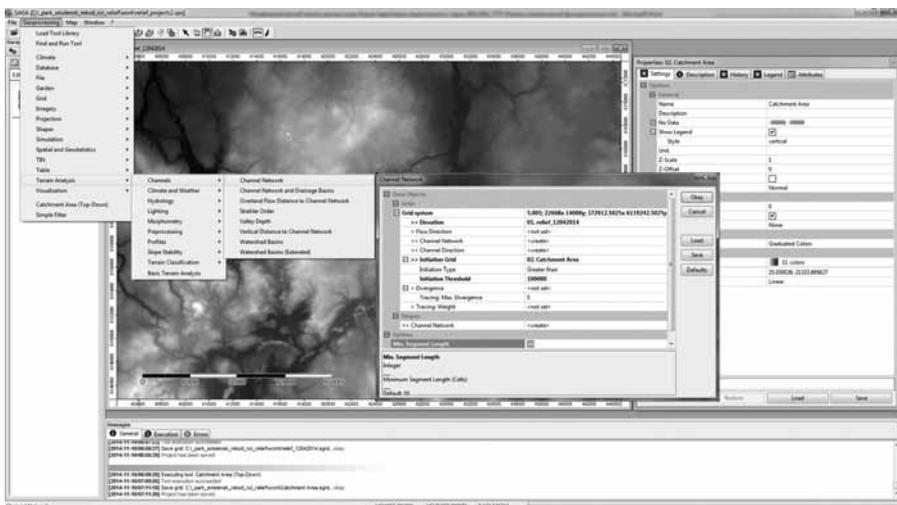


Рисунок 5 – Определение водотоков на основе растров водосборной площади

Data появятся три новых элемента: два – растры (Channel Network, Channel Direction) и вектор – полилинейный шейп-файл Channel Network. Растровый слой `channel_ntwrk` содержит сгенерированную в соответствии с заданными условиями дренажную сеть территории. Ячейки растра имеют следующие значения:

- -99999 – Значение NoData, занимают большую часть растра, поскольку представляют все участки, которые не являются тальвегами;
- -1 – идентифицируют места слияния водотоков;
- 1 и более – указывают порядок водотоков по Штралеру [13]. Растр `channel_dir` в закодированном виде дает информацию об основном направлении водотоков. Если ячейка определена как часть водотока, то ее значение показывает основное направление (где 1 - NE, 2 - E, 3 - SE, 4 - S, 5 - SW, 6 - W, 7 - NW, 8 - N). Во всех других случаях ячейка обозначается как NoData (-99999). Шейп-файл `channel_ntwrk_pln`, представляет сгенерированную сеть водотоков в векторном формате. В его атрибутивной таблице каждая линия описывается с помощью таких атрибутов как Order (порядок водотока по Штралеру) и Length (длина каждого сегмента).

При построении слоя водосборных бассейнов нам понадобится слой дренажной сети не в векторном, а в растровом формате. Для конвертирования полилинейного шейп-файла в растр в определенной СК, воспользуемся инструментом Geoprocessing  $\Rightarrow$  Grid  $\Rightarrow$  Griding  $\Rightarrow$  Shapes to Grid, в диалоговом окне которого установим следующие параметры:

- входным шейп-файлом назначаем `channel_ntwrk_pln`;
- поскольку растровый слой может представлять один тип значений, назначаем рабочим атрибутом поле Order, тогда исходные значения Output Values будут содержать этот атрибут;
- нужно, чтобы выходные линии были толщиной в 1 пиксель, поэтому в поле Lines устанавливаем параметр thin;
- значение атрибута Order – целое число в диапазоне 0–255, поэтому в Preferred Target Grid Type выбираем Integer (1 byte);
- для дальнейшей работы важно, чтобы вновь созданный растр по своему пространственному охвату, системе координат, разрешению был полностью идентичен ЦМР. Для этого в поле Target Grid выбираем grid – это означает, что при создании нового растра в



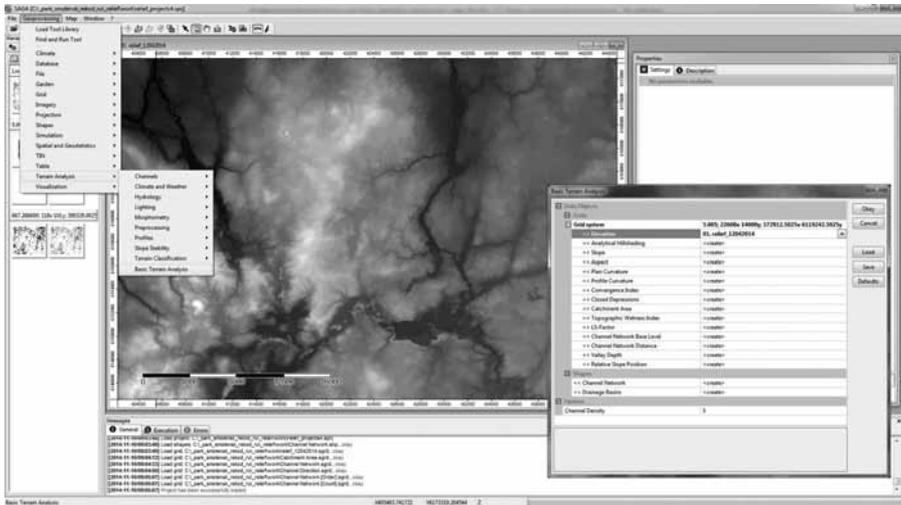


Рисунок 7 – Расчет основных морфометрических характеристик

Hillshading), выполненная путем расчета относительных освещенностей склонов при вертикальном, боковом или комбинированном освещении от одного или более источников.

Фундаментальные морфометрические параметры уклона и экспозиции взаимосвязаны, ведь оба эти показатели характеризуют градиент поверхности, т.е. интенсивность изменения ее значений в пространстве. Как производная поверхности первого порядка, градиент характеризуется величиной (уклоном –SLOPE) и направлением (экспозицией –ASPECT).

Уклон поверхности (SLOPE) – угол наклона в точке пересечения между горизонтальной плоскостью и плоскостью касательной к земной поверхности. Экспозиция поверхности (ASPECT) – угол по часовой стрелке между определенным направлением и проекцией уклона на горизонтальную плоскость.

Кривизна рельефа – один из важнейших морфометрических показателей, отражающий потенциал концентрации или рассеяния вещества. По сути, кривизна – это вторая производная от поверхности или первая производная от уклона поверхности. Выделяют общую кривизну поверхности, плановую и профильную. Положительные значения общей и плановой кривизны соответствуют вы-

пуклым склонам, отрицательные – вогнутым, а для профильной кривизны наоборот. Измеряется кривизна в долях от единицы высоты.

Горизонтальная (плановая) кривизна (Plan curvature) – кривизна линии, образованной пересечением земной поверхности с плоскостью, перпендикулярной к направлению ориентации максимального градиента (экспозиции). Горизонтальная кривизна описывает градиент экспозиции вдоль заданного контура. Вертикальная (профильная) кривизна (Profile curvature) – кривизна линии, образованной пересечением земной поверхности и вертикальной плоскости. Вертикальная кривизна описывает градиент уклона вдоль заданного контура.

Для оценки топографических предпосылок к развитию плоскостного смыва используется индекс LS Factor (Length Steepness Factor). Эрозионный потенциал плоскостного смыва – фактор длины и крутизны склона (LS Factor) не имеет своей единицы измерения. Он представляет собой произведение фактора крутизны склона, который численно равен отношению количества смытой почвы со склона данной крутизны к количеству почвы, смытой с участка крутизной  $4,5^\circ$  при одинаковой длине склона, и фактора длины склона, равного отношению количества почвы, смытой со склона данной длины, к количеству почвы, смытой с участка длиной 22,1 м при одинаковой крутизне на «эталонных» склонах. Результат расчета потенциала плоскостного смыва позволяет получить наглядное представление о характере развития данного процесса и разработать мероприятия по предотвращению деградации земельных ресурсов.

Процессы увлажнения геосистем определяются при помощи топографического индекса влажности (Topographic Wetness Index), на практике обозначающего потенциальную влажность водосбора, или катенарные условия ландшафта, и относимого к так называемым «эффективным гидрологическим характеристикам водосборов». Топографический индекс влажности выступает как показатель гидроморфности почвенного покрова, который во многом также определяется особенностями рельефа территории. Большие значения этого индекса соответствуют аккумуляции влаги, повышенному ее содержанию в почве, что, в свою очередь, влияет на другие ландшафтные характеристики (микроклимат, водный ба-

ланс, экологические условия местопроизрастаний). Ряд исследований включает данный индекс в число показателей, используемых для прогноза почвенных характеристик. Он позволяет оценить геоморфологические предпосылки развития переувлажненных земель, учесть данный фактор при планировании оптимизационных (мелиоративных) мероприятий и размещении сельскохозяйственных культур.

Экспериментальным способом установлена высокая значимость ключевых морфометрических величин для объективизации проведения границ геосистем. Эффективное почвоводоохранное обустройство территории водосборов должно стать органичной частью экологически ориентированного природопользования и функциональной реорганизации всей территории национального парка «Смоленское Поозерье».

### ***Библиографический список***

1. Дубинин М. Ю. Общее описание ASTER GDEM. GIS-Lab.info [Электронный ресурс]. (<http://gis-lab.info/qa/aster-gdem.html>).
2. Козлов Д.Н. Инвентаризация ландшафтного покрова методами пространственного анализа для целей ландшафтного планирования // Ландшафтное планирование: общие основания. Методология, Технология: Труды Международной школы-конференции "Ландшафтное планирование", М., Географический факультет МГУ, 2006 - 280 с.
3. Козлов Д.Н. Геоинформационные технологии пространственного анализа. Материалы практических и семинарских работ.// Кафедра физической географии и ландшафтоведения Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова. [Электронный ресурс]. (<http://www.landscape.edu.ru/>).
4. Корытный Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании. – Иркутск : Изд-во Института географии СО РАН, 2001. – 163 с.
5. Падалко Ю.А. Морфометрические особенности речных водосборов степной зоны Оренбуржья. // Вопросы степеведения. – Оренбург: ИС УрО РАН, -2013. С.62-65.
6. Рычагов Г.И. Общая геоморфология : учебник. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. -416 с
7. Самсонов Т.Е. Мультимасштабное картографирование рельефа: общегеографические и гипсометрические карты. – LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 2011. – 208 с.
8. Свидзинская Д. В. Открытая настольная ГИС SAGA - общая характеристика. GIS-Lab.info [Электронный ресурс].(<http://gis-lab.info/qa/saga-intro.html>).
9. Свидзинская Д. В. Первичная обработка данных SRTM в ГИС SAGA. GIS-Lab.info [Электронный ресурс].(<http://gis-lab.info/qa/saga-srtm-preprocessing.html>).
10. Свидзинская Д. В. Гидрологический анализ ЦМР в открытой ГИС SAGA. ГИС-

Форум 2014.

11. Хохряков В. Р. Экологическая характеристика водоёмов национального парка "Смоленское Поозерье" и их рациональное использование. /Всерос. НИИ пресновод. рыб. хоз-ва. - 2001.
12. Böhner, J., Blaschke, T., Montanarella, L. [Eds.] (2008): SAGA – Seconds Out. Hamburger Beiträge zur Physischen Geographie und Landschaftsökologie.
13. Strahler A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology // Transactions of the American Geophysical Union. – 1957. – 38(6). – p. 913-920

## **РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ И ВЕБ-РЕСУРСОВ В ПРИРОДООХРАННЫХ ЦЕЛЯХ НА ПРИМЕРЕ ГИС И ВЕБ-АТЛАСА ООПТ АЛТАЕ-САЯНСКОГО ЭКОРЕГИОНА**

*И.Н. Ротанова<sup>1, 2</sup>, Н.В. Репин<sup>2</sup>, Л.Е. Попова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Алтайский государственный университет,

<sup>2</sup>Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия,  
rotanova07@inbox.ru

Природоохранное картографирование в связи с развитием геоинформационных методов и веб-технологий получило новое содержание. В общем виде природоохранные ГИС и веб-продукты направлены на решение задач инвентаризации и мониторинга, оценки и прогноза, управления и планирования, в первую очередь, особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и объектов (в т.ч. памятников природы). В содержательном плане основные отличия природоохранноориентированных геоинформационных и веб-ресурсов заключаются в предметной специализации и территориальном охвате. Все большее применение находят географические информационные системы (ГИС) и веб-ресурсы, которые разрабатываются как на отдельные особо охраняемые природные территории (ООПТ), так и в рамках работ по природоохранным проектам, в частности, охватывающим крупные регионы [4, 5].

К таким регионам относится Алтайский регион – территория, включающая приграничные районы четырех стран (России, Казахстана, Монголии и Китая), расположенные в пределах Алтайского горного образования [1]. Под его российской частью понимается территория, административно включающая Республику Алтай и Алтайский край, географически большей частью расположенная в пределах Алтае-Саянской горной области и прилегающей к ней части юго-востока Западно-Сибирской равнины.

В конце XX века во всех четырех странах стартовал проект Всемирного фонда дикой природы (WWF) «Обеспечение долгосрочного сохранения биоразнообразия Алтае-Саянского экорегиона»

(АСЭР), имеющий лидирующее природоохранное значение и в настоящее время. АСЭР занимает площадь более 1 млн. км<sup>2</sup>. Он включен в «Global-200» — список девственных или мало измененных экорегионов мира, выделенных международными экспертами WWF. В АСЭР функционирует развитая сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ), состоящая из более 100 ООПТ различных категорий федерального и регионального уровней, в том числе в российской части АСЭР расположено более 70 ООПТ. Здесь находятся два объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО: «Золотые горы Алтая» и «Убсунурская котловина», а также четыре биосферных резервата ЮНЕСКО.

Первые ГИС-проекты на территорию АСЭР начали разрабатываться в конце 1990-х гг., большей частью как компьютерные базы данных и картосхемы. В 2003 г. на территорию АСЭР была подготовлена версия ГИС в базовом масштабе 1:1 000 000, в программном продукте ArcView. ГИС включала несколько проектов, среди которых: ООПТ АСЭР, Ландшафты, Водные ресурсы, Лесные ресурсы, Пожары за период 1997 — 2001 гг., Угрозы биоразнообразию, Места обитания флаговых видов экорегиона — ирбиса и аргали и др.

В 2010 г. была разработана концепция создания веб-атласа АСЭР [2, 3], а в 2012 г. в рамках проекта РФФИ были начаты работы по его созданию [6, 9]. Разработка веб-атласа АСЭР направлена на решение ряда задач, среди которых:

- комплексирование, систематизация и интегрирование большого объема распределенной по различным источникам разноплановой информации,
- получение наглядного образа огромного региона в целом и любой локальной территориально распределенной информации для выполнения пространственного анализа,
- поиск наиболее эффективных способов решений природоохранных задач, в том числе с применением геоинформационных и веб-продуктов,
- развитие компьютерных и интернет-технологий.

В работе находится пилотная версия веб-атласа АСЭР. Одновременно создаются ГИС-проекты предметной специализации, как на территорию АСЭР в целом, так и на отдельные природоохранные объекты и ООПТ. Функциональные возможности веб-атласа вклю-

чают:

- сбор и хранение информации;
- структуризацию и описание (в виде баз данных) ландшафтов, административно-территориального деления, ООПТ;
- классификацию ландшафтов и других полигонов (единиц районирования, зонирования и др.) по ряду показателей;
- геоинформационно-картографическое моделирование;
- картографическую визуализацию и др.

Архитектура веб-атласа строится на системе распределенного хранения и управления данными с единым центральным геопорталом (архитектура клиент-сервер). Согласно логической модели веб-атлас состоит из крупных тематических разделов, которые, в свою очередь, подразделяются на более локальные компоненты (модули, блоки), состоящие из картографических, текстовых и иллюстративных материалов. В работе используются программные средства фирмы ESRI и картографический web-сервер GeoServer. Основой ГИС веб-атласа является картографическая база данных [6, 7].

Пилотная версия веб-атласа АСЭР содержит шесть разделов:

- Портрет территории (природные, социально-экономические и демографические характеристики, сеть ООПТ);
- Угрозы и риски (воздействия, нагрузки, ограничения);
- Критические экосистемы и ареалы (оценка степени уязвимости, зонирование, «горячие» точки);
- Адаптация к воздействиям (воздействия – ареалы, процессы – тренды и т.д.);
- Управление и соучастие;
- Модельные ООПТ (Алтайский и Катунский биосферные заповедники) [2, 11, 12].

В качестве базовых блоков пилотной версии веб-атласа разрабатываются следующие:

- блок «Сведения об АСЭР и ООПТ», содержащий набор данных, описывающих категорию, профиль, статус, площадь, время создания, местоположение, ведомственную принадлежность ООПТ, проектируемые и предлагаемые объекты ООПТ, местоположение АСЭР;
- блок «Природные ресурсы», включающий набор сведений о природных характеристиках;

- блок «Климат», включающий климатические показатели по метеостанциям в привязке к ближайшим ООПТ;
- блок «Деятельность», содержащий сведения о центрах экологического просвещения, базах экологического туризма, о работах и мероприятиях на ООПТ, включая участие в международных проектах;
- блок «Документы», включающий нормативно-правовые акты, систематизированные по рубрикам, выходные данные и тексты научных и технических отчетов, материалы проектов, фотодокументы;
- блок «Картографические материалы», включающий две части: карты обзорного уровня (М 1:2 000 000 – 1:500 000) и карты локально-объектного уровня (М 1:100 000 – 1:25 000);
- блок «Справочники», содержащий классификаторы формализованных данных, используемых в проекте [10, 11].

В тестовом режиме находится создаваемый геопортал, разме-



Рис. 1. Демо-версия титульной страницы и базовых слоев веб-атласа Алтай-Саянского экорегиона.

щенный по адресу: [geoaserg.jimdo.com](http://geoaserg.jimdo.com) (рис. 1).

Прототип (пилотная версия) веб-атласа Алтае-Саянского экорегиона содержит набор взаимосвязанных карт, в том числе:

- карты ООПТ (государственные заповедники);
- карты ареалов редких, ценных, угрожаемых видов;
- карты историко-культурного наследия отдельных территорий Алтае-Саянского экорегиона;
- карты природных ресурсов, ограничений, факторов экологического риска в экорегионе (на природоохранные территории различного статуса) (рис. 2).

Модельными ООПТ служат Алтайский и Катунский государственные природные биосферные заповедники, расположенные в Республике Алтай, а также Тигирекский заповедник, находящийся в Алтайском крае. Картографической основой для создания ГИС заповедников являются: топографические карты и серии тематических карт (геологическая, геоморфологическая, ландшафт-



*Рис. 2 Фрагмент ГИС «Особо охраняемые природные территории в Алтае-Саянском экорегионе».*

ная, геоботаническая и др.). Для набора карт модельных ООПТ разрабатываются следующие основные тематические слои ГИС-проектов:

- ситуационный план, отражающий место ООПТ в АСЭР: границы ООПТ, ее охранной зоны, находящихся в ее ведении кластеров, государственных природных заказников и памятников природы, биосферного полигона (в том числе территории сотрудничества), а также существующие и планируемые ООПТ на прилегающих землях, соседние землепользователи и др.;
- территориальная структура ООПТ: зонирование территории;
- инфраструктура ООПТ (кордоны, маршруты обходов и учетов, площадки мониторинга, туристические маршруты, экологические тропы, смотровые площадки, места отдыха, иные рекреационные объекты и др.);
- места обитания ключевых, индикаторных и нуждающихся в особой охране видов животных и растений;
- основные типы площадных (пожары, распашка, применение ядохимикатов и т.д.) и точечных (факты браконьерства, незаконного проникновения на территорию и др.) нарушений;
- потенциальные угрозы (места наиболее вероятного возникновения пожаров и прихода палов извне, пути вероятного проникновения нарушителей и несанкционированного захода скота, возможные каналы попадания химических загрязнений извне и др.) (рис. 3).

С целью построения ГИС памятника природы в составе веб-атласа АСЭР в качестве одного из модельных объектов служит Колыванское озеро. Озеро расположено на территории планируемого национального парка «Горная Колывань», первого в Алтайском крае, и является не только природной достопримечательностью, но и одним из основных туристских объектов создаваемой ООПТ. Начальным этапом создания ГИС водосборного бассейна Колыванского озера является работа по построению информационно-картографической системы (ИКС), предназначенной для согласования и интегрирования имеющихся разнородных картографических материалов и ресурсов баз данных. Основные функциональные возможности ИКС: управление отображением (скрытие/отображение) любых объектов карт, поиск на карте объектов по

ряду параметров и их отображение, доступ к набору тематических характеристик объектов, статистический анализ данных, включенных в базу данных, элементы картографического моделирования, а также и другие сервисы, реализуемые по специальным запросам [8].

**Организация данных в ИКС планируется на основе комбинации послойного принципа и объектно-ориентированного подхода.** Выполнено цифровое моделирование рельефа водосборного бассейна Колыванского озера, дающее представление об основных высотных и орографических условиях водосборного бассейна (рис. 4).

ИКС Колыванского озера может быть реализована как элемент системы поддержки принятия решений для целей проектирования и управления создаваемой ООПТ с учетом развития туристско-рекреационного сегмента деятельности.

Основные функции создающегося веб-атласа АСЭР направлены на решение задач по экологическому мониторингу и эффективной природоохранной деятельности; на применение в целях информационного обеспечения для использования в хозяйственных проектах (энергетика, транспорт, связь, землеустройство, лесопользование,



Рис. 3. Рабочий фрагмент карты особо охраняемых природных территорий веб-атласа Алтае-Саянского экорегиона.

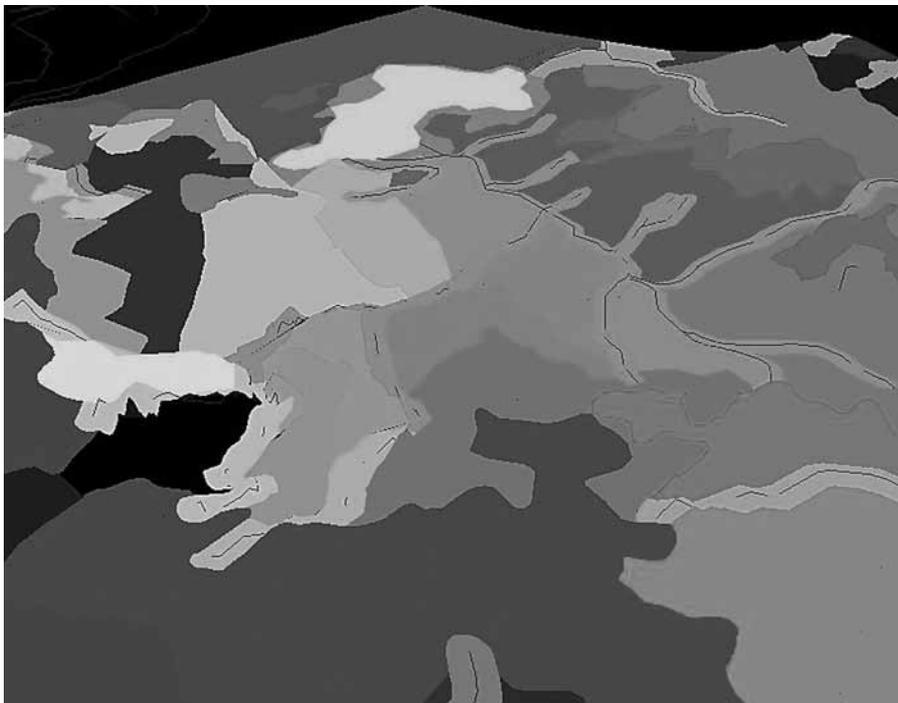
водопользование, рекреация и пр.); на информирование населения о целях, задачах и перспективах развития территории, а также для образовательных и культурно-просветительских целей.

Опыт создания веб-атласа АСЭР будет использован в работах над Атласом Большого Алтая, проект разработки которого получил поддержку РФФИ [10, 13].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проектов №№ 12-05-01014-а, 15-05-09421.

### **Литература**

1. Баденков Ю.П., Ротанова И.Н. Новые природоохранные инициативы и подходы в Алтае-Саянском экорегионе // Ползуновский вестник, 2011. № 4 – 2. С. 55–59.
2. Ротанова И.Н., Баденков Ю.П. Веб-атлас Алтае-Саянского экорегиона:



*Рис. 4. Визуализация цифровой модели бассейна озера Кольванское (фрагмент).*

- концептуальные основы и подходы к разработке // Геоинформационное картографирование в регионах России: материалы III Всероссийской научно-практической конференции, 15-18 сентября 2011 г.) / Воронежский государственный университет. Воронеж: Издательство «Научная книга», 2011. С. 101-110.
3. Ротанова И.Н., Баденков Ю.П., Комедчиков Н.Н. Мерзлякова И.А. О концепции создания информационно-картографического веб-ресурса – веб-Атласа Алтае-Саянского экорегиона // В сб.: Изменение климата и непрерывное сохранение биоразнообразия в Алтае-Саянском экорегионе. Материалы международного совещания 23-27 июля 2010 г., Горно-Алтайск - Усть-Кокса. Барнаул, 2010. С. 209-219.
  4. Репин Н.В., Ротанова И.Н. Краткий обзор вебкартографирования и предпосылки создания вебатласа Алтае-Саянского экорегиона // Географические исследования молодых ученых в регионах Азии: материалы молодежной конференции с международным участием (Барнаул – Белокуриха, 20-24 ноября 2012 г.) – Барнаул: ООО «Алтай-Циклон», 2012. – С. 192-195.
  5. Репин Н.В., Ротанова И.Н. Атласное веб-картографирование: обзор опыта и вопросы разработки веб-атласа Алтае-Саянского экорегиона // Географические исследования молодых ученых в регионах Азии: сборник статей по итогам конкурса научных работ молодых ученых, проведенного в рамках молодежной научной конференции с международным участием. – Барнаул: АЗБУКА, 2012. – С. 108-115.
  6. Репин Н.В., Ротанова И.Н. Вопросы разработки веб-ГИС российской части Алтая в контексте ООПТ, входящих в Алтае-Саянский экорегион // Материалы Всероссийской молодежной научно-практ. конф. с международным участием (Барнаул, 1-8 августа 2014 г.) / отв. ред. Н.Ф. Харламова. - Барнаул: ООО "ГЛ Красный угол", 2014. - С. 83-86.
  7. Репин Н.В., Ротанова И.Н. Создание веб-ГИС Алтае-Саянского экорегиона (на примере Российской части Алтая) // Современные технологии в деятельности ООПТ (ГИС-Нарочь 2014): материалы международной научно-практ. конф. - Нарочь, Беларусь, 12-16 мая 2014 г. - С. 203-204.
  8. Ротанова И.Н., Попова Л.Е. Создание информационно-картографической системы водосборного бассейна Колыванского озера (Алтайский край) // География и природопользование Сибири. – 2014. – № 18. – С. 79-85.
  9. Ротанова И.Н., Репин Н.В. Информационная модель веб-атласа Алтае-Саянского экорегиона // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. Междунар. науч. конференция «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 3 т. Т. 2. – Новосибирск: СГГА, 2013. –

- С. 164 – 169.
10. Ротанова И.Н., Репин Н.В. Развитие комплексного атласного картографирования на примере двух новых атласов Алтая // В сб. статей: География и природопользование Сибири. Под ред. Г.Я. Барышникова. Барнаул. Изд-во Алт. гос.ун-та, 2013. Вып. 16. С. 155 – 160.
  11. Ротанова И.Н., Репин Н.В. Подходы к созданию веб-атласа Алтае-Саянского экорегиона // Известия АлтГУ. - 2014. - Т. 1. - № 3 (83). - С. 128-132.
  12. Ротанова И.Н., Репин Н.В., Попова Л.Е. ГИС и веб-атлас ООПТ Алтае-Саянского экорегиона // Современные технологии в деятельности ООПТ (ГИС-Нарочь 2014): материалы международной научно-практ. конф. - Нарочь, Беларусь, 12-16 мая 2014 г. - с. 85-86.
  13. Irina N. Rotanova, Nikita V. Repin. Development of complex atlas mapping by the ex-ample of new atlases of the Altai // 5th International Conference on Cartography and GIS. Proceedings, Vol. 1 and Vol. 2, 15-20 June 2014, Riviera, Bulgaria / Bulgarian Cartography Association, Sofia, Bulgaria, 2014 – P. 191-197.

## **ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И ЗАПИСИ ТРЕКОВ ПЕРСОНАЛЬНЫМИ GPS-НАВИГАТОРАМИ GARMIN ПРИ СЪЕМКЕ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

*О.В. Рыжков*

Точность определения координат приборами спутникового позиционирования зависит от многих факторов: задержек сигналов при прохождении атмосферы, их отражения от препятствий (в горах, лесу, городе), ошибки часов приемника, геометрии видимых спутников и пр. Подробный анализ точности кодовых GPS-навигаторов Garmin с обзором экспериментов с разными моделями в оптимальных и сложных условиях приема сигналов представлен в опубликованной монографии (Рыжков, 2007). Обычно ошибка определения реального местоположения персональными навигаторами в условиях открытой местности составляет 3-5 м, в лесу – до 10 м и более. Точность записи координат можно существенно улучшить, используя представленные ниже рекомендации, однако при этом лимитирующим фактором является время. Иными словами, чем большим временем располагает картограф, тем более качественными будут результаты съемки.

### **Практические рекомендации по повышению точности съемки координат путевых точек**

#### *Использование функции усреднения координат*

Встроенная в приборы GARMIN функция усреднения координат позволяет значительно увеличить точность определения координат с 3-5 м до 1 м (на открытой местности). Ее реализация различна в разных моделях персональных навигаторов.

#### **GPS-приемник GARMIN GPSMAP 76CSx**

##### *Вариант 1. Сохранение усредненного местоположения*

1. Долгим нажатием на кнопку ENTER запускаем команду MARK для сохранения координат текущего местоположения.
2. В появившемся окне нажимаем кнопку СРЕДН.
3. На странице усреднения координат включается счетчик измере-

ний.

- По полю «Приблизит. точность» отслеживается величина ошибки (рис. 1). Для ее устойчивого снижения необходимо при помощи круговых движений с прибором определить сторону света с наилучшим расположением спутников.
- При достижении минимума величины ошибки выполняется сохранение путевой точки нажатием на кнопку СОХР и последующим **обязательным нажатием на кнопку ОК.**

*Вариант 2. Усреднение сохраненного местоположения*

В приборе предусмотрена возможность последующего усреднения координат, т.е. в любой момент можно вернуться в нужную точку и уточнить ее местоположение.

Постусреднение позиции вызывается кнопкой MENU приемника со страницы свойств конкретной путевой точки, найденной с помощью кнопки FIND (рис. 2).

### **GPS-приемники GARMIN GPSMAP 78S и OREGON 550**

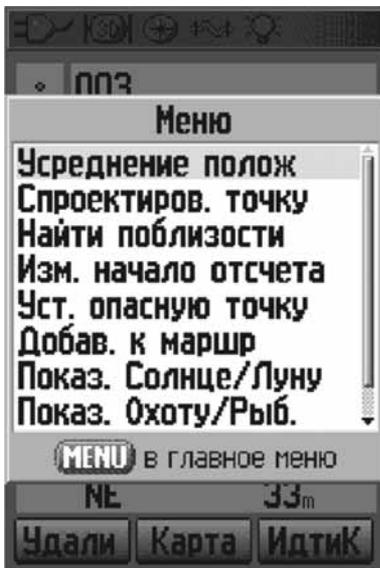
В новых приборах GARMIN предусмотрена возможность только последующего усреднения координат (вариант 2).

*Вариант 2. Усреднение сохраненного местоположения*

- Постусреднение позиции вызы-



*Рис. 1. Страница вывода и информации об усреднении позиции в приборе GPSMAP 76CSx.*



*Рис. 2. Включение функции постусреднения координат в приборе GPSMAP 76CSx.*

вается кнопкой **УСРЕДНЕНИЕ**, далее выбирается нужная путевая точка и нажимается кнопка **НАЧАЛО**.

2. Активизируется функция **НАДЕЖНОСТЬ ОБРАЗЦА**.
3. Круговым движением с прибором добиваемся устойчивого увеличения данного параметра до 100%, после чего сохраняем образец (рис. 3-4).
4. В проявившемся окне появляется расстояние по сохраненного местоположения.

На наш взгляд, используемый набор конкретных показателей в форме усреднения позиции в приборах 76 серии намного информативнее, чем введение абстрактного параметра «Надежность образца» в приборах 78 серии и Oregon.

В представленных моделях GPS-навигаторов Garmin, основанных, как правило, на чипсетах SifStar III или MTK, функцией усреднения местоположения можно управлять ручным способом. Однако, существуют и некоторые современные модели приборов с аппаратной реализацией в чипсете функции автоматического усреднения координат, которая работает и при записи треков. Отключо-



*Рис. 3-4. Включение функции постусреднения в приборах GARMIN GPSMAP 78S и OREGON 550.*

чить в них усреднение позиции нельзя, что имеет и свои плюсы, и свои недостатки.

### Практические рекомендации по повышению точности отрисовки треков (путей)

Возможность улучшить качество записи треков в рассматриваемых моделях приборов за счет усреднения координат отсутствует, поэтому представленные ниже способы практической реализации направлены, скорее всего, на получение устойчивых спутниковых сигналов, что косвенно отражается и на точности отрисовки треков.

*Отсутствие аппаратного усреднения треков можно компенсировать программным, которое, в частности, реализовано в модуле Geographic Tracker ГИС MapInfo путем настройки величины допуска при записи трека в реальном времени. Допуск регулирует частоту узлов трека, с помощью чего можно добиться более ровных его очертаний (рис. 5).*

#### **GPS-приемник GARMIN GPSMAP 76CSx.**

1. Сориентировать прибор в сторону света с наилучшим расположением спутников, используя функцию усреднения и карту их позиций на странице СПУТНИКИ.
2. Включить запись трека на странице ПУТИ (рис. 6), предварительно настроив запись узлов (точек трека) через 1 сек (рис. 7).

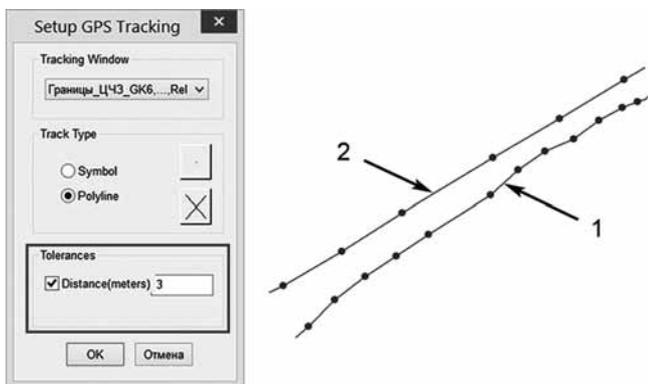


Рис. 5. Форма настройки записи трека с дистанцией допуска в модуле Geographic Tracker и треки, созданные при ее различных значениях:  
1 – Tolerance = 0 м; 1 – Tolerance = 3 м.

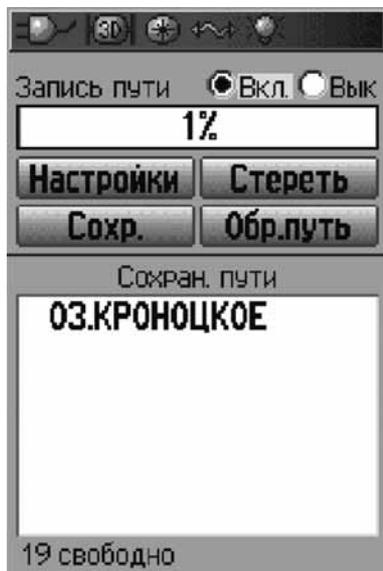
3. Не меняя положения прибора медленно обойти картируемый объект по периметру от начальной точки до конечной.
4. Отключить запись трека в конечной точке.
5. Записанный оригинальный трек хранится в энергонезависимой оперативной памяти прибора, его размер в % отображает соответствующий индикатор (см. рис. 6).

**Примечание.** Не рекомендуется сохранять треки из оперативной памяти, например, на карту microSD, т.к. при этом происходит их генерализация с потерей качества!

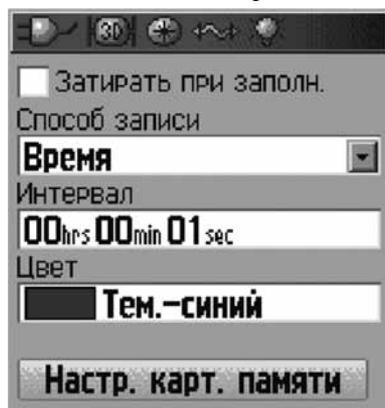
### **GPS-приемники GARMIN GPS-MAP 78S и OREGON 550**

Указанные модели имеют одинаковые инструменты для работы с треками.

1. Перед началом картирования нужно включить постоянную запись треков в меню НАСТРОЙКИ с интервалом записи узлов через 1 сек.
2. Переместившись в начальную точку, через меню НАСТРОЙКИ (пункт СБРОС) осуществить удаление активного трека.
3. Начать движение с прибором, соблюдая требования, указанные для прибора GPSMAP 76CSx и контролируя процесс отрисовки трека на странице КАРТА.



*Рис. 6. Записанный оригинальный трек хранится в энергонезависимой оперативной памяти прибора, его размер в % отображает соответствующий индикатор*



*Рис. 7. Предварительная настройка записи узлов (точек трека)*

4. Достигнув конечной точки, через меню УПРАВЛЕНИЕ ТРЕКАМИ сохранить активный трек с предложенным именем, в котором указаны дата и время съемки.

**Трек любого размера сохраняется без генерализации!**

Представленные выше приемы повышения точности определения местоположения и создания треков рассмотрены на примерах работы с приборами спутниковой навигации Garmin, принимающими кодовые сигналы со спутников только одной навигационной системы, а именно американской GPS. В последнее время активное развитие российской навигационной системы GLONASS способствовало появлению устройств, работающих со спутниками этой системы. Со стороны пользователя наилучшим является выбор комбинированных кодовых приемников, принимающих спутниковые сигналы сразу двух систем GPS/GLONASS, например, моделей портативных навигаторов GARMIN ETREX серии 10-30, OREGON серии 600-650, MONTERRA. При использовании спутников GLONASS время, требуемое приемнику для определения местоположения, в среднем приблизительно на 20% меньше, чем при использовании только GPS. При приеме сигналов спутников обеих систем GPS и GLONASS количество спутников, с которых принимаются сигналы, увеличивается до 24, по сравнению с использованием только системы GPS (рис. 8). Такие приборы устойчивее работают в сложной обстановке (город, лес, каньоны и пр.), что обусловлено из-

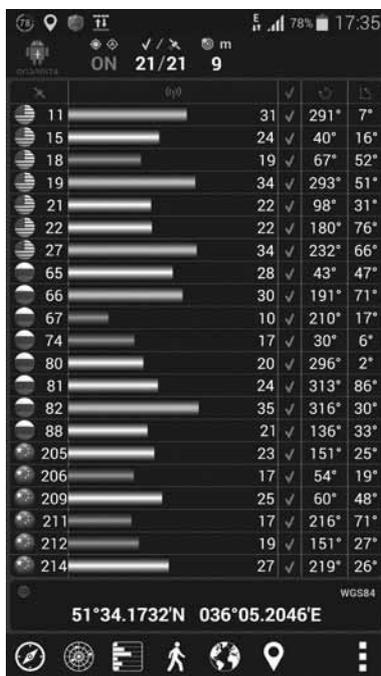


Рис. 8. Включение комбинированного режима в навигаторах GARMIN ETREX 30 и визуализация страницы СПУТНИКИ.

быточностью активных спутников, а это, в свою очередь, в конечном счете отражается и на точности позиционирования.

По результатам многочисленных совместных исследований установлено, что за счет наблюдаемого при этом улучшения геометрического фактора, который зависит от количества используемых спутников и их распределения в пределах обозримого небосвода, точность определения координат как в плане, так и по высоте может быть улучшена примерно в 1.5 раза (<http://www.gps-chel.ru/gps-help/182/>).

Мы представили некоторые практические рекомендации, которые помогут улучшить точность определения координат объектов при выполнении картографических работ с использованием портативных GPS-навигаторов Garmin. Не вызывает сомнения, что точность приборов спутникового позиционирования, реализованная на аппаратном уровне, для гражданских целей в дальнейшем будет улучшаться. Этому может способствовать также введение в эксплуатацию европейской и китайской спутниковых навигационных систем, промышленный выпуск мультисистемных приемников, принимающих одновременно сигналы GPS, GLONASS, GALILEO, COMPASS (Beidou II) (мультисистемность реализована в современных моделях смартфонов, в частности SAMSUNG GALAXY S5, который на программном уровне способен принимать сигналы всех перечисленных систем спутникового позиционирования, что также, в конечном счете, влияет на устойчивость фиксации местоположения



*Рис. 9. Реализация мультисистемного определения координат в смартфоне SAMSUNG GALAXY S5 (программа AndroiTS GPS Test v. 1.45 Pro).*

*Примечание. Снимок экрана прибора сделан внутри помещения.*

*и ее точность* – рис. 9), разработка новых более совершенных кодов спутниковых сигналов, в частности за счёт добавления CDMA сигнала в диапазоне L3, что реализовано в российских спутниках третьего поколения «Глонасс-К», благодаря чему точность навигационных определений в формате ГЛОНАСС повысится вдвое, по сравнению со спутниками «Глонасс-М». США также модернизируют собственную орбитальную группировку спутников GPS. В настоящее время выводятся на орбиту спутники последнего поколения GPS 2F, точность сигнала которых в два раза выше, чем у более ранних моделей.

### ***Литература***

1. Рыжков О.В. Методическое пособие к семинару «Геоинформационные системы и особо охраняемые природные территории» (16-21 апреля 2007 г., г. Елизаво). Тула: Гриф и К°, 2007. 240 с.

**МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ  
СГЛАЖЕННЫХ ПОЛИГОНОВ  
В СРЕДЕ MAPINFO PROFESSIONAL V.12.0  
ПО ДАННЫМ ПРИБОРОВ СПУТНИКОВОГО  
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

*О.В. Рыжков*

Как известно, кодовые приборы спутникового позиционирования или навигации (персональные навигаторы, GPS (ГЛОНАСС)-приемники) сохраняют в энергонезависимой памяти 3 типа объектов – путевые точки, треки и маршруты (мы не рассматриваем здесь высокоточные фазовые приборы с дифференциальной коррекцией сигналов, способные сохранять объекты полигонального типа). В терминологии ГИС путевые точки являются точками, размещенными в пространстве в соответствии с координатами широты, долготы и высоты над уровнем моря, а треки и маршруты представляют собой линии или полилинии, которые помимо координат начальных, конечных или поворотных узлов характеризуются длиной или протяженностью в пространстве.

Перенос стандартных объектов в виде точек или полилиний из GPS-навигатора в ГИС Mapinfo (здесь и далее по тексту речь ведется о последней версии программы), как правило, не вызывает затруднений. Это можно сделать при помощи ПО как сторонних производителей (GPS TrackMaker, Global Mapper и пр.), так и средствами самой MapInfo (модуль Geographic Tracker 4.0), что подробно изложено с опубликованных рекомендаций (Рыжков, 2007, 2010).

В данном сообщении описывается техника получения из путевых точек и треков сглаженных многоугольников (полигонов), используемых для создания качественных карт биологической направленности на особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

Перед началом обзора методики, напомним, что альтернативным способом получения векторных покрытий, состоящих из сглаженных полигонов, является оцифровка (ручная, интерактивная или автоматическая) космических снимков сверхвысокого разрешения, крупномасштабных топографических карт и других источников,

содержащих необходимые объекты. Процедура использования для этой цели сглаженных полилиний (сплайнов) приводится в опубликованном руководстве (Рыжков, 2007). Более эффективный способ и, как правило, чаще используемый на практике основан на формировании сглаженных смежных полигонов с взаимно пересекающимися границами с последующим удалением ненужных частей объектов (Рыжков, 2009). Оба этих способа базируются на инструменте MICadUtils, входящим в комплект локализованной ГИС MapInfo Professional. Начиная с версии 11.5 данной ГИС, выпущенной в конце 2012 г., для генерации сглаженных многоугольников стал доступен инструмент Spline, которым был дополнен модуль MapCAD. Аналитический обзор MiCAD и MapCAD опубликован (Рыжков О., Рыжкова, Рыжков Д., 2013).

При использовании векторизации карт, снимков и прочих источников мы получаем только **графические объекты без атрибутивной информации**, хотя некоторые профессиональные векторизаторы, в частности Spotlight Pro v.7.0, при оцифровке горизонталей с топоосновы способны автоматически заносить в атрибутивную таблицу значения их высот. Для создания полноценного слоя ГИС в любом случае необходимы полевые исследования, в ходе которых осуществляется сбор атрибутики объектов. К тому же важнейшим критерием оценки качества оцифрованного полигонального покрытия ГИС является **актуализация исходного источника** (так, при векторизации контуров растительности на основе устаревшего космоснимка их границы могут не соответствовать реальным). Указанных недостатков лишена инструментальная полевая GPS (ГЛОНАСС)–съемка, в ходе которой снимаются реальные границы объектов и заполняются атрибутивные сведения по ним.

При осуществлении GPS–съемки каких-либо природных объектов площадного типа на ООПТ исследователь должен обойти каждый из них по периметру с активным прибором спутникового позиционирования. Возможны 3 основных способа сохранения информации:

1. *Ручная последовательная запись координат путевых точек по периметру объекта с акцентом на поворотные.* Сбор атрибутики обязателен. Метод не позволяет получить реальную конфигурацию границы объекта и на практике используется редко. Тем не менее



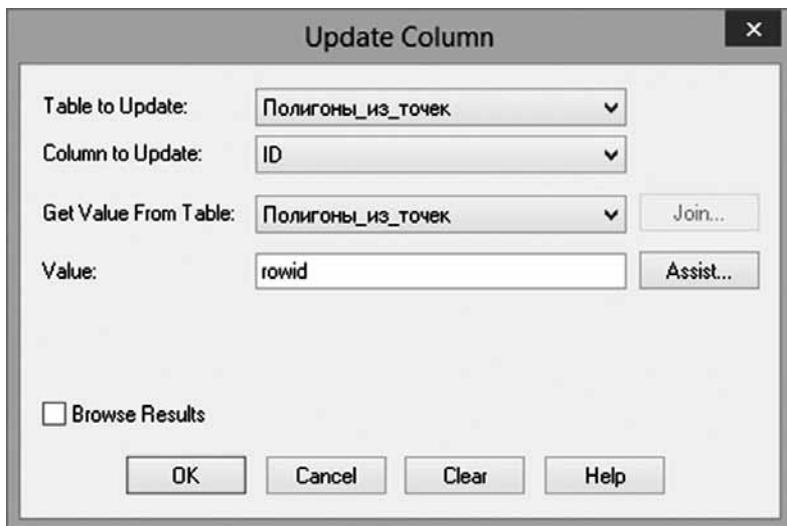
существует (рис. 1). Задача – получить из набора точек сглаженный полигон, узлы которого будут сформированы в соответствии с порядковыми номерами точек в таблице. Инструментами ГИС можно решить эту задачу двумя способами:

а) *Ручной*. Исходный массив точек, представленный на рисунке 1, не позволяет однозначно интерпретировать контуры границы будущего полигона. Для выяснения направления его обхода по периметру необходимо последовательно пронумеровать точки и отобразить из номера на карте. Заполним поле ID последовательными номерами строк, используя команду Update Column (*Обновить колонку*) из меню Table (*Таблица*) и оператор RowID (рис. 2).

Далее в свойствах слоя включаем автоматическое подписание объектов и получаем результат, который демонстрирует рисунок 3.

Теперь можно приступить к вычерчиванию полигона с включенной функцией привязки к узлам (клавиша *S*). Результат создания замкнутого многоугольника показан на рисунке 4.

Осталось преобразовать полученный полигональный объект в сглаженный полигон, используя новый инструмент Spline (СПЛАЙН) модуля MapCAD (рис. 5-6).



*Рис. 2. Применение оператора RowID для последовательной нумерации точек в таблице.*

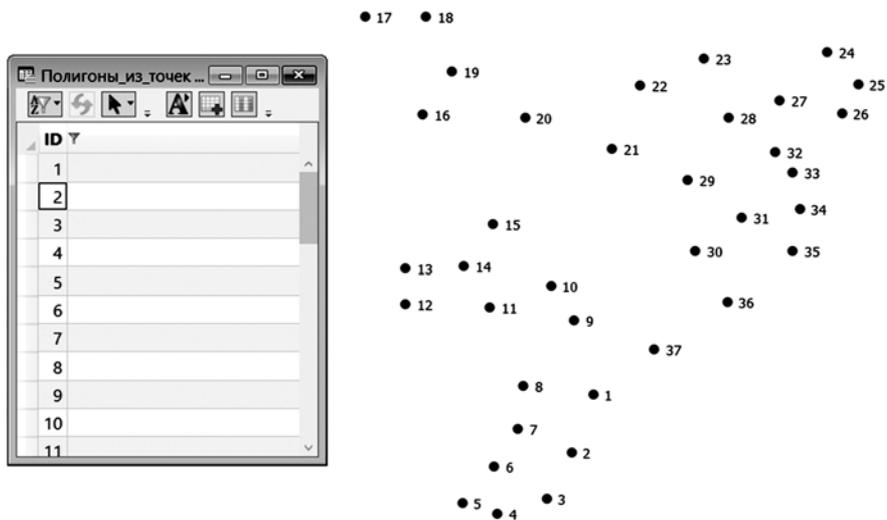


Рис. 3. Результат формирования автоматических подписей точек на карте.

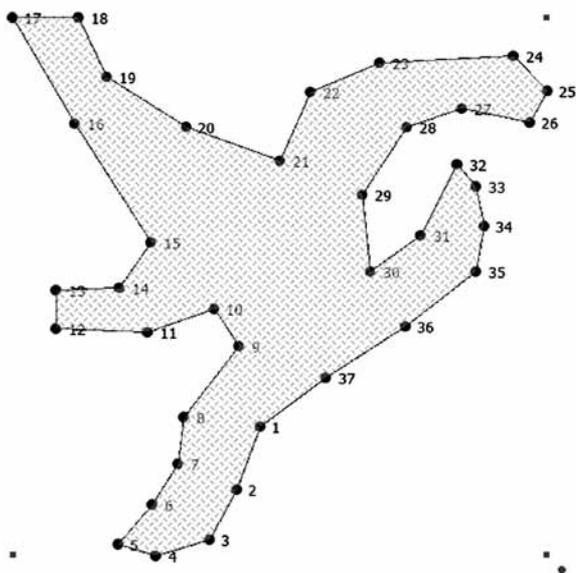
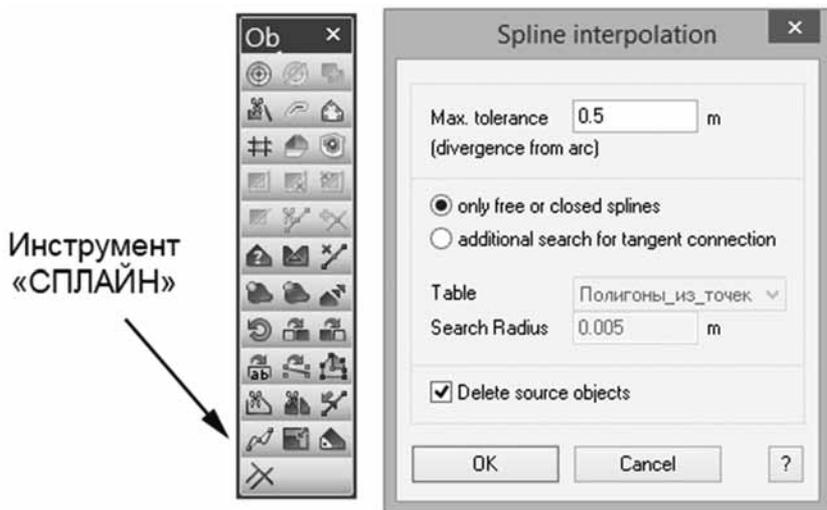
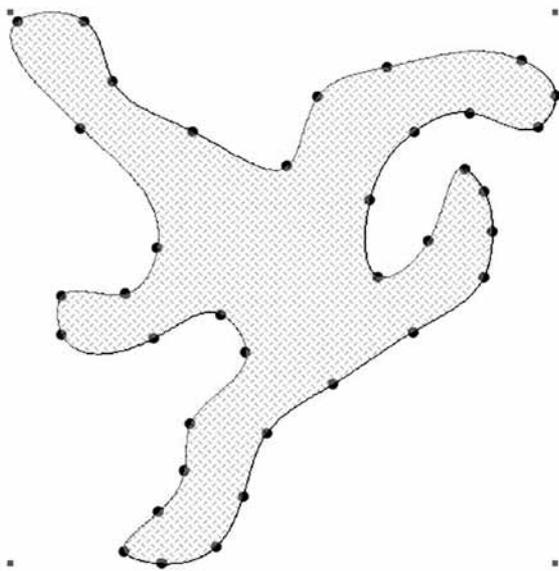


Рис. 4. Полигон, созданный одноименным инструментом MapInfo путем последовательного обхода точек с включенной функцией привязки к узлам.



*Рис. 5. Инструмент СПЛАЙН модуля MarCAD и форма настройки его параметров.*



*Рис. 6. Сглаженный полигон, сформированный на основе исходных точек инструментом СПЛАЙН модуля MarCAD.*

Как отмечалось выше, создать сглаженный полигон по существующим точкам (или путем конвертирования обычного многоугольника) можно также используя средства модуля MiCAD, входящего в комплект локализованной версии MapInfo. При этом следует учесть, что при наличии участков с редкими узлами форма границы сглаженных полигонов, созданных разными инструментами, в таких местах не совпадает (рис. 7). Это происходит из-за использования различных алгоритмов аппроксимации в MapCAD и MiCAD. Для получения идентичных фигур средствами указанных модулей необходимо в прямолинейные сегменты между поворотными узлами исходного многоугольника добавить дополнительные узлы.

б) *Автоматический*. При значительном количестве точек ручной способ формирования на их основе полигонов может оказаться значительно трудоемким, поэтому предпочтение всегда отдается процедурам автоматизации процесса, если таковые имеются. В MapInfo есть встроенная команда Convex Hull (*Оконтурить объ-*

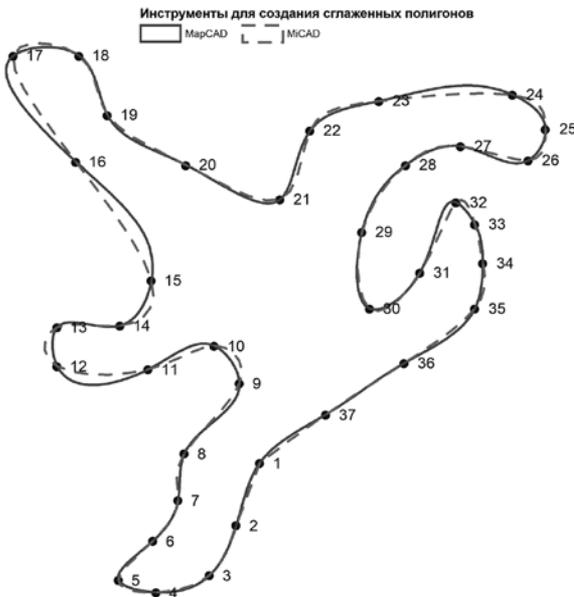


Рис. 7. Сравнение контуров сглаженных многоугольников, созданных различными инструментами MapInfo.

екты), однако она корректно обрабатывает массивы точек, расположение которых близко к геометрическим фигурам, т.к. алгоритм команды базируется на замыкании крайних точек, не используя последовательность их обхода или последовательность размещения соответствующих им записей в таблице. Функция *Оконтурить объекты* MapInfo не смогла справиться с поставленной задачей (рис. 8).

Отличительной особенностью MapInfo Professional является возможность использования встроенного языка программирования MapBasic, на основе которого создано большое количество внешних программ (модулей расширения), которые значительно увеличивают функциональность данной ГИС. Поставленную задачу можно решить одной из таких программ, разработанных специально для английской версии 12.0 MapInfo, под названием *Connect the Dots* (автор Andrew Dressel, ссылка для скачивания <http://communitydownloads.pbinsight.com/code-exchange/download/connect-the-dots1>). Перед выполнением программы надо сделать

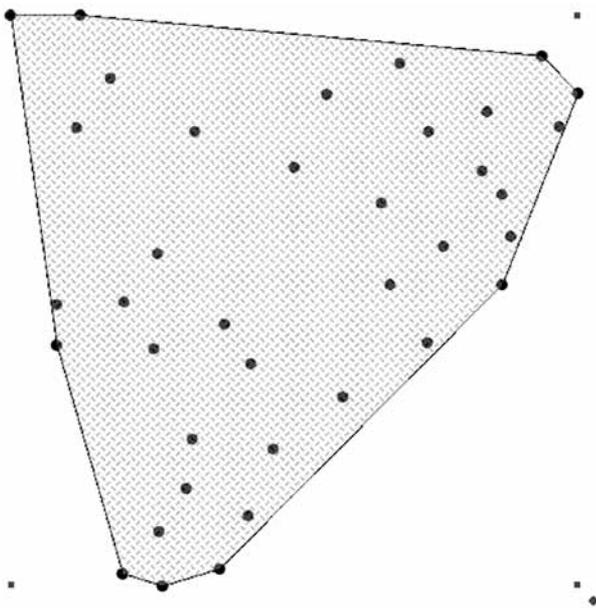


Рис. 8. Неправильное формирование полигона выполнением команды *Оконтурить объекты* MapInfo.

слой активным и выделить все точки на нем. В появившемся окне (рис. 9) можно выбрать конечный объект (полилиния или полигон), настроить его стиль, а также удалить исходные точки.

После выполнения программы сразу получаем полигон, аналогичный изображенному на рисунке 4 и далее преобразовываем его в сглаженный.

Итак, мы рассмотрели способы создания сглаженных полигонов из путевых точек или узлов треков. Переходим к обзору третьего метода.

3. *Создание треков путем автоматической последовательной записи в память прибора его узлов через заданное время или расстояние путем обхода объекта по периметру.* Основной метод ГИС-картографирования. Активно используется при картировании обособленных контуров (зарослей) растительности. Рекомендуется в настройках трека в качестве исходного параметра использовать время с периодичностью записи 1 секунда. В дальнейшем при камеральной обработке в среде ГИС на основе полученных треков (незамкнутых полилиний) формируются полигоны. Рассмотрим технику их создания.

Записанный прибором трек (файл GPX обменного формата Garmin) конвертируется в формат TAB MapInfo при помощи программ GTM Pro, Global Mapper или им подобным и загружается в ГИС.

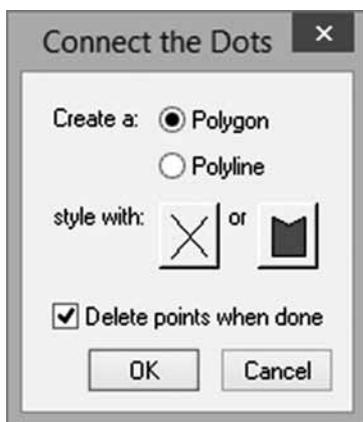


Рис. 9. Форма настройки создания полигона или полилинии из последовательного набора точек в программе *Connect the Dots*.

При идеальных условиях съемки узлы трека распределены равномерно по периметру площадного объекта, начинаясь и заканчиваясь в начальной точке движения и формируя замкнутую фигуру. Однако на практике такая ситуация встречается не часто.

Ниже приведены основные ошибки, возникающие при записи треков в полевых условиях и варианты их исправления:

1. *Множественная запись координат конечной точки, обусловленная задержкой времени на сохранение трека, в одно и то же место или близкое к нему* (ошибка актуальна для приборов Garmin GPSMap 78s, Oregon и др.). Исправляется путем последовательного удаления узлов конечной точки в режиме Reshape (*Форма*) (клавиши *Ctrl+R*) со включенной привязкой к узлам. Отмена последнего удаленного узла при необходимости осуществляется командой Undo. Удалить дубликаты узлов трека можно также путем разреживания узлов (см. пункт 3).

2. *Несовпадение точек начала и завершения записи трека*. Исправляется путем перетаскивания конечной точки на начальную (или наоборот) в режиме Reshape (*Форма*) со включенной привязкой к узлам (рис. 10).

3. *Наличие отдельных сегментов трека со сгущением или слишком близко расположенными последовательными узлами*. Обусловлено замедлением передвижения картографа, связанное, как правило, с естественными преградами (плотное скопление растительности,

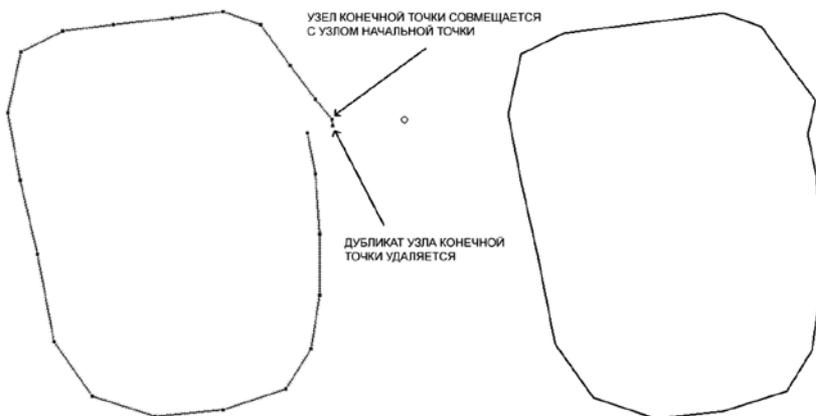


Рис. 10. Редактирование узлов конечной точки и замыкание полилинии.

особенности рельефа и пр.). Большое количество узлов полилинии значительно увеличивает размер файла, но уже не влияет на ее форму. Поэтому следует избавляться от избыточных узлов, используя команду MapInfo Snap/Thin (*Совмещение и генерализация*) (рис. 11). При этом необходимо тщательно подбирать шаг разреживания узлов, делая контрольные промеры инструментом Ruler (*Линейка*) расстояния между нормально расположенными узлами, т.к. завышенный шаг приведет удалению нужных узлов, спрямлению участков трека и нарушению его формы.

4. *Наличие участков трека со скоплением хаотично расположенных узлов.* Обусловлено значительными по времени остановками при съемке объекта, связанными с непредвиденными обстоятельствами, например, необходимостью сфотографировать редкий вид животного или растения. При этом GPS-навигатор не перемещает-

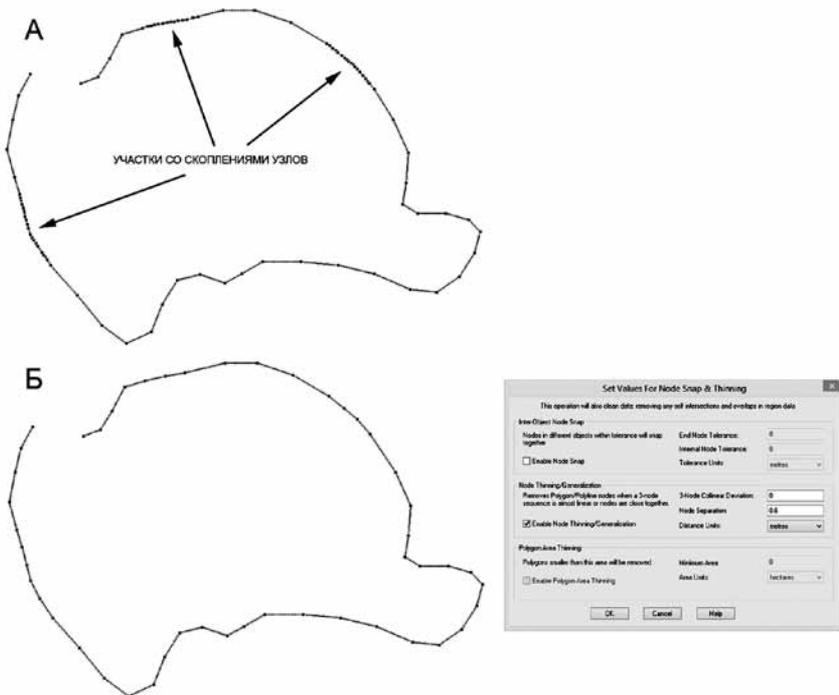


Рис. 11. Применение инструмента MapInfo Совмещение и генерализация для разреживания узлов трека: А – исходная полилиния, Б – результат разреживания.

ся и продолжает записывать узлы трека через каждую секунду, но за счет ошибки определения местоположения происходит разброс координат на некоторое расстояние по отношению к реальному. Такие скопления узлов необходимо удалять. В ГИС MapInfo это осуществляется в режиме Reshape (*Форма*) со включенной привязкой к узлам путем выделения первого узла удаляемой группы и последнего с нажатой клавишей *Shift*, что приводит к выбору всех ненужных узлов (рис. 12). Собственно операция удаления выполняется клавишей *Delete*.

5. *Наличие самопересечений («петель») треков.* Самопересечения сегментов трека обычно проявляются при сложной конфигурации объекта и связаны с ошибками определения координат прибором. Сами по себе «петли» свойственны линейным объектам, например, дорогам или тем же GPS-трекам. Однако наша цель – сформировать на основе последних полигоны. А самопересечения полигонов уже относятся к геометрическим ошибкам, которые подлежат обязательному исправлению. Поэтому перед преобразованием полилиний в полигоны «петли» желательно обнаружить и удалить вручную. Обычно они хорошо различимы на экране. Можно выполнить операцию по поиску самопересечений и позже после

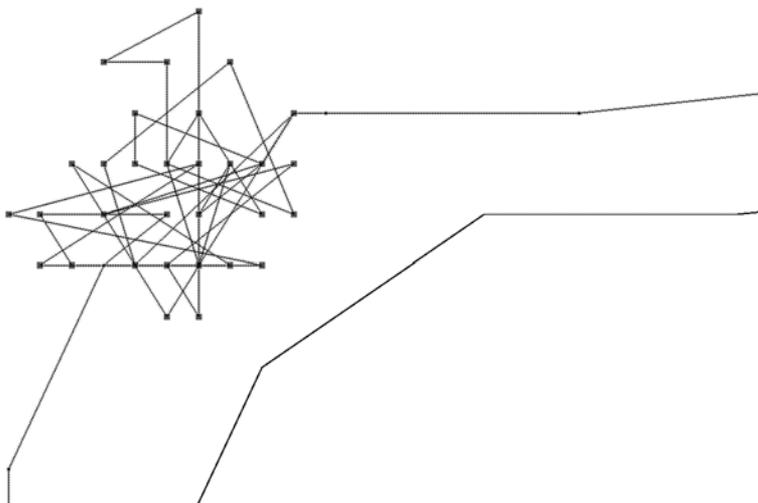


Рис. 12. Удаление хаотичных скоплений узлов.

создания полигонов. У MapInfo есть для этого специальный инструмент Check Regions (*Проверка полигонов*). На рисунке 13 показан результат его действия.

Результатом обработки трека в среде ГИС должна быть **замкнутая полилиния** с количеством узлов, достаточным для сохранения ее первоначальной формы. Иногда в процессе исправления ошибок, как правило, при выполнении процедуры разреживания узлов происходит разделение единой полилинии на один или более сегментов. Из разобщенной полилинии нельзя сформировать один полигон. Поэтому перед его созданием необходимо выполнить команду Combine (*Объединить*) для выборки сегментов полилинии и их объединения. Далее замкнутая полилиния преобразуется в полигон командой Convert to Regions (*Превратить в области*), который, в свою очередь, конвертируется в сглаженный при помощи инструмента Spline модуля MapCAD, который мы рассматривали ранее.

### Заключение

Представлены основные методы создания сглаженных полигонов в среде ГИС Mapinfo Professional v.12.0 на основе GPS-данных.

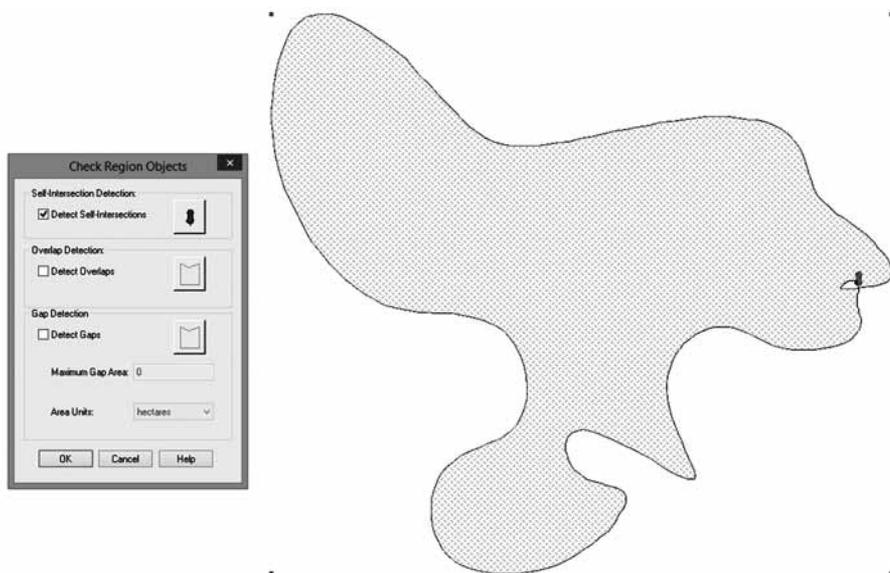


Рис. 13. Поиск самопересечений полигонов в MapInfo.

Для их построения можно использовать как путевые точки, так и треки, полученные в процессе картирования объектов с помощью кодовых портативных приборов спутникового позиционирования. Наиболее точные или близкие к реальным контуры получаются при GPS-съемке с активной записью трека с интервалом в одну секунду. В статье анализируются основные ошибки, возникающие при сохранении треков в полевых условиях, и показаны способы их устранения инструментами ГИС.

### ***Литература***

1. Рыжков О.В. Методическое пособие к семинару «Геоинформационные системы и особо охраняемые природные территории» (16-21 апреля 2007 г., г. Елизаово). Тула: Гриф и К°, 2007. 240 с.
2. Рыжков О.В. Курс практических упражнений к семинару «Геоинформационные системы на особо охраняемых природных территориях на примере национального парка «Куршская коса» (9-15 ноября 2009 г., пос. Рыбачий). Рыбачий, 2009. 195 с.
3. Рыжков О.В. Использование новых средств интеграции GPS и ГИС в среде MapInfo Professional 10.5 (модуль Geographic Tracker 4.0) при проведении географических исследований // Геоинформационное картографирование в регионах России: матер. II (заочной) Всеросс. научн.-практ. конф. (Воронеж, 15 ноября 2010 г.) / Воронежский государственный университет. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2010. 86 с.
4. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Рыжков Д.О. Обзор новых возможностей версии 11.5 ГИС Mapinfo Professional для создания карт проективных покрытий растительности на основе сплайнов // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2013: Материалы межрегиональной научной конференции (г. Курск, 6 апреля 2013 г.). Курск, 2013. С. 138-140.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ДЛЯ АНАЛИЗА ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО ЗАПОВЕДНИКА

*О.В. Рыжков, Г.А. Рыжкова*

### ЧАСТЬ I

#### Полигональные объекты

Как известно, определяющим фактором в распределении растительного покрова по земной поверхности является рельеф и, в первую очередь, его морфометрические параметры. В I части статьи анализируется влияние высоты над уровнем моря, крутизны и экспозиции склонов на пространственную структуру популяции миндаля низкого (*Amygdalus nana* L.) – вида из Красной книги Курской области (2001) (рис. 1) на примере Казацкого участка Центрально-Черноземного заповедника (ЦЧЗ).

По Курской области проходит северная граница ареала произрастания миндаля низкого, где он встречается в Горшеченском, Касторенском, Курском, Мантуровском, Медвенском, Октябрьском, Солнцевском и Щигровском районах (Красная книга Курской области, 2001). Вид отмечен на четырех участках ЦЧЗ. Сотрудниками лаборатории лесоведения заповедника в течение последних лет осуществляется поиск и картирование миндаля на территории ЦЧЗ и Курской области. Результаты этой работы находят отражение в выпусках периодического издания «Исследования по



*Рис. 1. Миндаль низкий – вид из Красной книги Курской области, Казацкий участок ЦЧЗ, 13.05.2006 г.  
Фото – А.А. Власов.*

Красной книге Курской области» и материалах ежегодной научной конференции «Флора и растительность Центрального Черноземья» (Рыжкова, Рыжков, 2006; Рыжков, Рыжкова, 2010, 2012а).

В 2009 г. выполнено картирование популяций миндаля низкого на Стрелецком участке ЦЧЗ (Курский район), в 2011 г. – на участках Баркаловка (Горшеченский район) и Букреевы Бармы (Мантуровский район) и в 2012–2013 гг. – на Казацком участке (Медвенский район), где отмечено самое крупное в области местообитание вида (Рыжков, Рыжкова, 2012б) (рис. 2).

### **Объекты и методы**

Объектом исследования послужила безлесная часть территории Казацкого участка ЦЧЗ, представленная степными, луговыми и кустарниковыми сообществами. Наиболее тщательно обследовались лога (Барыбин, Голенький, Стрелица) и их склоны с выходами на водораздел, менее детально – плакоры, где вероятность встречи вида была крайне мала. Как показала практика, миндаль низкий наиболее активно формирует популяции на участках с некосимым



*Рис. 2. Заросли миндаля низкого, Казацкий участок ЦЧЗ, 19.04.2012 г.  
Фото – А.А. Власов.*

(абсолютно заповедным) режимом, хотя частично встречается и на косимых или сенокосооборотных участках (рис. 3). Общий характер распределения миндаля на обследованной территории демонстрирует рисунок 4.

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

При сплошном перечете определялись таксационные показатели всех обнаруженных особей (зарослей). В полевых условиях в специальную форму заносилась следующая атрибутивная информация: дата, время записи трека, жизненная форма, высота ствола (м), диаметр ствола на высоте груди (см), возрастное и жизненное состояние, плодоношение. Площадь проективного покрытия определялась позже средствами ГИС (Рыжков, Рыжкова, 2012б).

Кроме того, для навигации по местности в реальном времени, поиска и идентификации объектов исследования использовался планшетный компьютер Samsung XE700T1A Series 7 Slate PC в связке с Bluetooth GPS-приемником Expert Navigation.

### **Программное обеспечение**

- MapInfo Professional v.11.52 rus и v.12.0 eng (demo);
- Vertical Mapper v.3.71;
- Global Mapper v.13.2.

### **Исходные данные**

- GPS-треки контуров проективных покрытий миндаля низкого в формате GPX (Рыжков, Рыжкова, 2012–2013);
- Оцифрованные горизонталы с топокарты М : 10 000 (основные с шагом 2.5 м и дополнительные с шагом 1.25 м – слой полилиний в формате TAB, отдельные высотные отметки – точечный слой в формате TAB) (Д.Н. Козлов, 2013);



Рис. 3. Распространение миндаля низко по участкам с разным режимом сохранения степей.

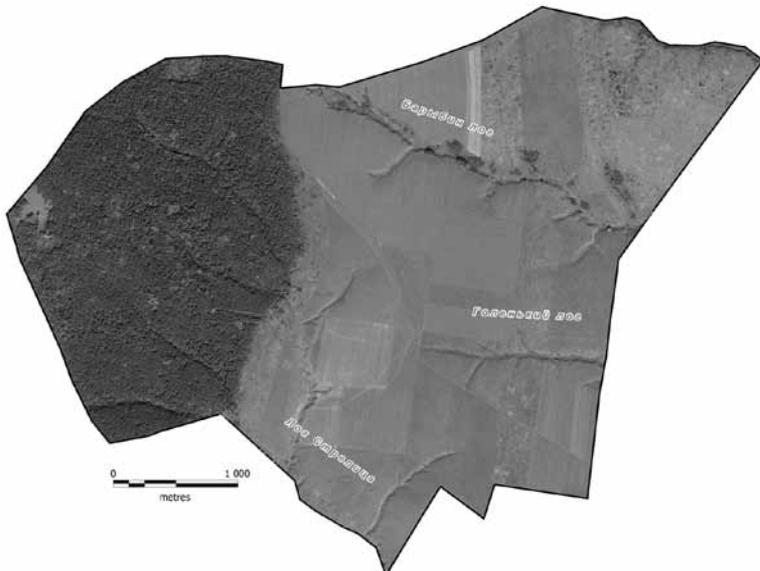


Рис. 4. Территория проведения картографических работ.

- Граница Казацкого участка ЦЧЗ – полигональный слой в формате TAB (Белгородземпроект, 2010).  
**Картографическая проекция** – Gauss-Kruger (Pulkovo 1942) Zone 7.

### Обработка данных

При обработке пространственных данных последовательно решались следующие задачи:

1. Преобразование системы координат WGS84 в проекцию Gauss-Kruger (Pulkovo 1942) Zone 7 для слоя с GPS-данными, что позволило выполнить их корректную обработку.
2. Редактирование GPS-треков (корректировка формы, разреживание узлов, удаление самопересечений, замыкание полилиний).
3. Формирование на основе отредактированных полилиний (GPS-треков) полигональных объектов и преобразование их в сглаженные полигоны при помощи инструмента *Spline* модуля MapCAD (подробнее об его использовании см. публикацию (Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Рыжков Д.О., 2013)).
4. Создание трехмерного массива точек с координатами высот над уровнем моря из оцифрованных горизонталей при помощи инструмента *Poly-to-Point Vertical Mapper v.3.71*, добавление к ним точечных объектов с гипсометрической атрибутикой и генерация на основе трехмерных координат точек растрового сетевого файла цифровой модели рельефа – ЦМР (интерполяция методом триангуляции). Техника создания ЦМР в среде MapInfo подробно изложена в монографии (Рыжков, 2007).
5. Построение на основе ЦМР векторных полигональных гипсометрических уровней при помощи модуля *Contour Vertical Mapper v.3.71*.

**Пояснения к п. 4-5.** *С параметрами по умолчанию Vertical Mapper создает сеть с размером ячейки 20 м, что приводит к заметно выраженной пикселизации изображения (рис. 5). Напомним, что шаг горизонталей (с учетом дополнительных) в исходном файле составляет 1.25 м. Поэтому рекомендуется уменьшить размер ячейки сети до сопоставимой величины (1-2 м) (рис. 6), иначе при создании полигональных контуров горизонталей вместо более плавных мы получим ломаные границы за счет недостаточного количества узлов, что в последующем отразится на точности распределения проективных покрытий по*

высотам над уровнем моря. Кроме того, уменьшение размера ячейки сети ЦМР необходимо для удаления отдельных артефактов, которые проявляются при интерполяции крупноячеистых сетей, особенно на участках местности со значительной крутизной склонов и повышению точности отрисовки границ (рис. 7-8). Однако следует избегать избыточного количества узлов, которое приводит лишь к увеличению размера конечного файла без изменения качественных характеристик объекта. Как показали эксперименты, сети с размером ячеек 2 и 1 м и созданные на их основе контуры являются практически идентичными, поэтому для последующего анализа пригодны и те, и другие.

Здесь вполне закономерным является вопрос: Зачем генерировать полигональные гипсометрические уровни из грида, если есть готовый векторный слой горизонталей с атрибутами высот? Действительно, можно было бы «нарезать» из полигона территории Казацкого участка горизонталями высотные уровни. Тем не менее использование сети предпочтительнее по следующим соображениям: а) указанная процедура создания полигонов по горизонталям более трудоемка, особенно при обработке значительной по площади территории со сложным рельефом; б) нужно было бы вручную добавлять символическое поле с атрибутом интервалов высот для каждого полигона; в) теряется

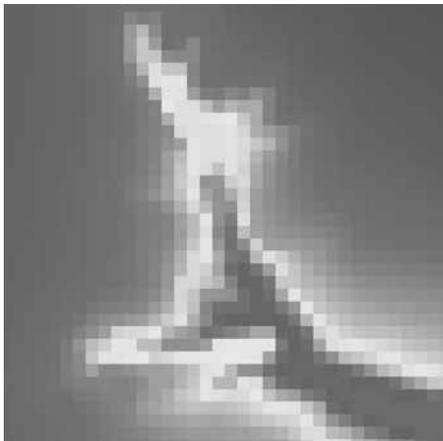


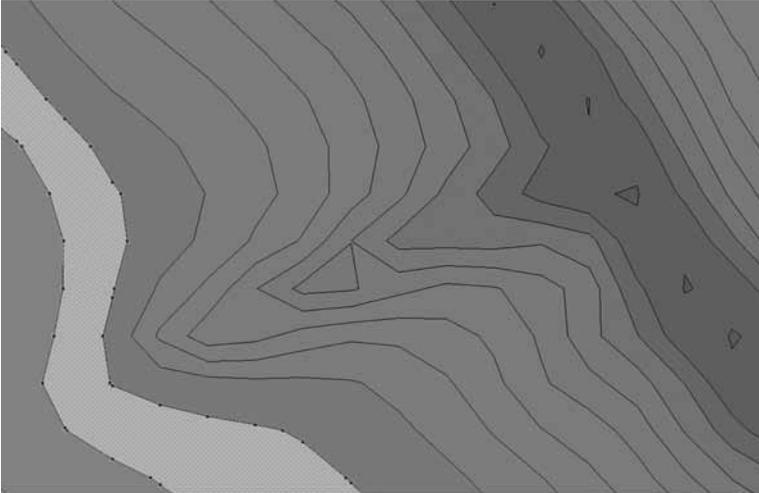
Рис. 5. Пикселизация сети в Vertical Mapper с крупным размером ячейки (20 м).



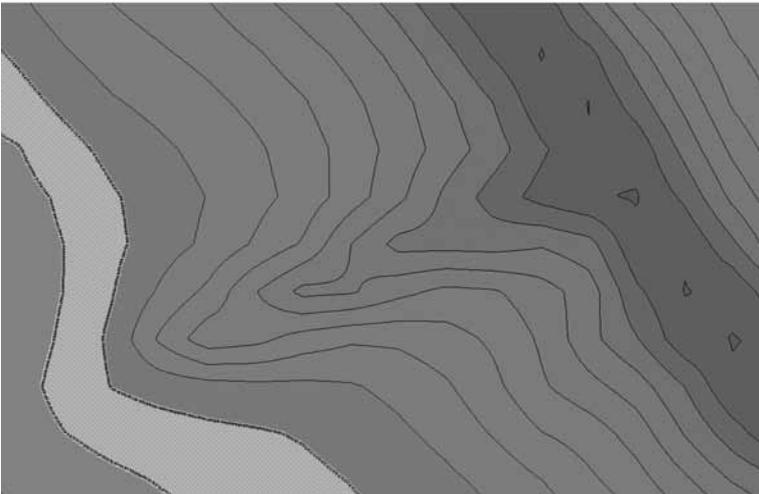
Рис. 6. ЦМР с размером ячейки 1 м с отсутствием пикселизации.

информация по дополнительным точечным объектам, обычно с максимальными (триангуляционные пункты) или минимальными высотами, что крайне важно для корректного построения ЦМР.

**Ячейка 20 м**



**Ячейка 1 м**



*Рис. 7. Сравнение полигональных контуров горизонталей, построенных по ЦМР с разным размером ячейки сети.*

6. Построение на основе ЦМР полигональных контуров уклонов и экспозиций склонов при помощи модуля Contour Vertical Mapper v.3.71.

**Пояснения к п. 6.** При генерации векторного слоя уклонов или крутизны склонов из растровой сети чрезмерное уменьшение размера ячейки последней, напротив, не рекомендуется. Vertical Mapper пытается обработать большой массив мелких пикселей, присвоить им значение уклона, исходя из пространственного размещения соседних пикселей, что приводит к формированию слишком пестрого ячеистого изображения с многочисленными артефактами (рис. 8). Для корректного выполнения процедуры в этом случае достаточным является размер ячейки сети в диапазоне 10–20 м.

Рассмотрим подробнее процедуру одного из вариантов пространственного анализа данных полигонального типа на основе ЦМР.

Исходными данными являются:

- полигональный слой гипсометрических уровней в формате TAB, сгенерированный на основе растрового грида ЦМР;

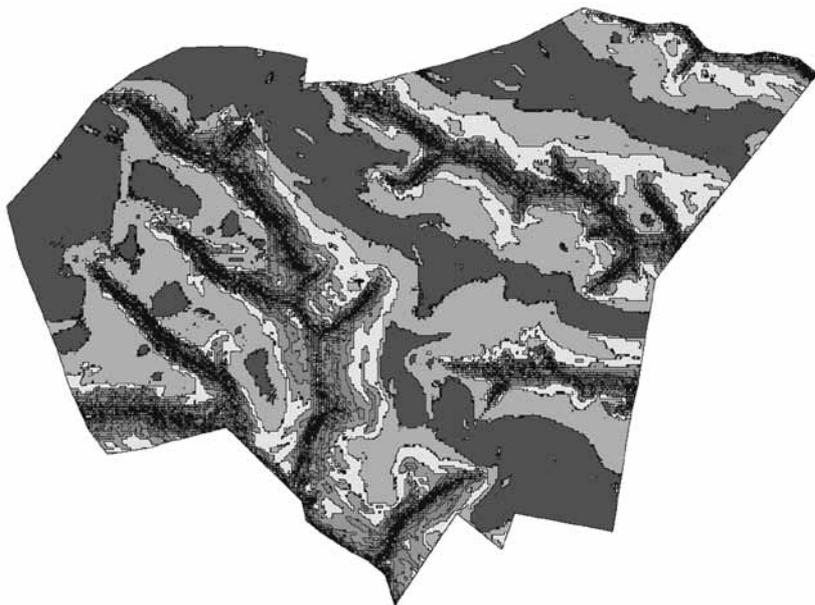


Рис. 8. Некорректное построение полигональной карты уклонов местности на основе ЦМР с малым размером (1 м) ячейки сетевого файла.

- полигональный слой проективных покрытий миндаля низкого.

Атрибутивная таблица гипсометрических уровней содержит 2 числовых поля с их нижними и верхними границами. Записи таблицы не являются уникальными, т.е. разные объекты могут содержать повторяющиеся значения высотных уровней.

В таблице проективных покрытий имеется поле десятичного типа (10;2) со значениями площадей в квадратных метрах, рассчитанными с использованием функции  $Area(obj, "sq\ m")$  методом обновления значений колонки (рис. 9).

Таблица гипсометрических уровней также должна содержать аналогичное поле, которое необходимо предварительно создать (это поле  $Area$  на рисунке 10). В него будут помещаться рассчитанные площади проективных покрытий миндаля низкого, попадающие в каждый высотный диапазон после выполнения программы *Proportional Overlap* (Пропорциональное перекрытие). В форме настройки программы указывается конечная таблица с изменяемым полем и исходная таблица с выбором колонки, содержащей расчетный показатель, здесь же необходимо определить способ обработки данных, а именно *Proportion Sum* (Пропорциональная сумма).

Дата	Год	Вид	ЖФ	Высота_м	Диаметр_см	Возраст	Состояние	Плодоношение	Площадь
24.04.2012	2 012	Мнд	заросль	1.8	1.0	g2	1 +		101.29
24.04.2012	2 012	Мнд	заросль	1.3	0.7	g2	1 +		30.85
24.04.2012	2 012	Мнд	заросль	0.8	0.0	g1	1 +		17.53
24.04.2012	2 012	Мнд	заросль	0.9	0.0	g1	1 +		5.29
24.04.2012	2 012	Мнд	заросль	1.0	0.0	g1	1 +		339.02
24.04.2012	2 012	Мнд	заросль	1.2	0.0	g1	1 +		17.54
24.04.2012	2 012	Мнд	заросль	0.5	0.0	g1	1 +		56.03
24.04.2012	2 012	Мнд	заросль	0.7	0.0	g1	1 +		65.33
24.04.2012	2 012	Мнд	заросль	0.8	0.0	g1	1 +		531.21
02.05.2012	2 012	Мнд	заросль	0.6	0.0	g1	1 +		25.10
02.05.2012	2 012	Мнд	заросль	0.5	0.0	g1	1 +		13.25
02.05.2012	2 012	Мнд	заросль	1.2	0.0	g1	1 +		6.85
02.05.2012	2 012	Мнд	заросль	0.9	0.0	v2	2		63.62
02.05.2012	2 012	Мнд	заросль	0.7	0.0	g1	1 +		12.63

Рис. 9. Таблица проективных покрытий миндаля с атрибутивным полем ПЛОЩАДЬ.

Итогом выполнения программы *Proportional Overlap* является заполненное поле *Area* значениями площадей проективных покрытий миндаля (рис. 11).

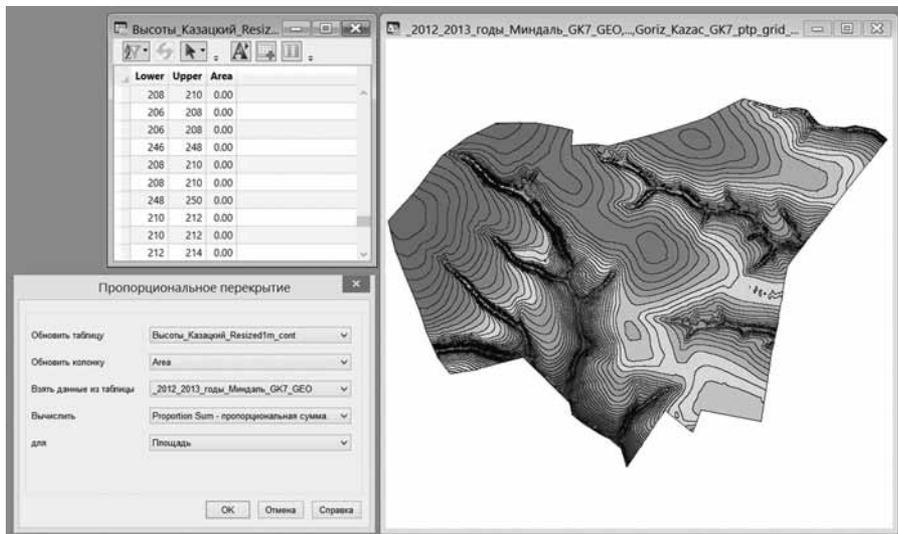


Рис. 10. Исходные данные, таблица с полем для размещения результатов и форма настройки пропорционального перекрытия полигональных слоев.

Lower	Upper	Area
246	248	0.00
208	210	11 769.42
208	210	28.92
248	250	0.00
210	212	9 362.44
210	212	1 559.17
212	214	10 857.23
212	214	1 839.73
214	216	11 144.41
216	218	10 781.94
218	220	7 912.29

Рис. 11. Распределение площадей проекций крон миндаля низкого по высотным диапозонам после выполнения программы *Proportional Overlap*.

Следующим шагом является группировка полученных значений по уникальным гипсометрическим уровням, что реализуется с помощью SQL-запроса (рис. 12).

Наличие двух полей с минимальными и максимальными границами высотных уровней создает определенные трудности для последующей визуализации данных. В нашем случае необходимо выполнить их конкатенацию через символ «-» оператором амперсанд (&) с последующим сохранением полученного строкового поля в структуре таблицы. Эту процедуру можно выполнить несколькими способами.

### 1. Создание временного вычисляемого поля в окне таблицы, преобразование результата расчета в запрос и его сохранение в новую таблицу MapInfo.

Действия выполняются непосредственно в окне таблицы. Данный способ не изменяет структуру таблицы, т.е. поле «Диапазоны\_высот» реально не создается (рис. 13). Для этого необходимо в том же окне таблицы создать запрос (рис. 14), а затем сохранить его как таблицу. Временные вычисляемые поля, как правило, создаются с целью получения промежуточных или второстепенных данных, хранение которых в основной таблице не обязательно.

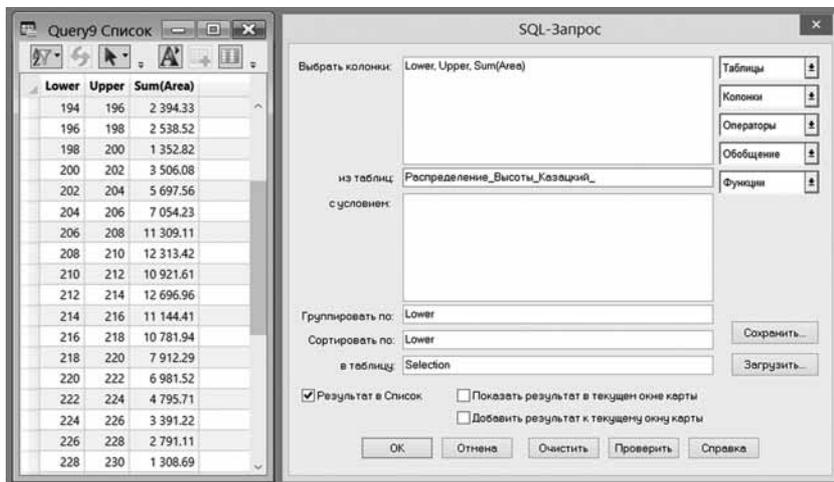


Рис. 12. SQL-запрос для группировки по уникальным высотным интервалам с суммированием площадей.

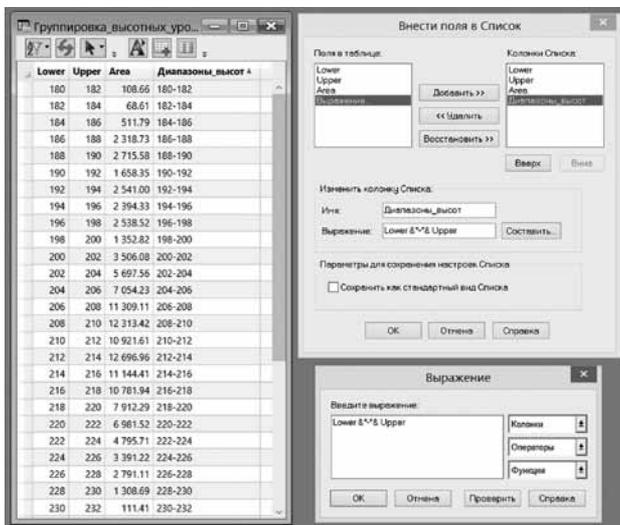


Рис. 13. Создание вычисляемого поля в окне таблицы.

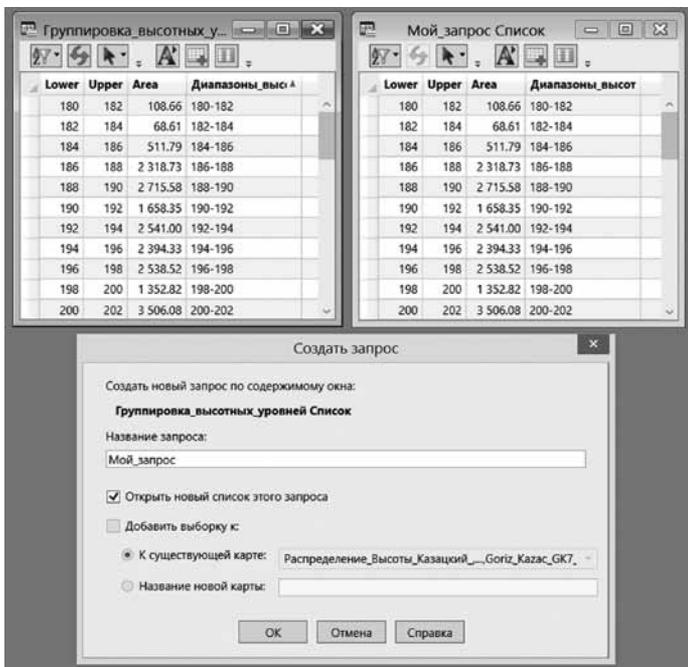


Рис. 14. Формирование запроса в окне таблицы.

## 2. Изменение структуры таблицы путем создания текстового поля с последующим его заполнением расчетными значениями через команду «Обновить колонку» (рис. 15).

Способ более предпочтителен, чем первый вследствие того, что расчетные данные реально заносятся в таблицу. После выполнения обновления поля остается только сохранить таблицу (рис. 16).

## 3. Использование SQL-запроса для формирования вычисляемого поля.

Самый быстрый способ без предварительного создания поля для размещения результатов, однако требует определенных знаний в синтаксисе запросов (рис. 17). После выполнения запроса в названии вычисляемых полей появляются выражения, что не всегда понятно отражает содержимое поля. Поэтому в SQL-запросах допускается использование алиасов (синонимов), которые при сохранении окна запроса в таблицу присваиваются названиям ее соответствующих по-

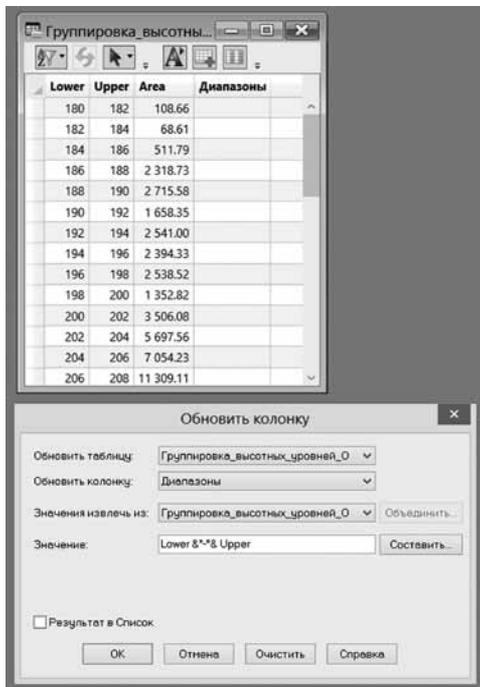


Рис. 15. Заполнение существующего поля таблицы расчетными данными.

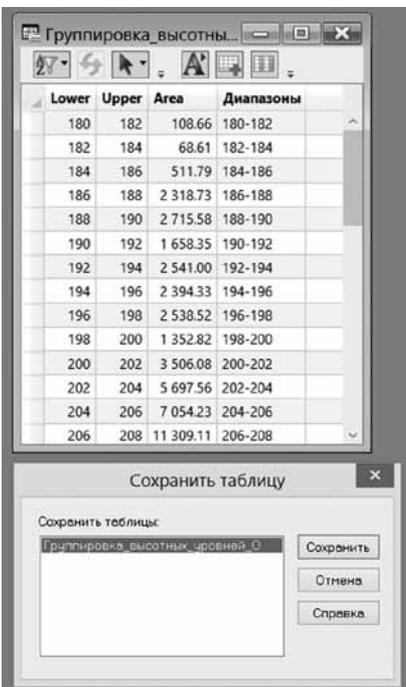


Рис. 16. Сохранение таблицы с обновленным полем.

лей. На рисунке 18 показан тот же запрос с использованием алиасов «Диапазоны\_высот» и «Площади» для вычисляемых полей и временная таблица, содержащая результат выполнения запроса.

Остается только удалить ненужные теперь поля Lower и Upper и выполнить построение гистограммы. Это предпочтительнее осуще-

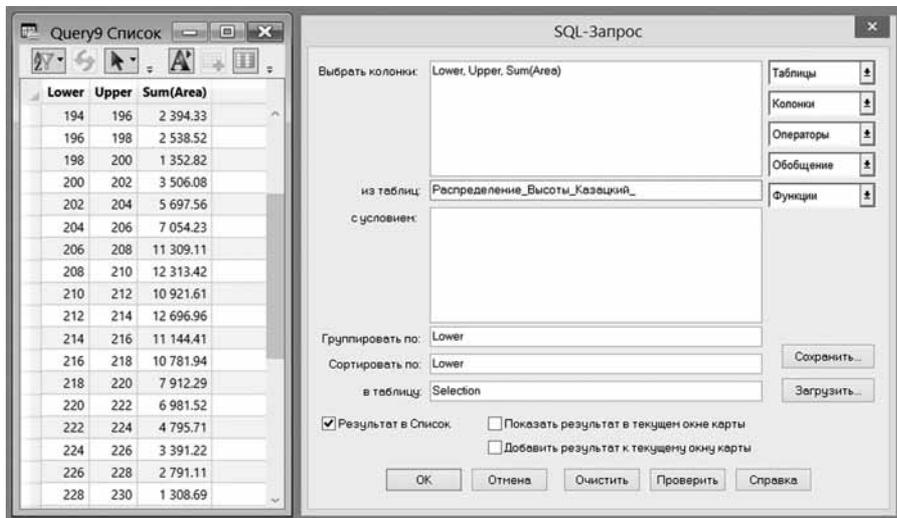


Рис. 17. Создание вычисляемых полей с помощью SQL-запроса.

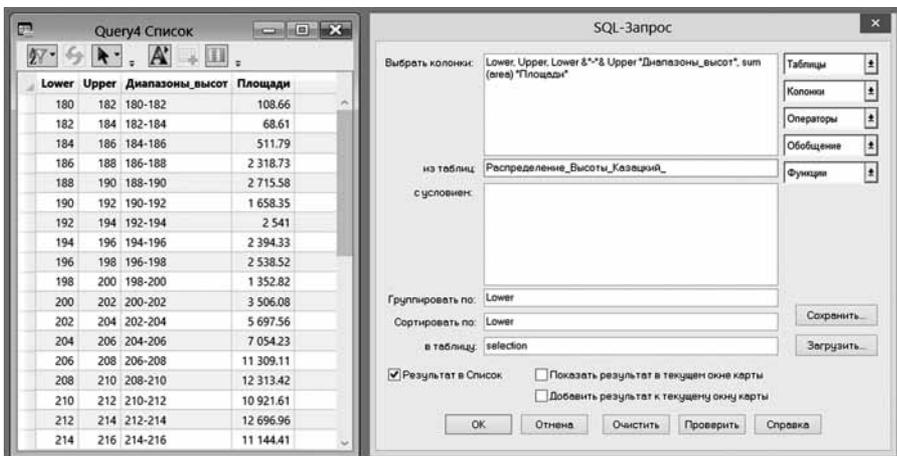


Рис. 18. Создание вычисляемых полей с алиасами с помощью SQL-запроса.

ствить в программе *Microsoft Excel 2013*, имеющей наиболее развитый инструментарий для визуализации данных, хотя данную процедуру также можно реализовать и встроенными в *MapInfo Professional* средствами построения графиков. Для экспорта таблицы из ГИС в *Excel* существует утилита *MapInfo2Excel v.1.5*, разработанная Peter Horsbøll Møller (ссылка для загрузки <http://communitydownloads.pbinsight.com/code-exchange/download/mapinfo2excel>) (рис. 19). При помощи программы *MapInfo2Excel* можно передавать в *MS Excel* не только таблицы, но и сами карты в растровом виде, а также запросы с вычисляемыми полями, что удобно для проведения последующего анализа данных.

Отметим также полезную возможность для сравнения структуры таблиц и быстрого внесения в нее изменений, реализованную через программу *Table Structure Manager* (Менеджер структуры таблиц), которая появилась в 12 версии *MapInfo* (рис. 20).

### Результаты

Общее проективное покрытие миндаля низкого на Казацком участке ЦЧЗ по материалам картирования 2012-2013 гг. составило 129071.7 м<sup>2</sup> (129652.2 м<sup>2</sup> Cartesian) или 12.9 га, из них площадь вида в Барыбином логу – 10.3 га (79.9%), логу Стрелица – 1.9 га (14.7%), Голеньком логу – 0.7 га (5.4%) (здесь не учтены крайне незначительные площади проекций крон на плакорах). По имеющимся све-

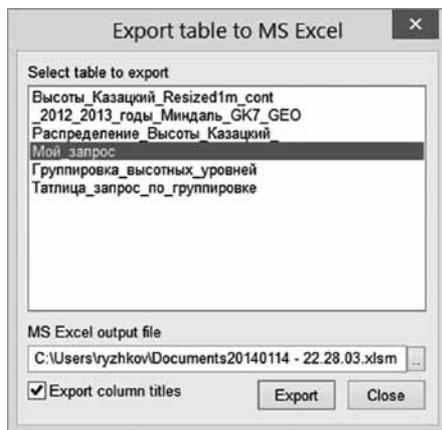


Рис. 19. Использование программы *MapInfo2Excel* для экспорта полученных данных в *MS Excel*.

дениям, популяция миндаля низкого в Барыбином логу площадью более 10 га является крупнейшей в Курской области. В период цветения вида (конец апреля – первая декада мая) местность преобразуется, и объект становится привлекательным, в том числе и с туристической точки зрения (рис. 21).

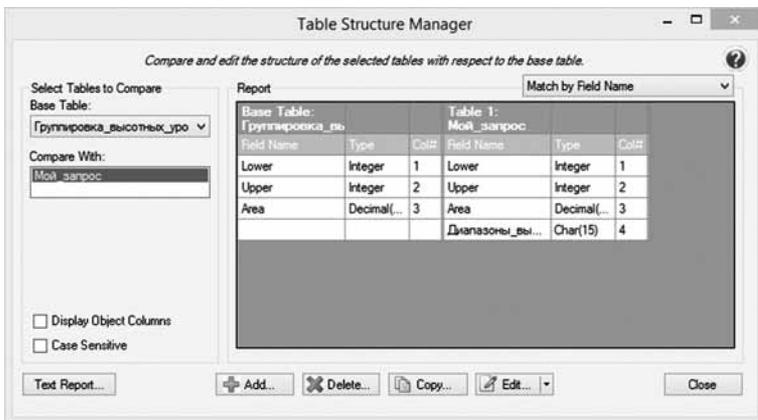


Рис. 20. Сравнение структуры таблиц при помощи нового инструмента Table Structure Manager.



Рис. 21. Цветение миндаля низкого в Барыбином логу.  
Фото – А.А. Власов.

На рисунке 22 представлена карта полиномиальных гипсометрических уровней Казацкого участка ЦЧЗ, построенная из грида ЦМР.

Анализируя распределение проективных покрытий миндаля низкого по высотам над уровнем моря (рис. 23), следует отметить в целом его соответствие нормальному, хотя имеет место незначительный локальный максимум в диапазоне от 184 до 198 м над у.м., на который приходится 12.5% от общей суммы площадей проекций крон (с учетом этого обстоятельства можно говорить о неявно выраженном бимодальном распределении). Подавляющее большинство одиночно растущих растений и зарослей вида приурочено к гипсометрическим отметкам от 202 до 224 м над у.м. с проективным покрытием каждого 2-х метрового диапазона более 0.4 га. Каждый из шести классов высот от 206 до 218 м над у.м. характеризуется наибольшей заселенностью миндалем с площадью покрытия более 1 га.

На рисунке 24 представлена карта полиномиальных уровней уклонов местности Казацкого участка ЦЧЗ, построенная на основе ЦМР.

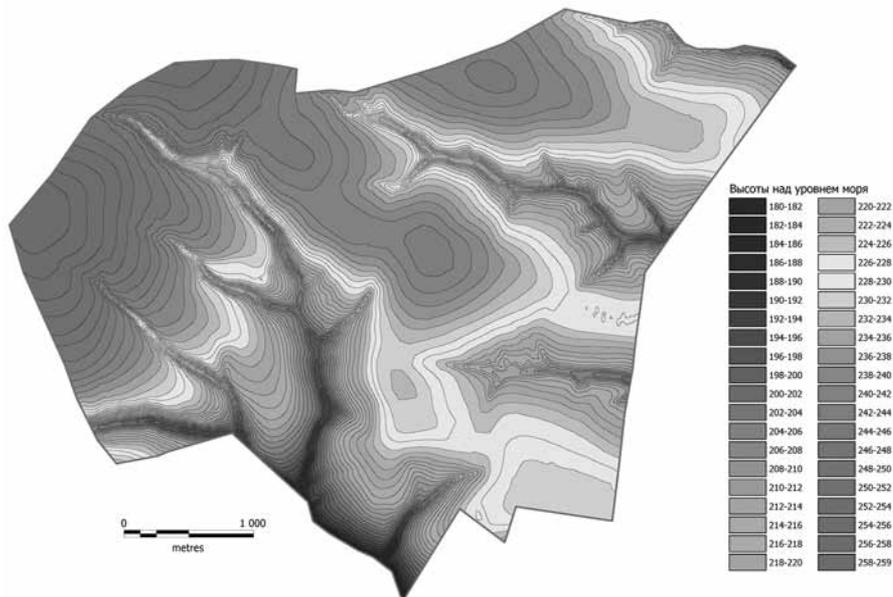


Рис. 22. Полиномиальные высотные уровни, извлеченные из ЦМР.

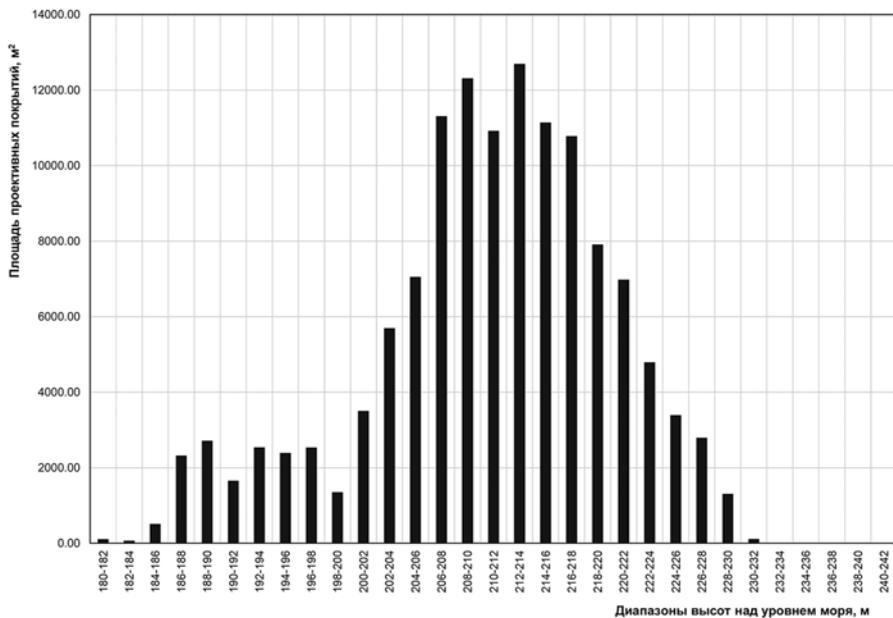


Рис. 23. Гистограмма распределения проективных покрытий миндаля по высотам над уровнем моря.

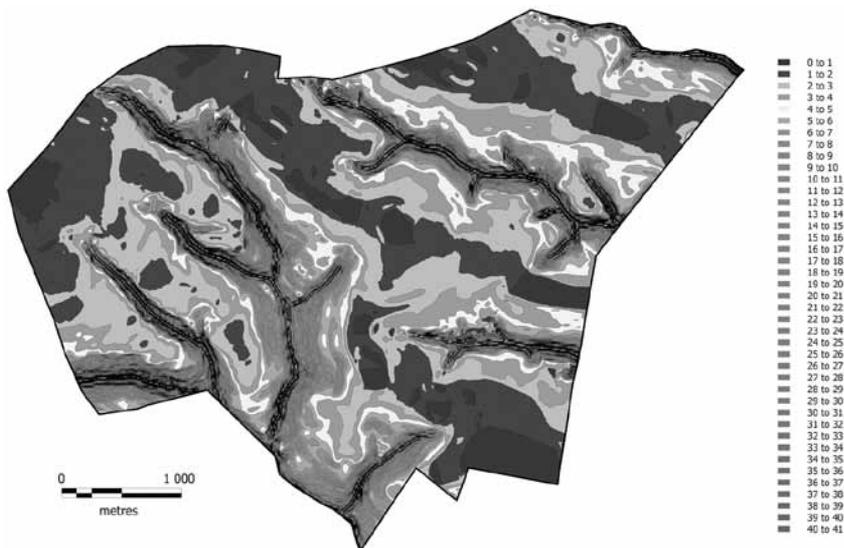


Рис. 24. Карта уклонов местности, построенная на основе ЦМР.

В отличие от распределения по высотам, распределение проективных покрытий кустарника по уклонам местности соответствует закону нормального распределения, о чем свидетельствует величина коэффициента асимметрии, близкая к 0 (-0.037). Значение эксцесса равно -1.73 – признак туповершинности ряда (рис. 25). Исключением является более предпочтительное заселение миндалям склонов с уклоном 6-8°. В целом же, довольно отчетливо выделяются 3 группы классов уклонов: 1 – склоны с крутизной от 5 до 18° с площадью проекций крон каждого класса более 0.6 га (максимальная степень заселения), 2 – склоны с крутизной от 18 до 24° с площадью проекций крон каждого класса от 0.2 до 0.6 га (средняя степень заселения), 3 – склоны с крутизной от 2 до 5° и от 24 до 32° с площадью проекций крон каждого класса менее 0.2 га (минимальная степень заселения).

При оценке распределения проективных покрытий миндаля низкого по уклонам местности использовалась классификация Т.И. Мананковой (2009), согласно которой склоны по крутизне делятся на:

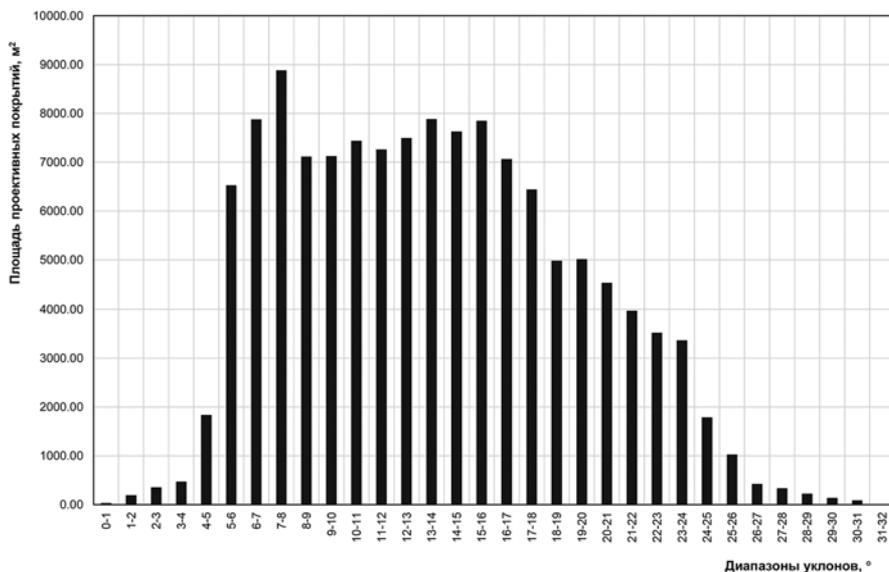


Рис. 25. Гистограмма распределения проективных покрытий миндаля по интервалам уклонов местности.

1. очень крутые ( $\angle \geq 35^\circ$ );
2. крутые ( $\angle = 15-35^\circ$ );
3. средней крутизны ( $\angle = 8-15^\circ$ );
4. пологие ( $\angle = 4-8^\circ$ );
5. очень пологие ( $\angle = 2-4^\circ$ ).

Плоские (горизонтальные) или субгоризонтальные поверхности с уклоном  $0-2^\circ$  относились к плакорам. Аналогичные поверхности днищ балок относились к тальвегам.

Нами изучен характер распределения сумм площадей проекций крон миндаля по элементам рельефа в соответствии с представленной выше классификацией и построением соответствующей карты (рис. 26). На ее основе были получены абсолютные (га) и относительные (%) показатели каждого элемента рельефа Казацкого участка ЦЧЗ (табл. 1).

*Здесь необходимо дать пояснения по способу расчета площадей в ГИС MapInfo. Все расчеты площадей в работе велись в пересчете*

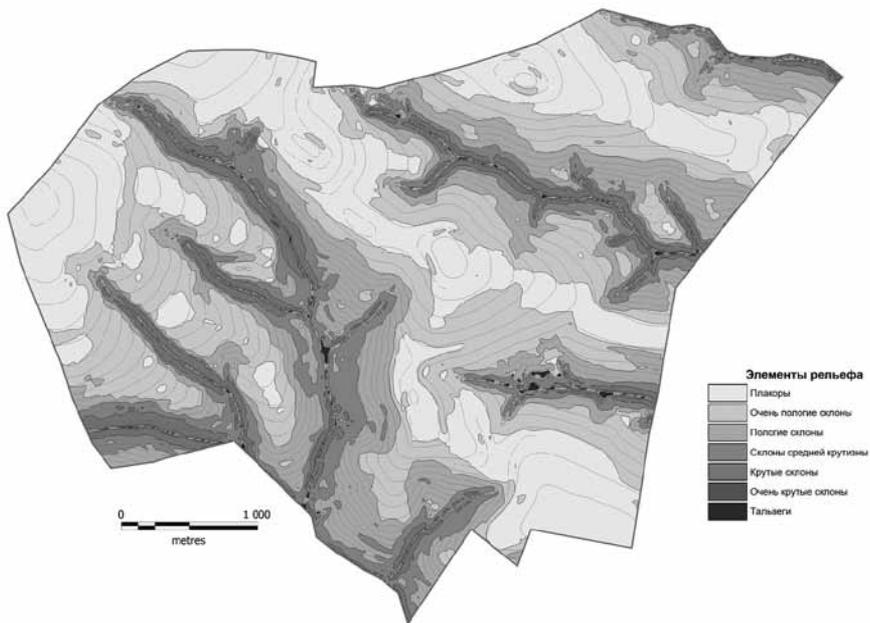


Рис. 26. Карта элементов рельефа с горизонталями, построенная на основе уклонов местности.

на сферу (*Spherical*). По этой причине площадь Казацкого участка ЦЧЗ оказалась несколько заниженной 1631.5 га вместо 1638 га согласно официальным документам. Площадь 1638 га соответствует рассчитанной в *MapInfo* в пересчете на плоскость (*Cartesian*). Нами выполнено также деление участка по элементам рельефа по картезианским площадям (см. табл. 1) и рассчитан удельный вес каждого из них. Процентное распределение площадей в пересчетах на сферу и плоскость оказалось абсолютно идентичным. То же самое касается и распределения проективных покрытий миндаля по морфометрическим параметрам. Поэтому использование любого из этих методов расчета площадей является корректным, хотя предпочтительнее, на наш взгляд, метод *Cartesian*, который позволяет сопоставлять между собой другие расчеты площадей, например, по материалам лесоустройств, которые, как известно, составляются в пересчете на плоскость.

Расчеты показали, что на Казацком участке с учетом лесной территории преобладают плакоры и очень пологие склоны, на которые приходится 60% площади (табл. 1). Однако, указанные элементы рельефа вовсе не характерные экотопы для поселения миндаля низкого. Этот вид явно предпочитает склоны средней крутизны и крутые склоны (рис. 27), на которые приходится практически 80% площадей проективных покрытий.

Таблица 1

### Сравнение разных методов расчета площадей элементов рельефа Казацкого участка ЦЧЗ, выделенных по уклонам местности

Элементы рельефа	Сфера		Плоскость	
	Площадь, га	%	Площадь, га	%
Плакор (0-2°)	494.7	30.3	497	30.3
Очень пологие склоны (2-4°)	483.8	29.7	486	29.7
Пологие склоны (4-8°)	359.6	22.0	361	22.0
Склоны средней крутизны (8-15°)	196.0	12.0	197	12.0
Крутые склоны (15-35°)	94.0	5.8	94	5.8
Очень крутые склоны (>35°)	0.2	0.0	0	0.0
Тальвеги (0-2°)	3.2	0.2	3	0.2
Итого	1631.5	100.0	1638	100.0

Важным морфометрическим параметром рельефа является экспозиция склона. На основе растрового сетевого файла был получен векторный полигональный слой экспозиций с интервалом  $45^\circ$ . Отдельно полученные  $45^\circ$ -секторы были генерализованы также в девяностоградусные так, чтобы биссектриса прямого угла соответствовала одной из сторон света (см. легенду к рис. 28). Проанализи-

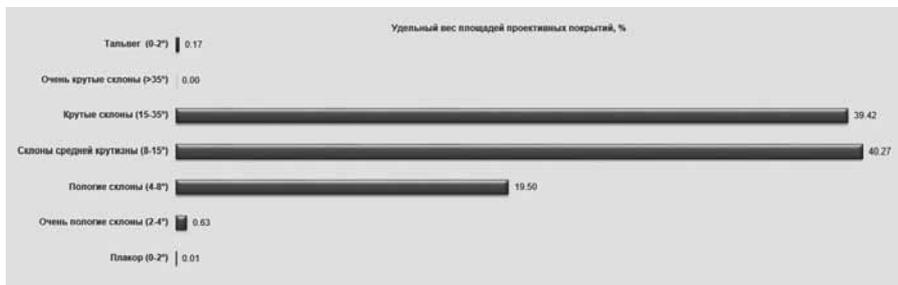


Рис. 27. Распределение удельного веса проективных покрытий миндалья низкого по элементам рельефа.

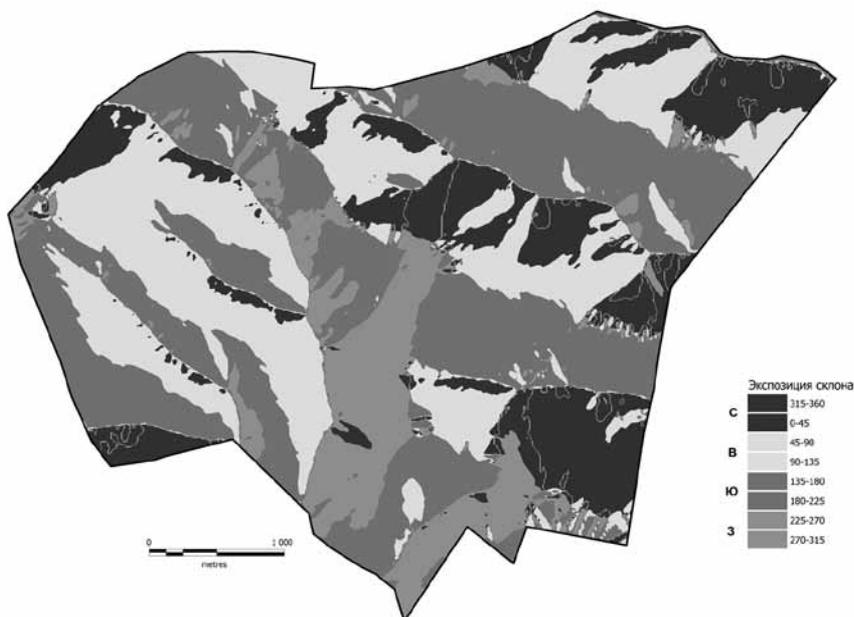


Рис. 28. Карта экспозиций склонов, построенная на основе ЦМР.

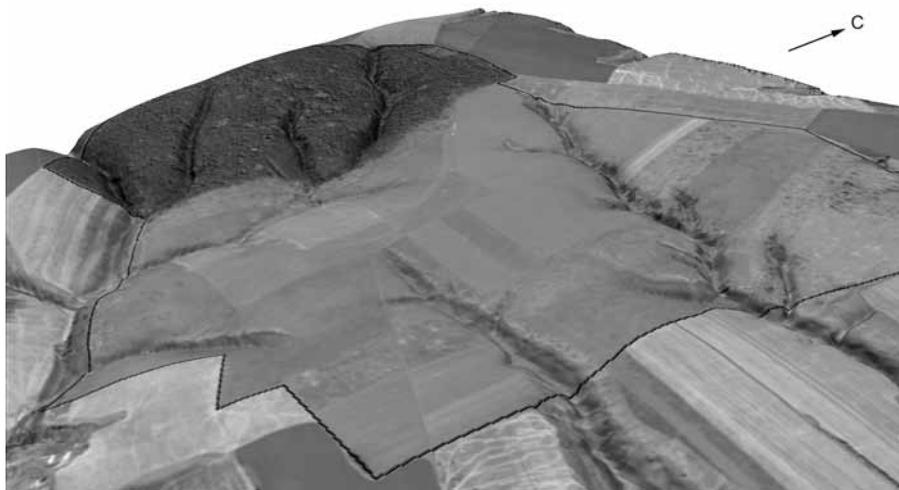
ровано распределение площадей проекций крон как по  $45^\circ$ -, так и по  $90^\circ$ -градусным секторам экспозиций склонов.

Учитывая экологию степного кустарника, вполне логична констатация его приуроченности к склонам южной экспозиции, что наглядно представляют трехмерная модель местности с обозначенными на ней местами произрастания миндаля (рис. 29) и гистограммы распределения проективных покрытий (рис. 30–31).

Как показывает рисунок 30, из склонов, ориентированных на юг, в наибольшей степени заселены миндалем склоны логов Ю-ЮЗ экспозиции, где вид занимает площадь около 7 га, что составляет 54.0% от общей суммы проекций крон, в отличие от склонов ЮВ-Ю экспозиции, на которые приходится только 19.6%. При сравнении восточных и западных склонов первые почти вдвое превосходят вторые по заселенности миндалем. На склонах северной экспозиции вид практически не произрастает (рис. 31).

### ВЫВОДЫ:

1. Построена ЦМР территории Казацкого участка ЦЧЗ, которая послужила основой для генерации полиномиальных покрытий основных морфометрических параметров рельефа и позволи-



*Рис. 29. ЦМР, драпированная космоснимком Google и полигональным слоем проективных покрытий миндаля низкого.*

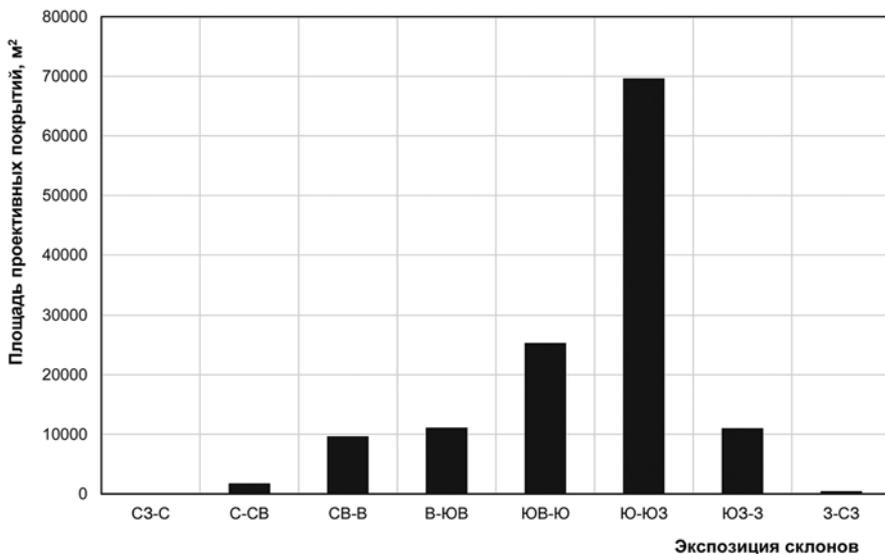


Рис. 30. Гистограмма распределения проективных покрытий миндаля низкого по экспозициям (секторы 45°)

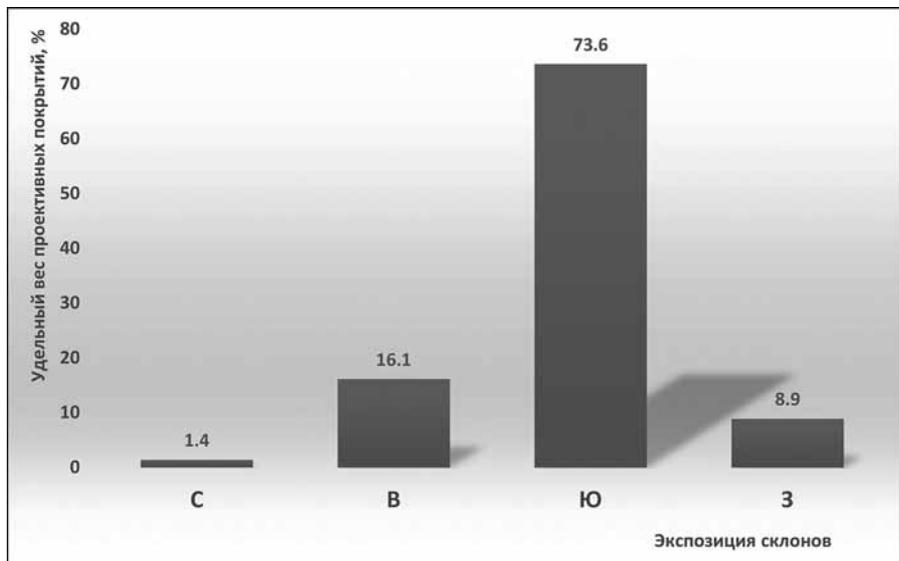


Рис. 31. Гистограмма распределения удельного веса проективных покрытий миндаля низкого по экспозициям сторон света.

ла проанализировать в зависимости от них пространственную структуру популяции миндаля низкого.

2. Рассмотрены некоторые методические аспекты корректного преобразования растровых сетевых поверхностей в векторные слои и анализа площадных объектов.
3. В наибольшей степени заселены миндалем низким участки местности с высотами над уровнем моря от 206 до 218 м. Выявлен также еще один незначительный локальный максимум в диапазоне от 184 до 198 м над у.м., на который приходится 12.5% от общей суммы площадей проекций крон.
4. Создана карта элементов рельефа Казацкого участка на основе крутизны склонов и рассчитаны их площади. Установлено, что миндаль отдает предпочтение склонам средней крутизны и крутым склонам, где формирует устойчивые полночленные группировки и на которые приходится около 80% площадей проективных покрытий вида.

Наиболее оптимальные экотопы для произрастания миндаля низкого – склоны с крутизной от 5 до 18°, при этом максимальное проективное покрытие вида характерно для уклонов местности от 6 до 8°.

5. Около 74% проективных покрытий миндаля отмечается для склонов, ориентированных на юг, из которых в наибольшей степени заселены склоны логов Ю-ЮЗ экспозиции, где вид занимает площадь около 7 га, что составляет 54.0% от общей суммы проекций крон.

## ЧАСТЬ II

### Точечные объекты

Для демонстрации метода пространственного анализа распределения точечных объектов на основе ЦМР воспользуемся результатами картирования популяции лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) на Стрелецком участке ЦЧЗ (ур. Дуброшина, Соловьятник, Дедов-Веселый и Петрин лес), выполненного авторами в 2008-2009 гг. (рис. 32).

Для каждого одиночного экземпляра (или куста) лещины с помощью персонального GPS-навигатора Garmin (серии GPSMap

или OREGON) определялись географические координаты для формирования массива путевых точек, которые впоследствии вместе с атрибутивной информацией переносились в ГИС MapInfo Professional. В ходе перечета определялись следующие таксационные и биометрические характеристики каждого растения: происхождение, периметр (диаметр) на высоте груди, высота, жизненная форма, число стволов в кусте, возраст, жизненное состояние, плодоношение (цветение), диаметр кроны. Кроме того, большинство особей лещины было сфотографировано, полученные изображения были связаны в ГИС с соответствующими точками обнаружения вида.

Методика пространственного анализа распределения точечных объектов, которыми являются особи лещины, по морфометрическим параметрам местности имеет свои отличительные особенности, которые поэтапно рассмотрены ниже.

1. Перенос путевых точек с GPS-навигатора в среду ГИС MapInfo одним из многочисленных способов, например, используя

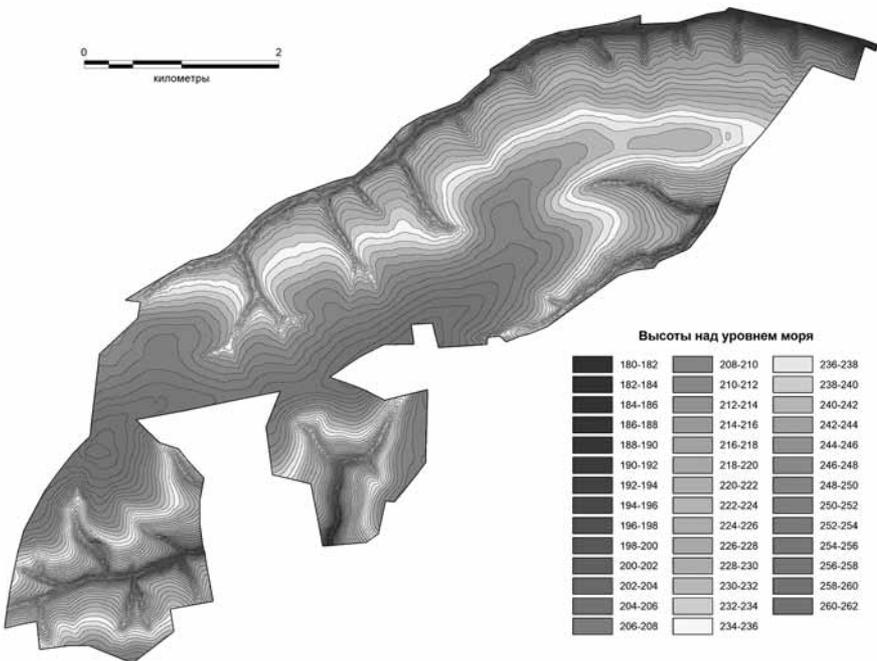


Рис. 32. Схема расположения обследованных лесных урочищ на Стрелецком участке ЦЧЗ.

Global Mapper. При этом преобразовывать систему координат WGS84 в одну из картографических проекций не обязательно.

2. Этап редактирования точечных объектов отсутствует.
3. Создание ЦМР Стрелецкого участка выполнялось так же, как и для Казацкого, т.е. на основе оцифрованных с топокарты (М 1 : 10 000) горизонталей и последующего преобразования их узлов в трехмерный массив точек (рис. 33). Учитывались также отметки высот тригонометрических пунктов (пунктов триангуляции), расположенных в районе заповедника.

*При построении ЦМР за основе узлов горизонталей изначально используются уже интерполированные данные, размещенные в криволинейном порядке на определенном расстоянии друг от друга (в нашем примере основной шаг горизонталей составляет 1 м, на отдельных участках – 2 м), что определяет плавные очертания форм рельефа на цифровой модели. В большинстве случаев такой точности быва-*



*Рис. 33. Цифровая модель рельефа Стрелецкого участка ЦЧЗ, построенная на основе оцифрованных горизонталей.*

ет достаточно для выполнения морфометрического анализа. Однако при проведении детальных научных исследований, например, почвенных, для которых лимитирующим фактором является микрорельеф, подобные ЦМР непригодны. В таких случаях применяют высокоточную геодезическую съемку при помощи лазерных тахеометров с последующей привязкой к местности или фазовых приборов спутникового позиционирования с дифференциальной коррекцией сигналов (в реальном времени либо в режиме постобработки). Первый метод успешно применяется при съемке рельефа местности в условиях плохого приема спутниковых сигналов (например, в лесных экосистемах), когда GPS(ГЛОНАСС)-приборы показывают низкую эффективность. Второй – более предпочтителен при съемке в открытой местности.

При использовании любого из указанных методов обычно формируется виртуальная равномерная «пикетажная» сеть с определенным шагом, величина которого при съемке контролируется картографом по дисплею прибора. При наличии локальных микроуглублений или мочковозвышений в таких местах осуществляется запись дополнительных точек (рис. 34).

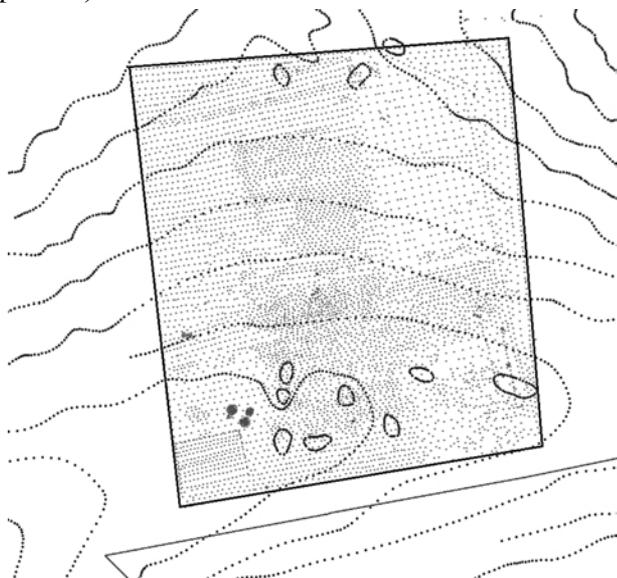


Рис. 34. Два типа данных для создания ЦМР участка Стрелецкой степи с различным уровнем детальности.

Оба метода инструментальной детальной съемки рельефа нашли применение при проведении научных исследований на Стрелецком участке заповедника.

В июне 2006 г. И.А. Благовидовым с помощью лазерного тахеометра выполнена съемка микрорельефа первого некосимого участка Стрелецкой степи площадью 6.4 га (рис. 35). На основе этих данных в среде ГИС получен сетевой файл рельефа и построены изолинии территории. Перепад высот между самой высокой (юго-западный угол участка) и самой низкой (северо-западный угол участка) составил около 5 м, а в абсолютном выражении, соответственно, 254 и 249 м. На рисунке 36 показана растительность участка на фоне полигональных контуров изолиний участка, проведенных через 0.3 м.

С 12 июня по 4 июля и с 25 по 27 ноября 2013 г. Д.Н. Козловым выполнена геодезическая съемка косимого участка Стрелецкой степи площадью около 16 га, непосредственно примыкающего к первому некосимому, с целью построения детальной ЦМР района установки на метеостанции заповедника станции экологического мониторинга.



Рис. 35. Аэрофотоснимок (с вертолета) территории первого некосимого участка Стрелецкой степи, 5.08.2005 г.

Фото – В.В. Викторов.

Картирование выполнялось с помощью высокоточной картографической GPS (ГЛОНАСС)-системы геодезического класса – двух двухчастотных фазовых приемников *Stopex S9 GNSS*, один из которых был установлен на метеостанции заповедника «Стрелецкая степь» и являлся референционной станцией, второй (мобильный или ровер) принимал от нее поправки в реальном времени через радиомодем. Точность определения местоположения составила  $\pm 1$  см для широты и долготы и  $\pm 2$  см для высоты над уровнем моря. Д.Н. Козловым осуществлена координатная привязка данных съемки И.А. Благовидова и сформирован единый массив точек для построения ЦМР (см. рис. 34).

Рисунок 37 демонстрирует сравнение двух фрагментов ЦМР, полученных по данным оцифровки горизонталей и инструментальных съемок. На детальной ЦМР отчетливо просматривается характерная для целинной степи блюдчато-бугорковая структура микрорельефа, которая более наглядно проявляется при визуализации рельефа с оттенением (светотеневой отмывкой) (рис. 38).

Д.Н. Козловым на основе дополнительной обработки детальной ЦМР выявлено продольное чередование микропонижений и микровышений Стрелецкой степи в направлении понижения абсолютных вы-



Рис. 36. ЦМР территории и отображение на ее фоне растительности первого некосимого участка Стрелецкой степи.

Фото – В.В. Викторов.

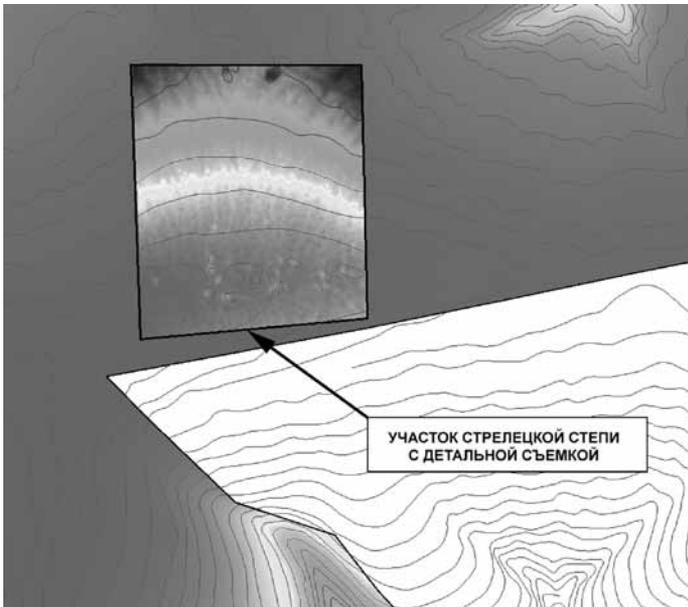


Рис. 37. Сравнение двух фрагментов ЦМР, полученных по данным оцифровки горизонталей и инструментальных съемок.

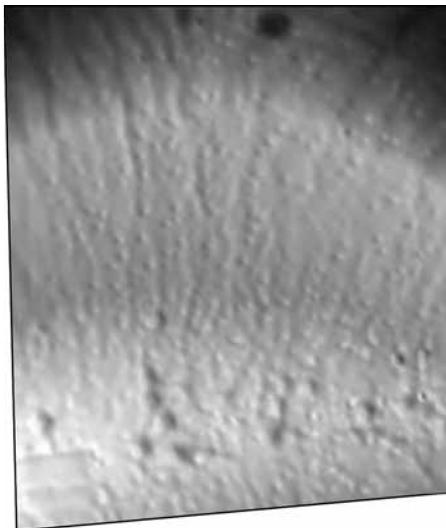
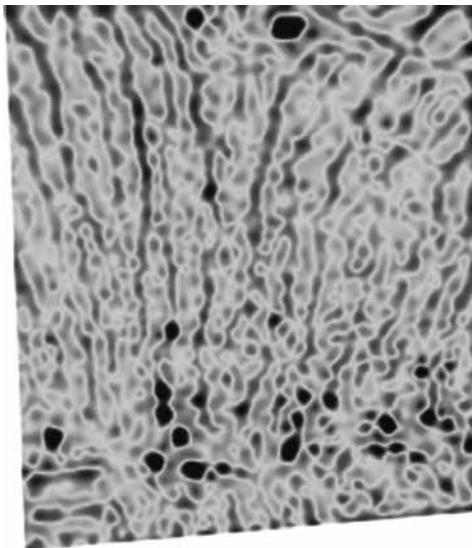


Рис. 38. ЦМР участка Стрелецкой степи со светотеневой отмывкой микрорельефа. Составитель – Д.Н Козлов, 2013.

сот (рис. 39), что позволило определить наиболее репрезентативные точки отбора почвенных образцов. В частности, удалось установить пространственную приуроченность разных типов чернозема к элементам микрорельефа.

4. Построение на основе ЦМР полигональных гипсометрических уровней, диапазонов контуров уклонов и экспозиций склонов осуществлялось также при помощи модуля Contour Vertical Mapper.
5. Автоматическое распределение точек обнаружения экземпляров лещины обыкновенной по диапазонам высот над уровнем моря, уклонов и экспозиции склонов выполнено с помощью географических операторов, осуществляющих выборки данных при выполнении соответствующих SQL-запросов MapInfo Professional. Итоговые таблицы также были экспортированы в MS Excel для построения гистограмм распределения особей орешника по отдельным морфометрическим параметрам рельефа.

*Может возникнуть закономерный вопрос – зачем изучать распределение точек обнаружения объекта по гипсометрическим уровням*



*Рис. 39. Структура микрорельефа участка Стрелецкой степи с продольным расположением блюдца и бугорков в направлении понижения абсолютных высот. Составитель – Д.Н Козлов, 2013.*

ЦМР, если современные портативные навигаторы кодового типа умеют сохранять в памяти высоту над уровнем моря каждой из них? Все дело в точности ее определения. Как известно, ошибка вычисления высоты местоположения, как правило, на порядок больше, чем у плановых координат и может составлять 10-20 и более метров, особенно в сложных условиях, например, под пологом леса. Поэтому каким-либо образом анализировать переданные с таких приборов числовые массивы высот не имеет смысла.

Рассмотрим пример одного из вариантов пространственного анализа объектов точечного типа на основе ЦМР.

Исходными данными являются таблица с полигональными объектами, извлеченными из растровой ЦМР (в нашем примере гипсометрических уровней) и точечная таблица с координатами мест обнаружения лещины (рис. 40).

Для разности мест обнаружения кустарника по высотным уровням использовался географический оператор Contains, при помощи которого

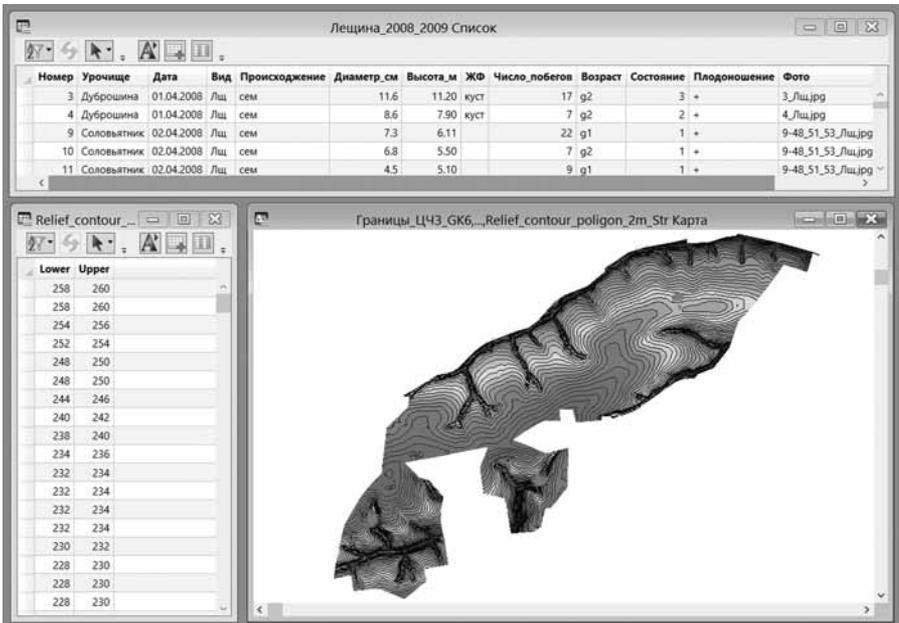


Рис. 40. Исходные данные в табличной и графической формах для изучения распределения особей лещины по диапазонам высот в дубравах Стрелецкого участка ЦЧЗ.

осуществлялась выборка точек, заключенных в границы определенного полигона. В нашем примере с помощью данного оператора сформирован подзапрос в поле SQL-запроса «С условием». После его выполнения запущен на исполнение основной запрос, указанный в поле «Выбрать колонки». На рисунке 41 приведен полный SQL-запрос и результат его действия.

Визуализация распределений с построением гистограмм осуществляется таким же образом, как и в обзоре раздела методики применительно к полигональным объектам.

## ВЫВОДЫ:

1. Построена ЦМР территории Стрелецкого участка ЦЧЗ, которая послужила основой для генерации полиномиальных покрытий основных морфометрических параметров рельефа и позволила проанализировать в зависимости от них пространственную структуру популяции лещины обыкновенной.
2. Растения данного вида произрастают на участках местности, расположенных на высоте над уровнем моря от 194 до 260 м (71% из них – на высоте от 222 до 238 м) (рис. 42А).
3. Сводное распределение по уклонам местности является бимодальным (рис. 42Б). В нем выделяются два максимума: первый

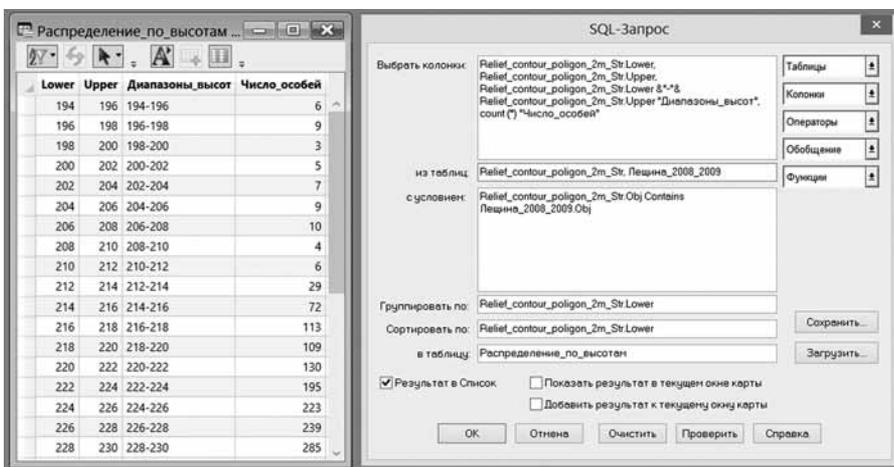


Рис. 41. Осуществление распределения особей лещины по диапазонам высот при помощи SQL-запроса.

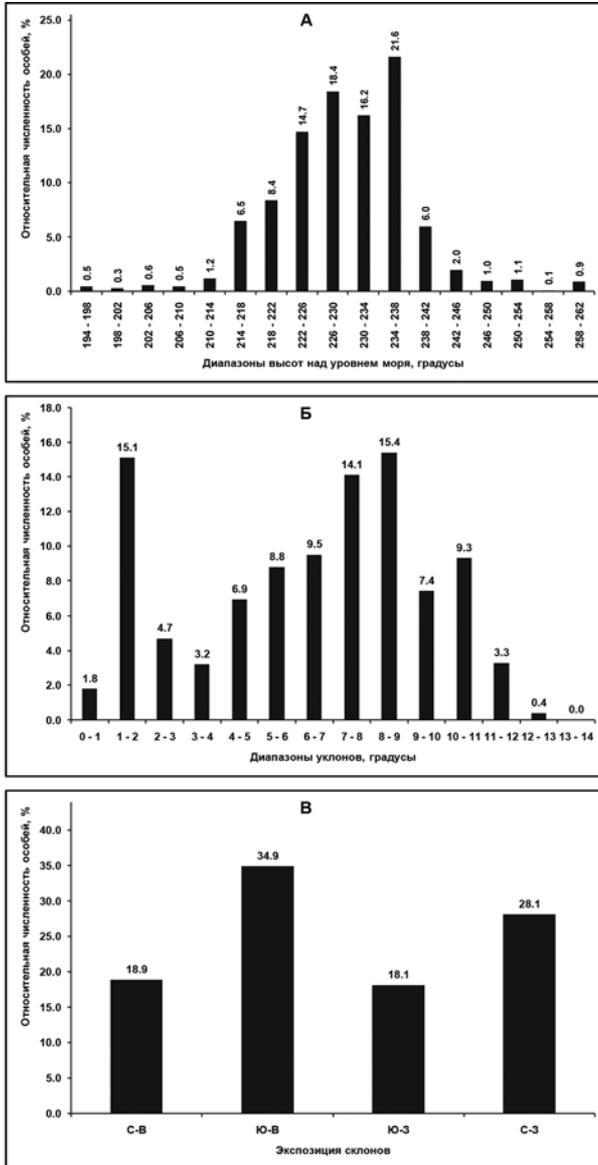


Рис. 42. Сводное распределение лещины в урочищах Стрелецкого участка ЦЧЗ по диапазонам: высот над уровнем моря (А), уклонов местности (Б), экспозиции склонов (В).

с уклоном 8–9° характеризует типичное для лесов заповедника и преобладающее распространение лещины по склонам балочной системы (ур. Дедов-Веселый, Дуброшина); второй с уклоном 1–2° обусловлен тенденцией расселения вида из логов на водоразделы (ур. Дуброшина, Соловьятник), а также расширением площади произрастания существовавших ранее популяций на плакорах (ур. Петрин лес, частично Дуброшина). На современном этапе лещина одинаково успешно развивается как в байрачных условиях, так и на водоразделах.

4. Строгой закономерности во встречаемости орешника на склонах определенной экспозиции не выявлено (рис. 42В). Несколько большие предпочтения вид отдает экотопам, ориентированным в северо-западном и юго-восточном направлениях, что, впрочем, может быть связано с более значительным их удельным весом в морфометрической структуре рельефа (в сумме на склоны указанных экспозиций приходится около 60% территории Стрелецкого участка ЦЧЗ).

Подробный обзор результатов ГИС-картографирования в 2008–2009 гг. популяции лещины обыкновенной в лесных экосистемах Стрелецкого участка ЦЧЗ с пространственным анализом на основе ЦМР опубликован ранее (Рыжков, Рыжкова, 2010б).

### **Заключение**

В статье представлены некоторые методические приемы пространственного анализа геоданных полигонального и точечного типов в зависимости от морфометрических параметров местности.

Приведены результаты изучения на основе инструментальных средств ГИС MapInfo Professional пространственной структуры крупнейшей в Курской области популяции вида из региональной Красной книги – миндаля низкого (Казацкий участок ЦЧЗ) по материалам картографирования 2012–2013 гг. (полигональные данные), а также популяции типичного неморального вида подлеска – лещины обыкновенной (Стрелецкий участок ЦЧЗ) по материалам картографирования 2008–2009 гг. (точечные данные). Показаны особенности распределения особей и зарослей видов по орографическим элементам местности. Построены цифровые модели рельефа различной степени детальности, на основе которых изучен

характер заселения видами территорий участков (преимущественно логов, частично плакоров) в зависимости от высоты над уровнем моря, крутизны и экспозиции склонов.

### Литература

1. Красная книга Курской области. Т. 2. Редкие и исчезающие виды растений и грибов / Отв. ред. Н.И. Золотухин / Составители: Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Игнатов М.С., Полуянов А.В., Попова Н.Н., Прудников Н.А., Сошнина В.П., Филатова Т.Д. Тула, 2001. 168 с.
2. Мананкова Т.И. Краткий курс лекций по геоморфологии (для студентов заочного отделения). Горно-Алтайск, 2009. 184 с.
3. Рыжкова Г.А., Рыжков О.В. Сравнительная характеристика популяций *Amygdalus nana* в местообитаниях с различной степенью антропогенного воздействия // Исследования по Красной книге Курской области: Матер. науч.-практ. конф. (Курская обл., Курский р-н, пос. Заповедный, март 2006 г.). Курск, 2006. С. 101-105.
4. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Картирование популяций миндаля низкого в Октябрьском и Курском районах Курской области // Исследования по Красной книге Курской области. Вып. 2. Курск, 2010а. С. 115-124.
5. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Изучение динамики распространения лещины обыкновенной на Стрелецком участке Центрально-Черноземного заповедника с использованием методов GPS и ГИС // Геоинформационное картографирование в географии и геоэкологии: сборник статей / Воронежский государственный университет. Воронеж: Изд-во «Истоки», 2010б. С. 67-86.
6. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. Картирование популяций миндаля низкого на территории проектируемого биосферного полигона «Степной» Центрально-Черноземного заповедника и лога Колодного в Курском районе Курской области // Флора и растительность Центрального Черноземья — 2012: Матер. науч. конф. (г. Курск, 6 апреля 2012 г.). Курск: Курский гос. ун-т, 2012а. С. 89-93.
7. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А. GPS-картографирование популяций миндаля низкого на участках Центрально-Черноземного заповедника Баркаловка и Букреевы Бармы в 2011 году // Геоинформационное картографирование в регионах России: матер. IV (заочной) Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 15 ноября 2012 г.). Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2012б. С. 105-110.
8. Рыжков О.В., Рыжкова Г.А., Рыжков Д.О. Обзор новых возможностей версии 11.5 ГИС MapInfo Professional для создания карт проективных покрытий растительности на основе слайдов // Флора и растительность Центрального Черноземья — 2013: Матер. межрегион. науч. конф. (г. Курск, 6 апреля 2013 г.). Курск, 2013. С. 138-140.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ, ПОЛУЧАЕМЫХ БЕЛОРУССКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ, В ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»**

*<sup>1</sup>Сипач В.А., <sup>1</sup>Семенов О.А., <sup>2</sup>Люштык В.С., <sup>1</sup>Вяльцев В.Н., <sup>1</sup>Волонцевич Д.Г.*

<sup>1</sup>УП «Геоинформационные системы», Беларусь, Минск,

<sup>2</sup>ГПУ «НП «Нарочанский», Беларусь, Нарочь

Национальный парк (НП) «Нарочанский» создан Указом Президента Республики Беларусь № 477 от 28 июля 1999 года. Решением Миноблсполкома от 26 июня 2001 года № 457 он был переименован в Государственное природоохранное учреждение (ГПУ) «Национальный парк «Нарочанский».

Основными задачами ГПУ «НП «Нарочанский» являются:

- сохранение природного комплекса Нарочанской группы озер как исторически сложившегося ландшафта и генетического фонда растительности и животного мира, типичного для Нарочанского региона;
- организация экологического просвещения и воспитания населения;
- проведение научных исследований, связанных с разработкой и внедрением в практику научных методов сохранения биологического разнообразия, изучением природных объектов и комплексов;
- разработка и внедрение в практику научных методов охраны природы и природопользования;
- сохранение культурного наследия (объекты этнографии, археологии, истории, палеонтологии и др.);
- организация рекреационной деятельности;
- ведение комплексного хозяйства на основе традиционных методов и передовых достижений природопользования.

Для решения поставленных перед НП задач, а также для успешного управления особо охраняемыми природными территориями на

современном уровне требуется интеграция существующих знаний о функционировании экосистем различного пространственного уровня, пересмотр принципов организации информационного обеспечения природоохранной деятельности, расширение его содержания. Реализация всех этих задач наиболее перспективна в рамках развитых геоинформационных систем с поддержкой данных получаемых с систем дистанционного зондирования Земли космического базирования, что позволит повысить оперативность и охват территории исследования и контроля в лесоустройстве, туризме, лесной и биологической науке и охране окружающей среды в целом.

ГПУ «Национальный парк «Нарочанский» расположен в северо-западной части Минской области на территории Мядельского (96 %) и частично Вилейского районов (2 %), на территории Поставского района Витебской области (1,7 %) и на территории Сморгонского района Гродненской области (0,3 %). Общая площадь НП составляет 97,3 тыс. га, протяженность с севера на юг – 34 км, с запада на восток – 59 км. Площадь земель, переданных в постоянное пользование ГПУ «Национальный парк «Нарочанский», составляет 66,8 тыс. га, или 68,7 % от всей территории. Остальные земли в границах НП (31,3 %) находятся в ведении других землевладельцев и землепользователей. Основными землепользователями этой категории земель являются 16 сельскохозяйственных и других организаций. Вокруг НП создана охранный зона на площади более 40 тыс. га.

В границах НП расположено 143 населенных пункта общей численностью населения 24,2 тыс. человек, включая к.п. Нарочь и г. Мядель.

Особым достоянием НП являются водные экосистемы, включающие 43 разнотипных озера общей площадью 16 548 га, что составляет около 17 % территории парка, водотоки (реки, ручьи) протяженностью около 80 км, рыбоводные пруды [1].

Группа Нарочанских озер (Нарочь, Мястро, Баторино) является природным ядром национального парка и важным социально-экономическим звеном в структуре административной единицы – Мядельского района. Озера расположены на северо-западе страны и принадлежат бассейну реки Неман. Согласно агроклиматическому районированию, она располагается в пределах западной подобласти Северной умеренно-теплой, влажной области.

Для территории НП «Нарочанский» свойственно разнообразие форм рельефа и связанное с ним перераспределение поверхностного стока, накладывающегося на пеструю литологическую оболочку. Основные типы почв следующие: дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерновые заболоченные, торфяно-болотные, пойменные [1].

Естественная растительность представлена лесами, болотами, лугами. В геоботаническом отношении территория парка относится к Нарочано-Вилейскому геоботаническому району подзоны дубово-темнохвойных лесов. Для лесов района (лесистость 39 %) характерно преобладание сосновых и елово-сосновых насаждений, распространены также южно-таежные и широколиственно-еловые леса с примесью дуба (чистых дубрав мало), также распространены производные березовые, осиновые, сероольховые, в долинах рек – коренные черноольховые и пушисто-березовые леса. Лесные массивы сосредоточены в юго-восточной и восточной частях территории, где они приурочены в основном к зандровой равнине [2].

Территория имеет достаточно сложную ландшафтную структуру. Здесь преобладают холмисто-моренно-озерные ландшафты, в северо-западной, северной и центральной частях парка распространены уникальные для территории республики камово-моренно-озерные ландшафты, в южной части находятся озерно-аллювиальные ландшафты [3].

В районе оз. Нарочь функционирует более 20 крупных санаторно-курортных учреждений, баз отдыха и пионерлагерей [2].

Сохранение устойчивого развития природных экосистем для поддержания и регулирования хода естественных природных процессов невозможно без всестороннего учета текущего состояния экосистем, анализа и моделирования, происходящих и возможных в них изменений, с использованием современных компьютерных технологий, обеспечивающих сбор, обобщение, обработку и представление всей многообразной информации необходимой для эффективного ведения природоохранной деятельности, а также систем обеспечивающих оперативной и на большие территории информацией.

Одним из таких инструментов являются географические информационные системы (ГИС), которые стали использоваться эколо-

гами, природо- и ландшафтоведами непосредственно со времени своего возникновения. Так, первый проект, выполненный с помощью, появившейся более 40 лет назад системы ARC/INFO, был связан с ведением лесного хозяйства и лесной охраной [4]. С тех пор число проектов и исследований по природоохранной тематике, выполненных с помощью ГИС, возросло многократно и достигло десятков тысяч.

ГИС – это система, предназначенная для хранения и управления географической информацией, ее анализа и отображения. Она включает в себя базу географических данных, а также наборы инструментальных средств для работы с этими данными. То есть ГИС не хранят карты в общепринятом смысле, но имеют дело с данными, организованными в базу данных, из которых с помощью программного инструментария, являющегося частью ГИС, можно создать картографическое представление, оптимальное для каждой конкретной задачи.

В настоящее время в рамках выполнения задания Государственной программы развития системы особо охраняемых природных территорий на 2008-2014 годы на территорию парка была создана географическая информационная система. В ее состав входят разнообразные базы данных:

- топографическая основа;
- земельная информационная система;
- лесотаксационное повидельное описание;
- редкие виды растений и животных;
- водные ресурсы;
- историко-культурные ценности;
- туристско-рекреационная инфраструктура и др.

Основная цель ГИС ГПУ «НП «Нарочанский» – хранение, обновление и обработка информации о состоянии природных экосистем и качестве окружающей среды в регионе, оперативное обеспечение актуальной и прогнозной информацией о состоянии лесных территорий, информационная поддержка управленческих решений при разработке и проведении природоохранных мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов, обеспечению естественного формирования лесных ландшафтов и сохранению биоразнообразия природных комплексов ГПУ «НП «Нарочанский».

При проведении научных исследований на территории парка сбор первичных наземных данных производится с применением современных GPS-приборов геодезического уровня. Однако в связи с обширностью территории такие исследования не могут одновременно покрывать всю территорию, а только модельные и типичные участки.

Социальная инфраструктура в Нарочанском регионе динамично развивается, что связано с функционированием и развитием курортной зоны, модернизацией автомобильных дорог, изменениями структур севооборотов сельскохозяйственных предприятий при интенсификации ведения сельского хозяйства, ведением земле- и лесопользования. Поэтому ведение мониторинга и контроль за данной ситуацией учет многочисленных изменений, влияющих на природные комплексы и объекты, является задачей сложной, трудоемкой и дорогостоящей, но необходимой.

Основной недостаток классических методов исследований и наблюдений за территорией заключается в необходимости содержания большого штата научных и технических сотрудников, что в условиях современного социально-экономического развития Беларуси неосуществимо. Поэтому ввиду территориальной обширности объектов исследования и наблюдения дистанционный мониторинг является наиболее эффективным средством наблюдения и дистанционного сбора данных об их состоянии [5]. На помощь в такой ситуации приходят современные системы космического базирования.

Преимущества дистанционных методов исследования — это высокая степень интегрирования информации во времени и пространстве, возможность одновременного отслеживания множества параметров природной среды, доступность для анализа не точечной, а пространственной информации. Исследования динамики природных процессов базируются на использовании совокупности разновременных снимков на одну и ту же территорию, и на космическом мониторинге [6].

Оценка экологических факторов, необходимых для мониторинга состояния и динамики природных экосистем, в региональных масштабах в течение периодов от нескольких лет до десятилетий очень трудна или невозможна методами текущего картографирования и обследования (инвентаризации) [7]. Данные дистанционного

зондирования (ДДЗ) дают наилучшую практическую возможность получать необходимую информацию для пространственных и временных масштабов.

Получаемая информация с систем космического базирования может быть с легкостью внедрена в имеющиеся программно-аппаратные комплексы мониторинга за экосистемами ООПТ, т.к. данные поступающие с летательного аппарата, проходят первичную обработку (привязываются данные целевой аппаратуры в заданную систему координат и проекцию по данным интегрированной навигационной системы), а выходные форматы данных являются общераспространенными.

22 июля 2012 года в 9 часов 41 минуту по минскому времени с космодрома Байконур был осуществлен запуск Белорусского космического аппарата, в кластере из пяти космических аппаратов – вместе с российским космическим аппаратом «Канопус-В», российским МКА-ФКИ («Зонд-ПП»), немецким ТЕТ-1 и канадским ADS-1В и выведен ракетой космического назначения «Союз-ФГ» с разгонным блоком «Фрегат» на орбиту.

Запуск Белорусского космического аппарата, входящего в состав Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли, а также российского «Канопус-В» и создание на их основе белорусско-российской орбитальной группировки предоставили уникальную возможность белорусским пользователям получать оперативную информацию с группировки спутников для решения задач охраны природы.

Полученные результаты исследований точностных характеристик изображений БКА позволяют рекомендовать использование снимков для картографических целей в масштабном ряду от 1:10000 и мельче, а также удовлетворяют требованиям к геометрической точности топографических карт масштаба 1:25000 (табл. 1).

УП «Геоинформационные системы» поставили в парк 8 комплектов (панхроматическое+мульспектральное) изображений космической съемки его территории (табл. 3). Все изображения прошли радиометрическую и геометрическую коррекцию и ортотрансформированы в систему координат WGS-84. На сегодня вся территория парка покрыта панхроматическими и мультиспектральными изображениями со спутников БКА и Канопус-В (табл. 2).

Таблица 1

**Основные характеристики целевой аппаратуры БКА**

Полоса захвата, не менее:	
- панхроматическая съёмочная система (ПСС)	23 км
- многозональная съёмочная система (МСС)	20 км
Геометрическое разрешение:	
-ПСС	2,1 м
-МСС	10,5 м
Спектральный диапазон	
-ПСС	0,54-0,86 мкм
-МСС	0,46-0,52 мкм 0,51-0,60 мкм 0,63-0,69 мкм 0,75-0,84 мкм

Таблица 2

**Информация о снимках БКА**

№ п/п	ID снимка	Спутник	Дата съёмки	ПСС	МСС
1	190768	Канопус–В	18.04.2013	+	–
2	190769	Канопус–В	18.04.2013	–	+
3	190900	БКА	28.02.2014	+	–
4	190901	БКА	28.02.2014	–	+
5	190588	Канопус–В	05.04.2014	+	–
6	190589	Канопус–В	05.04.2014	–	+
7	190815	БКА	25.04.2014	–	+
8	190843	БКА	25.04.2013	+	–
9	235730	БКА	23.07.2014	–	+
10	235731	БКА	23.07.2014	+	–
11	235797	Канопус–В	26.07.2014	+	–
12	235798	Канопус–В	26.07.2014	–	+
13	271790	Канопус–В	30.09.2014	+	–
14	271791	Канопус–В	30.09.2014	–	+
15	271794	БКА	11.09,2014	+	–
16	271794	БКА	11.09.2014	–	+

Из полученных изображений созданы базы геоданных и наборы данных мозаик панхроматических и мультиспектральных изображений БКА, которые являются подготовленными для прямого интегрирования в ГИС «Нарочанского парка».

Для проведения дешифрирования изображений с БКА и Канопус-В использовался программный комплекс ENVI 4.8.

Предварительное тематическое дешифрирование проводилось с использованием неконтролируемой классификации. В последующем после проведения полевого эталонирования результатов предварительного тематического дешифрирования изображения обрабатывают с использованием контролируемой классификации. Исходные изображения представлены в формате GeoTIFF с координатной привязкой в системе координат WGS 84 N35. Выходные классифицированные изображения сохранялись в формате GeoTIFF, что позволяет напрямую их интегрировать в ГИС «Национального парка «Нарочанский» и проводить в ArcGIS анализ результатов дешифрирования совмещая их с растровыми и векторными данными собранными сотрудниками парка.

В ходе исследований с использованием методов визуального и автоматизированного дешифрирования, а также проведенного полевого эталонирования, были получены следующие результаты дешифрирования изображений БКА, а также российской спутниковой системы Канопус-В (аналог БКА).

*Батиграфическое картирование.* Озеро Нарочь – самое большое озеро на территории Республики Беларусь. Полимиктический водоем с низкой степенью водообмена. Котловина подпрудного типа. Берега преимущественно низкие, песчаные или супесчаные, в отдельных местах крутые и абразивные.

Подводная часть котловины устроена сложно. Дно озера относительно ровно в литоральной части, преимущественно кварцево-песчаное заилинное, на глубинах – сапропели и озерные илы. Глубина до 2 м составляет ориентировочно 17% площади водоема, до 5 м – 36%, свыше 20 м – 1,8 м. Центральная, глубоководная часть котловины (ложе озера) характеризуется сочетанием поднятий с глубинами 7-8 м и многочисленными понижениями с глубинами 15-18 м. Максимальные глубины приурочены к Гатовской ложбине.

Площадь зеркала озера составляет 79,6 км<sup>2</sup>, длина – 12,8 км, ширина – максимальная/средняя – 9,8 км/6,2 км.

Значительная глубина и площадь озера, общая вытянутость котловины в направлении преобладающих ветров создают условия для интенсивного гидродинамического перемешивания. Об этом свидетельствует высокий (8,8) показатель открытости, обеспечивающий сильное влияние ветров, образование больших волн и прибоя вблизи высоких берегов. В связи с этим литоральная часть озера испытывает значительные трансформации из года в год, что приводит к изменению показателей ее глубины на различных участках озера. Проведение постоянных крупномасштабных батиметрических съемок в целях мониторинга прибрежной полосы довольно дорогостоящее, трудозатратное мероприятия, и сильно растянутое по времени, поэтому использование современных средств дистанционного зондирования Земли позволяет отслеживать изменения прибрежной зоны озера и выдавать показатели глубин одновременно на весь водоем.

В рамках проведенного исследования проводилась оценка возможности использования изображений БКА для распознавания различных элементов литоральной части озера.

Исходным материалом для определения батиметрических характеристик водоема является карта глубин озера Нарочь (рис. 1).

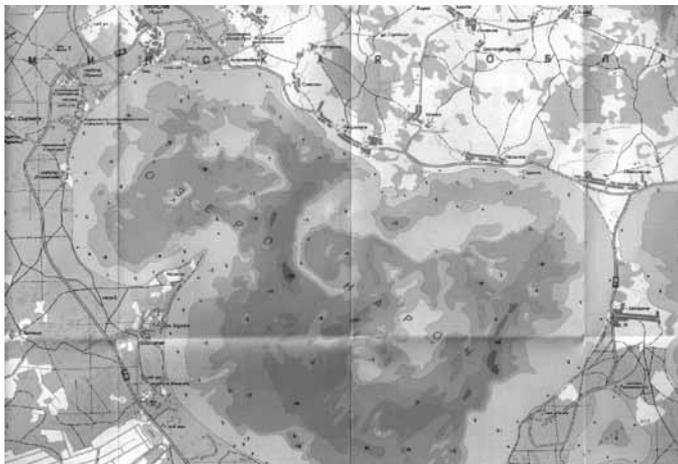


Рис. 1. Карта глубин озера Нарочь

При проведении дешифрирования выявлена возможность разделять различные участки литоральной части озера. Полученные данные были соотнесены с картой глубин водоема и выявлена корреляция.

В красном канале БКА (0.63-0.69) четко видна граница верхней литорали озера Нарочи до 2 м (рис. 2). Ниже ничего не выявляется.

В зеленом канале БКА (0.51-0.6 мкм) видна вся литораль до глубины 5 м и луды расположенные в различных частях водоема (рис. 3).

*Гидрография и гидрология водоемов и водотоков.* Гидрографическая сеть территории Национального парка «Нарочанский» рассматривается как совокупность взаимосвязанных водотоков и водоемы, выходов подземных вод (родников), мелиоративных объектов. Все они относятся к бассейнам рек Неман (Виляя), Западная Двина (Дисна) и, соответственно, к бассейну Балтийского моря.

В связи с тем, что территория парка обширна, имеет функциональное зонирование и заболоченные территории, изучение и мониторинг гидрографических и гидрологических показателей во-



*Рис. 2. Озеро Нарочь в красном канале БКА (0.63-0.69 мкм).*



*Рис. 3. Озеро Нарочь в зеленом канале БКА (0.51-0.6 мкм).*

дотоков и водоемов затруднен, использование данных дистанционного зондирования позволяют интенсифицировать исследования в данных направлениях.

Примером таких исследований может являться река Нарочь.

Река Нарочь (Нарочанка) – единственная, вытекающая из самого крупного в Беларуси одноименного озера, протекает в Мядельском и Вилейском районах Минской области (Беларусь), правый приток р. Вилии. По территории Национального парка «Нарочанский» протекает в его южной части преимущественно в заповедной зоне на протяжении 12,7 км (17 % от общей протяженности) (рис. 4) [5].

По территории парка река протекает в заболоченной местности, что затрудняет ее изучение и контроль за ее состоянием.

К тому же, большая часть реки и ее водосбора находится в заповедной зоне (рис. 5), что ограничивает возможность проведение крупномасштабных исследований и создание полноценной мониторинговой инфраструктуры.

В такой ситуации данные дистанционного зондирования Земли позволяют оценивать выше указанные параметры без необходимости нахождения непосредственно на объекте исследования (рис. 6).

На изображении истока реки Нарочь от 18 апреля 2014 года в ближнем ИК можно четко проследить границы водотока и то что он уже освобожден от льда в сравнении с озером Нарочь.

По изображениям БКА возможна оценка следующих гидрографических и гидрологических параметров водоемов и водотоков:

- морфометрических характеристик водных объектов и водосборов: площади водоемов, площади водосборов, длина и максимальная ширина водоемов и водотоков;
- морфологических характеристик водосборов: озерность, заболоченность, распаханность, лесистость, оледененность, урбанизированность.
- русловые процессы;
- фазы водного режима: половодье, паводки, межень, ледостав, ледоход и др.

*Мониторинг состояния мелиоративной сети.* В рамках полевых исследований 22-25 июля 2014 проводилось обследование участка мелиоративной сети возле деревни Проньки для определения ее состояния с одновременной мониторинговой съемкой этой территории с использованием БЛА (22 июля 2014 г.), спутников БКА (23 июля 2014 г.) и Канопус-В (26 июля 2014 г.) (рис. 7-9).

При сопоставлении данных полевых и аэрокосмических съемок выявлены изменения, произошедшие на отдельных участках объекта исследования, проявившиеся в движения водной растительности по водному зеркалу. Выявление участков мелиоративных сетей

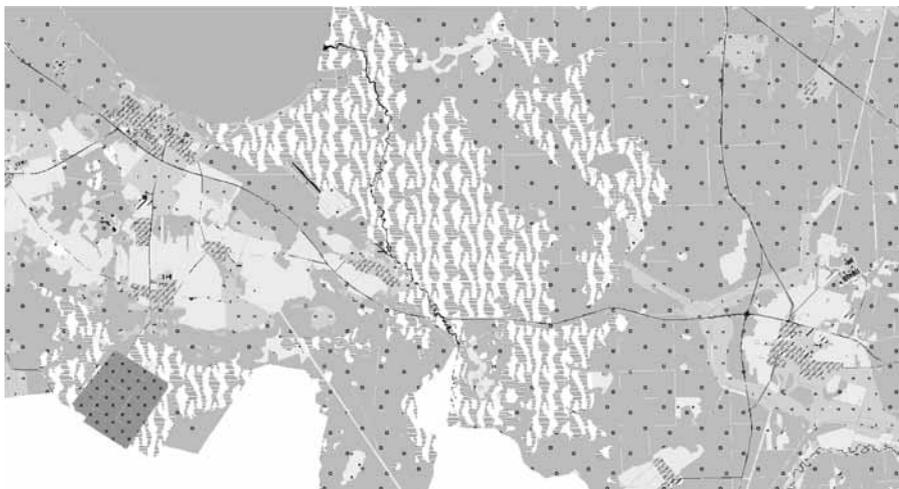


Рис. 4. Карта земель истока реки Нарочь

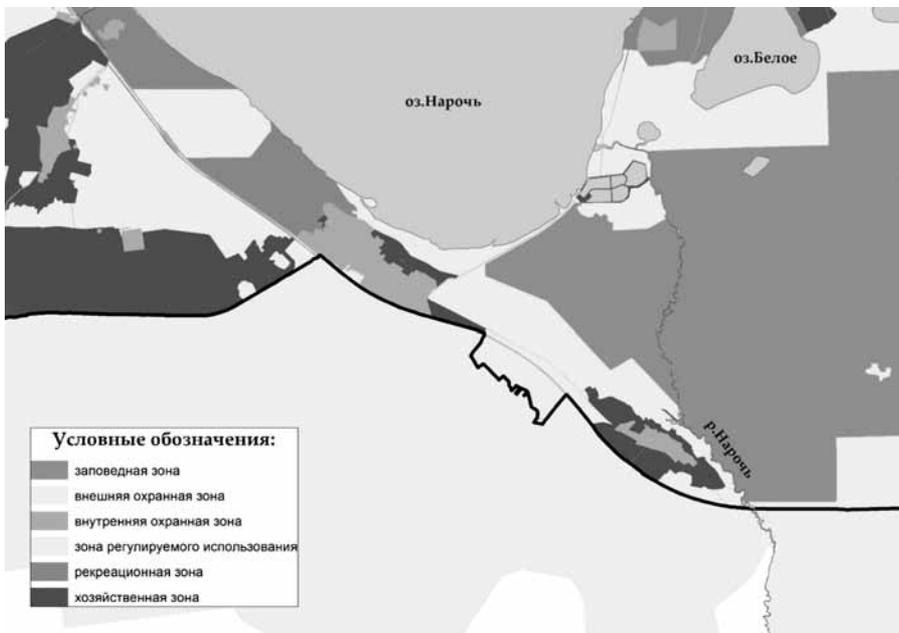


Рис. 5. Функциональное зонирование территории протекания реки Нарочь

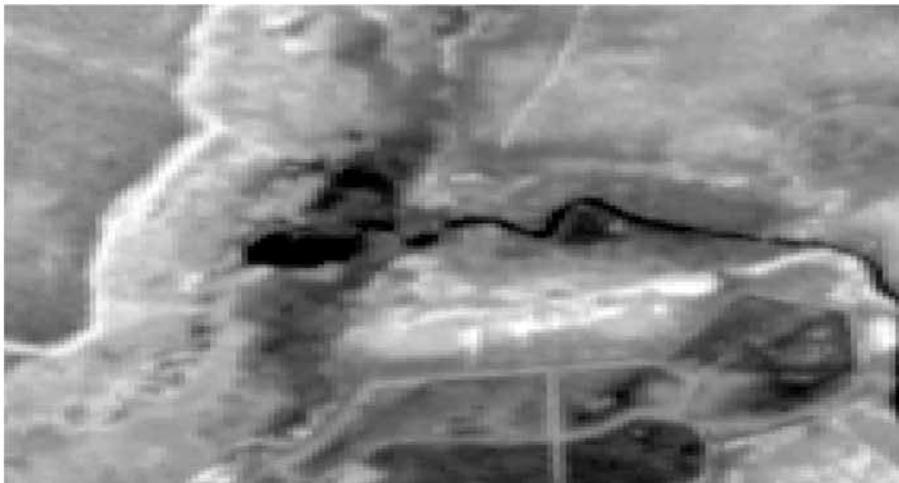


Рис. 6. Исток реки Нарочь. Космоснимок спутника «Канопус-В». Мультиспектральное изображение. Дата съемки 18 апреля 2013 г. 4 канал (Ближний ИК (0.75-0.84))

годах, обусловило принятие ряда природоохранных мер и, в частности, запрет на охоту на водоплавающую птицу. Возросшая ре-



*Рис. 7. Снимок участка мелиоративной сети  
возле деревни Проньки с БЛА 22.07.2014 г.*



*Рис. 8. Снимок участка мелиоративной сети возле  
деревни Проньки с БКА 23.07.2014 г.*

с зарастанием растительность имеет огромное значение, так как они приводят к замедлению движения воды в канал и изменяют ее гидрологический режим. С использованием разновременных изображений видна динамика их перемещения и места локализаций в водотоке.

*Мониторинг зарастания водной растительности озера Нарочь.* Церкариоз – сезонное заболевание, вызываемое попаданием на кожу церкариев – личинок паразитов водоплавающих птиц. Именно на мелководье, хорошо прогреваемом солнцем, создаются благоприятные условия для размножения данных личинок, которые способны свободно перемещаться в воде, скапливаться в прибрежной водной растительности и активно нападать на водоплавающих птиц и человека (рис. 63).

Проблема церкариоза в Нарочанском регионе возникла в конце 80-х годов прошлого столетия. Интенсивное развитие курортно-рекреационной зоны на побережье озера Нарочь, начавшееся в 60-х



*Рис. 9. Снимок участка мелиоративной сети  
возле деревни Проньки с Канопус-В 26.07.2014 г.*

креационная нагрузка, наряду с чрезвычайно популярным среди отдыхающих прикормом птиц в пляжных зонах, привели к формированию синантропной популяции птиц, некоторые из них (кряква, отдельные виды чернети, чирков и гоголей) являются носителями шистосомной инвазии. Заросшие надводной растительностью участки курортной зоны озера являются удобным местом укрытия птиц и благоприятными биотопами для обитания легочных моллюсков – промежуточных хозяев шистосом.

Поэтому мониторинга за зарастанием озера Нарочь играет огромную роль как для предотвращения развития этого заболевания, так и для развития туризма. Зная участки зарастания водоема водной растительностью и динамику их развития можно планировать мероприятия по уменьшению распространения церкариоза путем скашивания прибрежной растительности.

В ближнем инфракрасном диапазоне наблюдаются максимальные значения коэффициентов отражения для растительности. Обусловлены они особенностями внутреннего строения листьев и связанными с ним очень высокой пропускной и отражательной способностью, при очень низком поглощении энергии. Ярусность, многослойность, высокая биомасса приводят к высоким значениям коэффициентов отражения. Низкие значения коэффициентов отражения в синей и красной зонах спектра и высокие в зеленой и ближней ИК являются характерной особенностью спектральных кривых растительности.

Используя 4 канал БКА (ближний инфракрасный 0.75-0.84 мкм) можно четко выделить участки озера Нарочь покрытые водной растительностью. Они выглядят на изображении более яркими участками (выше альbedo) (рис. 10).

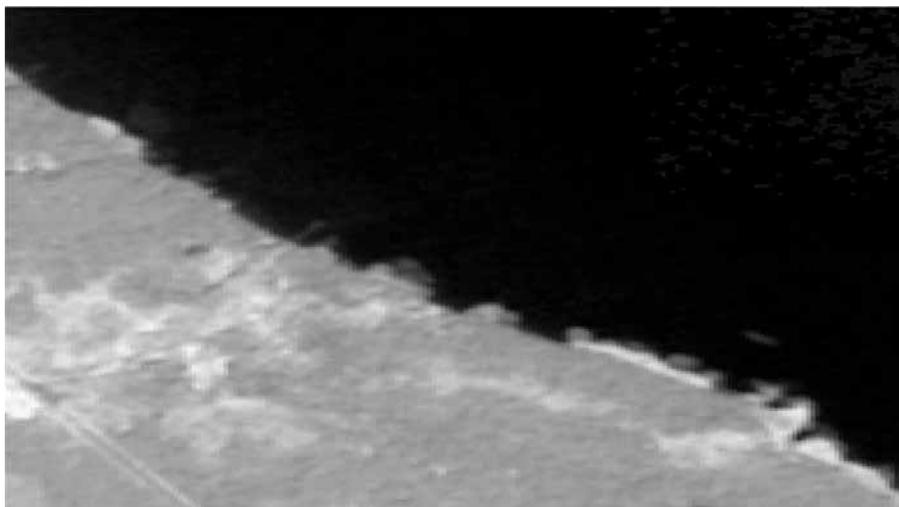
*Мониторинг изменений земельного кадастра.* Земельный кадастр – созданная на базе первичных, юридически однородных земельных участков актуальная информационная система, содержащая запись разных видов правовых, экономических и пространственных характеристик этих участков, координаты, площади и виды земель, права, ограничения и обязанности на землю и другие объекты недвижимости, стоимость участка и т. д.

Ведение государственного земельного кадастра обеспечивается проведением геодезических и картографических работ, почвенных,

геоботанических и других обследований и изысканий, инвентаризацией и оценкой земель, осуществлением государственного кадастрового учета земельных участков, регистрацией прав на земельные участки и другими землеустроительными мероприятиями. В Кодексе Республики Беларусь о земле (статья 143-1) также декларируется, что земельные участки, расположенные на территории Республики Беларусь, независимо от форм собственности и целевого назначения подлежат обязательному государственному кадастровому учету, а права на них и сделки с ними – обязательной государственной регистрации.

В процессе хозяйственного использования земельного фонда в его распределении, составе землепользований и видов земель, качестве и продуктивности земель происходят соответствующие изменения, поэтому актуализация сведений является основной задачей текущего земельного кадастра. При текущем кадастре, как правило, определенные действия по измерению и детальному обследованию проводятся не на всей территории, а лишь на той ее части, где произошли изменения. Практически различия между основным и текущим кадастром в настоящее время постепенно сглаживаются.

Для национального парка «Нарочанский», который имеет сложную структуру земель и собственности на нее, так как его территория



*Рис. 10. Водная растительность в 4 канале БКА (БИ 0.75-0.84 мкм).*

является национальной курортной зоной, изменения, происходящие в земельном кадастре, на его территории, играют важную роль для его нормального функционирования и принятия управленческих решений.

С использованием изображений БКА можно осуществлять мониторинг земельного кадастра на территорию парка путем сравнения двух разновременных изображения. Ниже приведен пример с изменением участков застройки в курортном поселке Нарочь.

На земельно-информационной системе парка 2010 года мы видим зарегистрированные земельные участки (рис. 11). На публичной кадастровой карте 2014 года видим добавленные новые земельные участки. На изображениях БКА и Канопус-В за 18.04.2014 г. и 23.07.2014 г. видна стройка нового дома и дом который построен, но отсутствует на кадастровой карте (рис. 12-14).

### Литература

1. Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. Выпуск 1. – Мн.: Белорусский дом печати. 2006. – 268 с.
2. Отчет о научно-исследовательской работе «Корректировка проектов водоох-

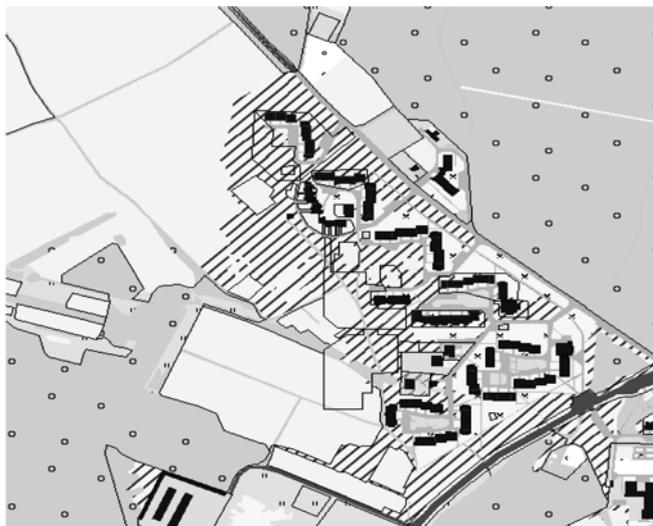
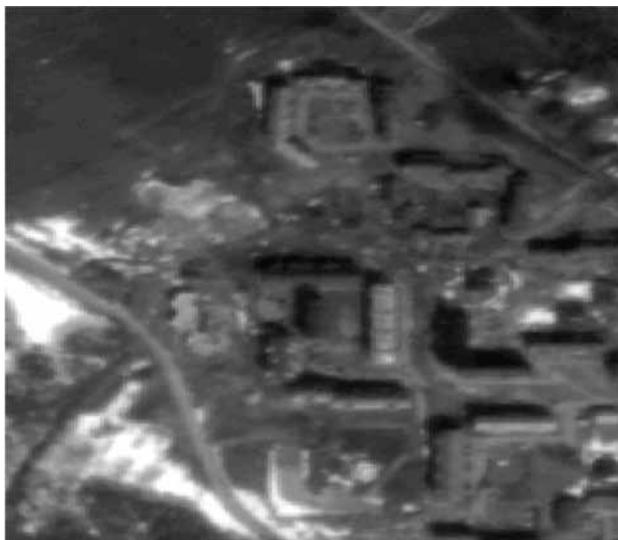


Рис. 11. ЗИС парка 2010 г.



*Рис. 12. Публичная кадастровая карта территории парка*



*Рис. 13. Снимок Канопус-В (панхроматический канал) 18.04.2014*



*Рис. 14. Снимок БКА (панхроматический канал) 23.07.2014*

ранных зон и прибрежных полос озер Мядельского района Минской области». Руководитель работы Б.П. Власов. – 24с.

3. Энциклапедыя прырода Беларусі ў 5 тамах.Т.2./Беларуская Савецкая Энциклапедыя: Галоўны рэдактар І.П.Шамякін. – Мн.: БелСЭ, 1983.
4. Сипач В.А., Кравчук В.Г., Тупицина Н.Б. Геоинформационные технологии в природоохранной деятельности Национального парка «Беловежская пушча». //Дистанционное зондирование природной среды: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21-23 ноября 2006 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: И.И. Пирожник [и др.]; науч. ред. Ю.М. Обуховский. – Минск: РИВШ, 2006. – С. 79-81.
5. БАК – современный способ сбора данных и проведения мониторинговых исследований на территории ООПТ/ В.А. Сипач [и др.] // Современные технологии в деятельности ООПТ : матер. науч.-практ. конф. – Нарочь : ООО «Аль Пак», 2014. – С. 139–140.
6. Космический мониторинг в ландшафтно-экологических исследованиях / Розенберг Г.С. [и др.] // Изв. Самар. НЦ РАН 2012. Том 14 № 1. С. 9-14.
7. Применение геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования для мониторинга особо охраняемых природных территорий Беларуси / В. А. Сипач, Ж. А. Шуляк // Мониторинг и оценка состояния растительного мира: матэрыялы Міжнароднай навуковай канферэнцыі, прысвечанай 80-годдзю Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі (Мінск - Нарач, 22-26 верасня 2008 г.). - Минск: Право и экономика, 2008. - С. 112-114.

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО АТЛАСА «ФАКТОРЫ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ АГРОЭКОТУРИЗМА В БРЕСТСКОЙ И ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТЯХ»**

*Токарчук С.М., Токарчук О.В., Трофимчук Е.В., Вахильчук А.О.*

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

За последние десятилетия в Беларуси агроэкотуризм получил значительное развитие и становится одним из самых массовых видов туризма. Согласно Указу Президента Республики Беларусь от 2 июня 2006 г. № 372 «О мерах по развитию агроэкотуризма в Республике Беларусь» агроэкотуризм – это временное пребывание граждан Республики Беларусь, иностранных граждан и лиц без гражданства (агроэкотуристов) в сельской местности, малых городских поселениях в целях получения услуг в сфере агроэкотуризма (таких как предоставление жилых комнат для размещения агроэкотуристов, обеспечение агроэкотуристов питанием, организация познавательных, спортивных и культурно-развлекательных экскурсий и программ и др.), оказываемых субъектом агроэкотуризма для отдыха, оздоровления, ознакомления с природным потенциалом республики, национальными культурными традициями без занятия трудовой, предпринимательской, иной деятельностью, оплачиваемой и (или) приносящей прибыль (доход) из источника в месте пребывания.

Агроэкотуризм содействует охране природы и природных ресурсов – это посещение природных и сельских территорий, где одной из основных целей выступает быть ближе к природе, познакомиться с новыми природными явлениями, животными и растениями.

Специалисты и эксперты индустрии агроэкотуризма, а также собственно агроэкотуристы нуждаются в достоверной и комплексной информации, отражающей рекреационные ресурсы и степень развития туристской инфраструктуры Беларуси и отдельных ее регионов. Несмотря на то, что подобной информации в последнее время появляется достаточно много, ее представление характеризуется рядом недостатков. Наиболее серьезными из которых являются,

разрозненность информации при описании отдельных территорий (областей, районов и т.д.), а также отсутствие значительного количества разностороннего качественно выполненного картографического материала. Устранение данных недостатков туристской информации может быть достигнуто путем создания тематических атласов (как печатных, так и электронных), для отдельных регионов Беларуси, которые включали бы не только карты и картосхемы, но и иллюстративно-графический, табличный, текстовый и другой материалы.

В настоящее время существует большое разнообразие определений понятия электронный атлас. В данном случае под электронными атласами следует понимать информационную систему структурированной, индексированной картографической и иной пространственной информации, созданной для интерактивной, ознакомительной, аналитической и другой работы с цифровыми пространственными базами данных.

Следует отметить, что специализированных комплексных атласных проектов, предназначенных для развития агроэкотуризма, в настоящее время в Беларуси не существует. Таким образом, существует острая необходимость разработки атласного обеспечения туристской отрасли, которое бы всесторонне отражало рекреационный и туристский комплекс региона и служило источником получения достоверной информации специалистам в вопросах принятия решений и организации сферы агроэкотуризма.

Одним из первых опытов создания электронных тематических атласов для целей развития агроэкотуризма явился атлас «Факторы и особенности развития агроэкотуризма в Брестской и Гродненской областях» (далее Атлас) (рисунок 1). Данный атлас создавался при выполнении инициативы «Геоинформационная система развития агроэкотуризма в Брестской и Гродненской областях», осуществляемой Могилевским отделом ОО «Белорусское географическое общество» в рамках проекта USAID «Местное предпринимательство и экономическое развитие», реализуемого ПРООН.

Создание Атласа базируется на опыте белорусского, российского и международного комплексного картографирования социально-экономических, природных и экологических процессов. При разработке атласных систем использованы методы геоинформатики

и тематического картографирования, представленные в научных трудах А.М. Берлянта, А.В. Кошкарева, И.К. Лурье, В.С. Тикунова, А.Н. Чумаченко и др. При обосновании структуры атласа, а также выборе критериев для картографирования географических факторов развития агроэкотуризма в регионе теоретической и методологической основой работы послужили труды белорусских (И.И. Пирожника, Г.А. Потаева и др.), российских ученых (В.С. Пре-



Рисунок 1 – Фрагмент титульной страницы Атласа

ображенного, А.Ю. Александровой, Ю.А. Веденина и др.), а также зарубежных исследователей (Д. Гетса, Д. Пейджа и др.), работы данных авторов посвящены рекреационной географии и географии туризма, развитию экологического и сельского туризма. Основными методами являются: картографический, геоинформационный, сравнительно-географический.

Информационную базу исследования составили литературные описания, статистические и картографические данные. Источниками информации послужили статистические данные Национального статистического комитета Республики Беларусь картографические материалы печатных атласов, учебников, энциклопедий, монографий и т.д. Также использовались материалы научных конференций и семинаров, веб-порталов, статьи научных журналов, авторефераты диссертаций и др.

Практическая значимость работы заключается в создании комплексной тематической электронной атласной системы, позволяющие рассмотреть особенности и перспективы развития агроэкотуризма в пределах Брестской и Гродненской областей. Результаты работы могут быть использованы органами самоуправления при создании и реализации программ содействия развитию туристской деятельности в сельской местности. Карты и другой материал Атласа могут использоваться для информирования организаций и населения об основных особенностях развития агроэкотуризма в пилотном регионе. Атлас может применяться в учебном процессе ВУЗов при чтении лекций и выполнении лабораторных работ по курсам «Экотуризм», «Рекреационная география», «Научные исследования в туризме», «Информационные технологии в туризме» и др., в ходе написания курсовых и дипломных работ.

Концептуальная схема основных этапов создания электронных атласов, разработанная авторами в результате реализации нескольких электронных атласных систем представлена на рисунке 2.

Он включает семь основных этапов, которые различаются по продолжительности, типу работ, временным и трудовым затратам.

Этап **«Определение проблемы»** (цели создания атласа). Электронные атласные системы могут создаваться для различных целей: обеспечение учебного процесса по учебным дисциплинам, визуализация и распространение картографических данных, отражающих

какую-либо проблемную ситуацию, обеспечение управления отдельными видами деятельности и т.д.

При создании электронных атласов наиболее простыми их типами являются описательные атласы, и атласы-копии. Под атласами-копиями понимается преобразование в электронные атласные системы печатных атласов, что чаще всего проявляется в ограничении картографируемой территории (например, преобразование атласа Беларуси в атлас области или района), либо создании специализированного атласа (например, геологического или атласа сельского хозяйства). Нередко электронные атласы являются завершающим этапом научного исследования. В таких атласах в наглядной форме представляются основные результаты исследования. Они являются достаточно сложным картографическим произведением с точки зрения внутренней структуры и рассчитаны на определенную аудиторию.

Представленный в настоящей работе атлас «Факторы и особенности развития агроэкотуризма в Брестской и Гродненской областях» является научно-популярным атласом-справочником. Он создан по результатам уже проведенного исследования.



Рисунок 2 – Основные этапы создания Атласа

Идея создания Атласа возникла в связи с накоплением большого количества картографического и иллюстративно-табличного материала в ходе выполнения инициативы «Геоинформационная система развития агроэкотуризма в Брестской и Гродненской областях», осуществляемой Могилевским отделом ОО «Белорусское географическое общество» в рамках проекта USAID «Местное предпринимательство и экономическое развитие», реализуемого ПРООН. Т.к. данный материал является актуальным для анализа особенностей и перспектив развития агроэкотуризма в пилотном регионе, позволяет рассмотреть пространственные особенности изменения факторов развития агроэкотуризма в регионе, а также дает возможность доступного информирования населения, государственных и общественных организаций о специфике агроэкотуристской деятельности в Брестской и Гродненской областях было решено оформить его в виде электронной атласной системы.

Этап «*Изучение возможностей*», включает рассмотрение следующих аспектов:

- 1) наличие данных;
- 2) наличие квалифицированных исполнителей;
- 3) поиск и анализ доступных программ верстки (как платных, так и бесплатных);
- 4) расчет необходимого для создания атласа времени;
- 5) оценка возможности внедрения в среду (домашнюю, студенческую, организаций и т.д.).

Изучение данных возможностей позволит заранее предусмотреть многие возникающие во время проведения цифрового атласного картографирования проблемы.

Для создания Атласа, было проанализирована возможность использования шести разных программ различных по функциональной нагрузке, практической значимости и наличию дополнительных возможностей (навигация, возможностью использования Атласа на ОС Windows, текстовые блоки, размер, возможность увеличивать, печать, копирование, др.), которые позволяют создавать электронный атласы в пяти разных форматах: \*.pdf, \*.exe, \*.chm, \*.html, \*.pdf.

Также на этапе изучения возможностей необходимо учитывать влияние на эффективность работ ряда объективных факторов. В

данном случае рассматривались особенности временных затрат на создание Атласа (т.к. Атлас создавался как результат выполнения гранта и его создание было ограничено во времени). Согласно проведенному анализу, наибольшие временные затраты, при реализации разработанной концепции Атласа должны были соответствовать созданию картографической продукции. Однако, учитывая то, что Атлас является второстепенным продуктом реализации проекта (основной продукт – географическая информационная система) и около половины, необходимого для Атласа картографического материала, было создано при реализации ГИС – риски, связанные с тем, что Атлас создается на заключительном этапе выполнения проекта (гражданской инициативы) – достаточно сильно снижаются.

Сбор предложений по реализации атласа «Факторы и особенности развития агроэкотуризма в Брестской и Гродненской областях» выполнялся путем привлечения экспертов в области агроэкотуризма и атласного картографирования, а также путем проведения анкетирования возможных пользователей (потенциальных агроэкотуристов).

Кроме того, области применения рассматривались не только для самого Атласа, но и для методики его создания, а также ГИС-проекта, сопровождающего формирование картографического содержания Атласа.

При оценке возможностей внедрения атласа «Факторы и особенности развития Брестской и Гродненской областей» рассматривались вопросы его применения в учебном процессе, причем для различного типа дисциплин («Экотуризм», «Рекреационная география», «Научные исследования в туризме», «Информационные технологии в туризме» и т.д.). В целом, в учебном процессе может применяться как информация, представленная в Атласе, так и методические и геоинформационные аспекты его создания.

Этап «Анализ» направлен на проведение оценки возможных проблем и изучение возможностей их решения. Возможно составление простого опросника как для создателей, так и перспективных пользователей атласа. Даже при подсчете соотношения простых ответов (да / нет / затрудняюсь ответить) можно проанализировать целесообразность его создания.

На данном этапе, во-первых, были проанализированы туристские и некоторые другие типы печатных и электронных атласов, а также особенности геоинформационных исследований туристского потенциала региона. На основании проведенного исследования, были выбраны наиболее подходящие для создаваемого Атласа, функциональные наборы. В частности, было принято решение о включении в содержание Атласа не только картографического и иллюстративно-табличного материала, но и текста, что позволяет пользоваться данным Атласом не только специалистам в области агроэкотуризма, но и практически любому человеку.

Этап **«Проектирование атласной системы»** представлен разработкой структуры атласа, а также выбором и обоснованием используемой технологической платформы создания Атласа. Данный этап является одним из наиболее важных, т.к. является основой для последующий двух этапов, наиболее продолжительных по времени. При наличии ошибок в структуре системы, способах создания атласа и т.д. данные этапы могут занять намного больше времени и средств, чем было запланировано первоначально.

Атлас «Факторы и особенности развития агроэкотуризма в Брестской и Гродненской областях» характеризуется сложной структурой как собственно тематического содержания Атласа, так и его составляющих компонентов.

В тематическом содержании в Атласе можно выделить две части: вспомогательную и основную.

Во вспомогательной части выделены следующие разделы: «Пояснительная записка», «Агроэкотуризм», «Концепция Атласа», «Источники данных», «Авторы», «Рецензенты».

Основная часть Атласа (т.н. собственно Атлас) включает 3 раздела.

В первом разделе «Общая характеристика пилотного региона» описаны данные о географическом положении, исторических особенностях формирования пилотного региона, природе, населении, промышленности, сельском хозяйстве и транспорте.

Второй раздел «Факторы развития агроэкотуризма в пределах административных районов» описывает природные факторы (ресурсы литосферы, гидросферы, биосферы, ландшафтов; особо охраняемые природные территории), социально-экономические факторы

(сельскохозяйственная освоенность; население, социальные факторы; экономические факторы; культурно-исторические ресурсы; инфраструктура) и экологические факторы.

Третий раздел «Особенности развития и современное состояние агроэкотуризма в регионе» описывает современные особенности туристской отрасли в регионе, историю развития агроэкотуризма в регионе, особенности размещения агроэкоусадеб в пределах пилотного региона и на территории административных районов.

Каждый из разделов Атласа имеет четкую структуру, некоторые из подразделов, исходя из содержания и количества представленного материала, делятся на пункты и подпункты. Все структурные составляющие атласа находятся на отдельной web-странице, что во многом упрощает работу с Атласом, т.к. сокращает объем страницы, а также позволяет быстро найти необходимые сведения, пользуясь картой сайта.

Наиболее сложной является структура раздела «Особенности развития и современное состояние агроэкотуризма в регионе», он включает 5 подразделов, последний из которых («Особенности размещения агроэкоусадеб на территории административных районов») состоит из двух пунктов («Брестская область» и «Гродненская область») и, соответственно, 16 и 17 подпунктов (число подпунктов равно числу районов в области).

В Атласе можно выделить следующие составные компоненты: (1) карты и картосхемы, (2) текстовый материал, (3) графики и диаграммы, (4) таблицы, (5) схемы, (6) фотографии.

В Атласе представлены более 120 карт и картосхем, которые являются каркасной основой большинства разделов Атласа, к которой, посредством использования текстовых описаний, привязывается весь остальной материал.

Выбор и проверка технологической платформы предусматривал ответы на следующие вопросы:

- 1) можно ли при необходимости вносить изменения в атлас, насколько это трудоемко и дорого;
- 2) можно ли будет добавить в систему желаемые пользователем функции;
- 3) можно ли создавать пользовательские атласы на базе создаваемого;

- 4) каково быстродействие атласа при запросах пользователя;
- 5) существуют ли проблемы работы с атласом на разных компьютерах и т.д.

Таким образом, для верстки Атласа была выбрана программа *WebProject* (программа для создания сайтов) для создания Атласа в формате *\*.html*, на основе учета нескольких основных факторов, таких как

- 1) сложность содержания Атласа,
- 2) необходимость дальнейшего периодического обновления Атласа,
- 3) работа с Атласом большого числа пользователей на различных компьютерах и программном обеспечении,
- 4) требование к быстродействию Атласа с учетом большого объема его содержания

Программа обладает большим функционалом и позволяет:

- 1) создавать структуру сайта (создавать страницы, разделы и виджеты с текстовой и графической информацией; наполнять страницы сайта текстом в формате *html*; меню и боковая панель формируются автоматически),
- 2) подключить изображения (возможность к любой странице, разделу или виджету подключить несколько изображений для создания галереи или группы ссылок для создания каталога; добавить новое изображение или ссылку с помощью специальных диалогов),
- 3) редактировать изображения (возможность вставить изображение из буфера обмена, откадрировать, изменить размер и подкорректировать яркость и контраст),
- 4) выбрать дизайн,
- 5) отредактировать шаблон сайта (несколько дизайнов страниц и задать отдельный дизайн для каждой страницы или раздела сайта),
- 6) возможность сбора сайта в специальную папку и хранение.

Этап **«Накопление данных»** включает различные виды работ в зависимости от типа атласа. Для простого атласа – это создание картографического материала, простых описаний, табличного, иллюстративного материала. Для исследовательского атласа – это в первую очередь разработка методики и проведение исследования, и только после этого происходит создание основных элементов атласа. Данный этап является самым продолжительным по времени,

и при его реализации крайне важно правильно оценивать необходимость данных и не перейти к накоплению лишних для атласа элементов.

Накопление данных для создания Атласа «Факторы и особенности развития агроэкотуризма в Брестской и Гродненской областях» зависело от раздела и его содержания. Например, в некоторых разделах текст является авторским, в других — заимствованный из энциклопедий, монографий, учебников и т.д. Кроме того, в первой части «Общая характеристика пилотного региона» текст является основой раздела, к которой привязываются все остальные компоненты, во втором разделе — дополнительным элементом (дополняет картографические элементы) и т.д.

Часть данных создавалась непосредственно в ходе реализации Атласа (составление описаний, оценочных карт, диаграмм, таблиц и т.д.), некоторые другие данные (например, картосхемы распределения агроэкоугодий в пределах районов Брестской и Гродненской областей) были получены в ходе реализации ГИС-проекта.

Этап «**Реализация**» предполагает:

- 1) создание основных элементов атласа (карт и картосхем, таблиц, графиков)
- 2) объединение созданных элементов в единую систему согласно разработанной структуре атласа;
- 3) верстку атласа в единую систему.

Последним этапом является **эксплуатация**. Для представленного Атласа возможно предложить следующие способы их использования:

- 1) карты и другой материал атласов может использоваться для информирования организаций и населения об основных факторах развития и размещения объектов агроэкотуризма картографируемых территорий,
- 2) на основе карт атласов возможно создание узкоспециализированных и локальных проектов согласно запросам пользователей;
- 3) экологическая информация атласов может периодически обновляться, что позволит проводить в дальнейшем анализ динамики представленных в них характеристик;
- 4) Атлас может использоваться в учебном процессе — при чтении лекций, выполнении лабораторных работ, написании кур-



совых и дипломных работ в университете, на уроках географии в школах и т.д.

Таким образом, при реализации атласа разработаны новые подходы к оценке туристско-рекреационного потенциала Брестской и Гродненской областей с использованием современных информационных технологий. В атласе приводится типология факторов развития агроэкотуризма в пределах пилотного региона, а также методика для оценки их влияния на основе количественных и качественных показателей. Проанализированы социально-экономические и экологические условия развития территориальной туристско-рекреационной системы. Разработано тематическое содержание карт, детально и комплексно характеризующих размещение и развитие агроэкотуризма в пределах Брестской и Гродненской областях, раскрывающих органам управления и потенциальным туристам основные экономические и экологические проблемы современного развития агроэкотуризма в регионе.

## **СОЗДАНИЕ ГИС РЕСПУБЛИКАНСКОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА «СПОРОВСКИЙ» ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*Новик О.И., Токарчук О.В., Токарчук С.М.*

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Одним из наиболее перспективных направлений в области геоинформационных систем (ГИС) в настоящее время является создание региональных и локальных ГИС, которые разрабатываются с целью создания пространственно-временной модели небольшой территории для выработки и принятия управленческих решений в различных областях деятельности. Это направление широко развивается в России и странах дальнего зарубежья, однако недостаточно представлено в Республике Беларусь.

В настоящее время в Беларуси наибольшее внимание уделяется разработке и созданию ГИС республиканского и макрорегионального уровня, основанных на использовании существующего картографического и статистического материала. Региональные и локальные ГИС, основой которых являются изучение территорий меньшего уровня (бассейны рек, особо охраняемые природные территории, города и т.д.) встречаются значительно реже. Таким образом, на современном этапе наиболее перспективным направлением в области использования геоинформационных систем является создание региональных и локальных ГИС-проектов на основе использования хорошо представленных пространственных данных крупных регионов и их территориальных единиц с последующим преобразованием информации применительно к другим, менее изученным территориям.

На основании вышесказанного, в настоящей работе была предпринята попытка разработки и создания локальной ГИС республиканского биологического заказника «Споровский» в пределах Березовского района для целей прикладных исследований.

Государственный биологический заказник «Споровский» общей площадью 11288 га образован в 1991 году в целях сохранения био-разнообразия уникальных низинных болот. Постановлением Со-

вета Министров Республики Беларусь от 23 февраля 1999 г. № 281 были расширены границы заказника и заказник переименован в Республиканский биологический заказник «Споровский». Он является первой территорией в Республике Беларусь, получившей 17 ноября 1999 г. международный статус охраны Рамсарского угодья. В настоящее время заказник расположен на территории Березовского, Дрогичинского, Ивановского и Ивацевичского районов Брестской области и занимает площадь 19384 га, из них 12376 га (63,8%) расположено в пределах Березовского района (рисунок 1). В заказнике произрастает 11 видов исчезающих растений, занесённых в Красную книгу Беларуси. Низинные болота заказника являются одним из крупнейших в Европе местообитаний глобально уязвимого вида – вертяхой камышевки.

Для проведения исследования использовалась базовая ГИС Березовского района, которая включает три основные части:

1. **Топографическая**, которая включала темы гидрографической сети, населённых пунктов, лесов и др. (таблица 1).
2. **Географическая**, которая включала физико-географические тематические карты (геоморфологическую, растительности, ландшафтов, природных районирований и др.).
3. **Тематическая**, которая включает созданные самостоятельно тематические карты (малые водосборы, плотность населения и др.).



Рисунок 1 – Республиканский биологический заказник «Споровский»

Таблица 1

**Схема организации данных цифровой топографической основы гидроэкологической ГИС бассейна средней реки Беларуси**

Вид	Тема		
	название	тип	атрибуты
Рельеф	Отметки высот	точечная	ID, высота над уровнем моря
Гидрография	Реки	линейная	ID, название, длина
	Каналы	линейная	ID, название, длина
	Озера	полигональная	ID, название, площадь, глубина
	Водохранилища	полигональная	ID, название, тип, основное назначение
Растительность	Леса	полигональная	ID
Населенные пункты	Города	полигональная	ID, название, статус, численность жителей
	Поселки городского типа	полигональная	ID, название, численность жителей
	Поселки сельского типа	полигональная	ID, название, численность жителей
Дороги	Железные дороги	линейная	ID, название
	Автомобильные дороги	линейная	ID, название, тип дороги
Административно-территориальное деление	Районы	полигональная	ID, название, площадь, область
	Области	полигональная	ID, название, площадь

С использованием базовой ГИС Березовского района для территории республиканского биологического заказника «Споровский» в пределах района была теоретически обоснована и разработана ГИС, включающая как картографический, так и аналитический материал. Кроме того, с использованием данной основы показана возможность проведения прикладных видов географических исследований

(на примере оценки трансформации гидрографической сети в современных границах Республиканского биологического заказника «Споровский» в XX веке).

Задачами прикладного ГИС проекта являлись:

- сбор и обработка растрового одномасштабного разновременного картографического материала района;
- разработка и создание топографической основы Берёзовского района;
- перевод в цифровую форму необходимых картографических изображений;
- оцифровка гидрографической сети одномасштабного разновременного картографического материала района;
- привязка тем, созданных с подложек разновременных карт, к единой основе;
- вычленение элементов гидрографической сети Республиканского биологического заказника «Споровский»;
- проведение типизации гидрографической сети республиканского биологического заказника «Споровский» по степени антропогенной преобразованности.

Исследование проводилось с использованием ГИС-пакета *ArcView GIS*. Для проведения исследования использовались два основных встроенных модуля *ArcView GIS: Geoprocessing* (Пространственные операции), который применяется для создания буферных зон, разбиения, пересечения, вырезания, объединения объектов разных тем и *XTools*, который используется для работы с цифровыми данными.

Создание ГИС республиканского биологического заказника «Споровский» проводилось с использованием модуля *Geoprocessing (Пространственные операции)*. В данном случае проводилось вырезание тем ГИС Берёзовского района по полигональной теме границы заказника в пределах района (рисунок 2).

С помощью модуля *Register and Transform Tool* производилось наложение границы и современной гидрографической сети заказника на скомпонованную растровую карту Берёзовского района 1930-х гг. (рисунок 3).

Для проведения анализа антропогенной преобразованности гидрографической сети Споровского заказника производилась

оцифровка гидрографии карты Берёзовского района 1930-х гг. с последующим наложением на тему современной гидрографической сети (рисунок 4).

В результате сравнительного анализа была произведена типизация участков гидрографической сети заказника по антропогенной преобразованности. Типизация водотоков производилась по

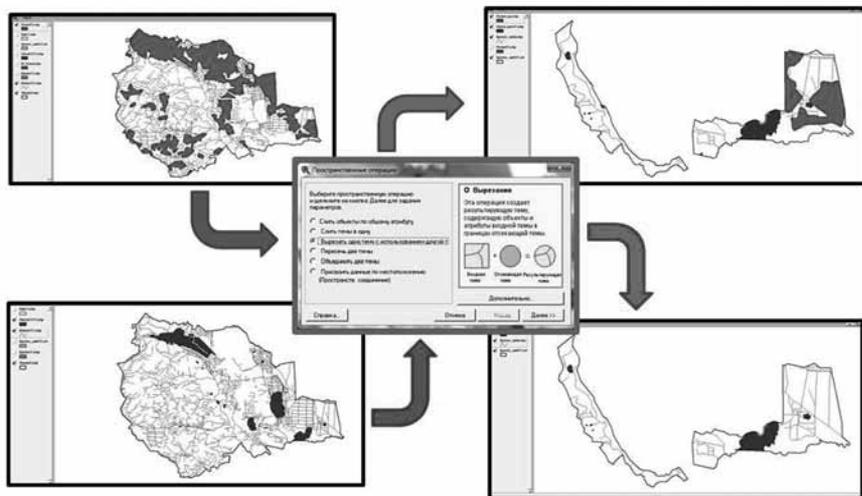


Рисунок 2 – Алгоритм создания ГИС заказника «Споровский»



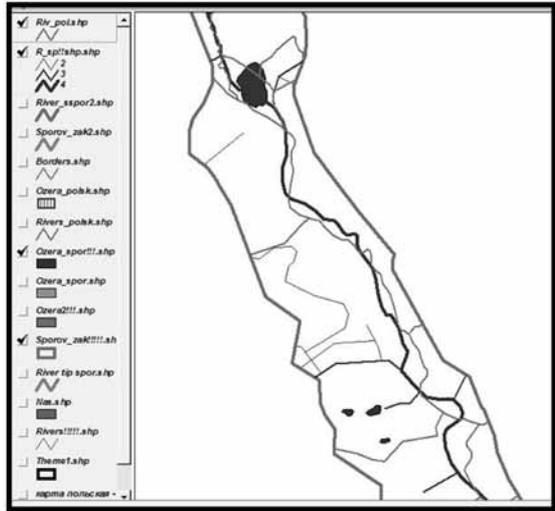
Рисунок 3 – Граница и современная гидрографическая сеть заказника на топографических картах 1930-х гг.

3 категориям: сохранившиеся участки, спрямленные участки, новые объекты.

Таким образом, в результате исследования для территории Республиканского биологического заказника «Споровский» была создана разновременная ГИС, позволяющая анализировать современное состояние гидрографической сети, основные изменения в ее структуре, проводить типизацию по степени антропогенной преобразованности ее элементов.

Результаты работы используются в учебном процессе в преподавании курсов «Гидрология» и «ГИС-технологии» на географическом факультете Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина.

Основными перспективами работы являются: предоставление разносторонних информационных услуг пользователям на основе созданной информационной системы; использование полученных данных для информирования государственных и общественных организаций и населения о состоянии водоемов и водотоков Березовского района и заказника «Споровский»; проведение на основе созданного ГИС-проекта дальнейших прикладных геоэкологических исследований.



*Рисунок 4 – Современная и старая гидрографическая сеть заказника «Споровский» в границах Берёзовского района (фрагмент)*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПЛАТФОРМЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ARCGIS ONLINE И СЕРВЕРНЫХ ТЕХНИЛОГИЙ ESRI ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГПУ «НП «НАРОЧАНСКИЙ»**

*<sup>1</sup>В.А. Сипач, <sup>2</sup>О.В. Шукейло, <sup>2</sup>А.А. Новиков, <sup>2</sup>О.С. Ежова, <sup>2</sup>А.Ч. Милько*

<sup>1</sup>УП «Геоинформационные системы»

<sup>2</sup>ГПУ «Национальный парк» Нарочанский»

Туризм является одним из ключевых направлений деятельности национального парка «Нарочанский». Территория парка характеризуется разнообразием экосистем и концентрацией уникальных природных и историко-культурных объектов и комплексов. Здесь расположена крупнейшая в республике курортная зона, которую ежегодно посещают более 100 000 туристов, и пролегает сеть туристических маршрутов [1].

На сегодняшний день на территории парка предлагают следующие виды туризма: рекреационный, лечебно-оздоровительный, познавательный, деловой, спортивный, этнический, религиозный и образовательный [2].

Наиболее развиты рекреационный (единственный курорт в Беларуси), лечебно-оздоровительный (14 государственных и 16 частных здравниц), познавательный (разнообразные экологические маршруты и экотропы), спортивный (проходят слеты юношеских спортивных и туристических организаций) туризм. А вот деловой, этнический, религиозный и образовательный представлены незначительно, поэтому для развития этих видов туризма, а также для продвижения туристических продуктов на рынок, считаем целесообразным использовать интерактивные карты на основе веб-сервисов и веб-приложений [3].

В рамках выполнения одного из заданий Государственной программы развития системы особо охраняемых природных территорий на 2008-2014 годы на территорию национального парка в 2011 г. была создана географическая информационная система (ГИС). В ее состав входят разнообразные базы данных:

- топографическая основа;

- земельная информационная система;
- лесотаксационное повидельное описание;
- редкие виды растений и животных;
- водные ресурсы;
- историко-культурные ценности;
- туристско-рекреационная инфраструктура и др. [7].

Эволюция развития ГИС национального парка за прошедшие годы динамична: благодаря партнерским отношениям с компаниями ESRI и ESRI CIS научный отдел располагает тремя стационарными лицензиями на эксплуатацию программного обеспечения ArcGIS for Desktop 10 Basic и модуль Spatial Analyst, а также серверный вариант уровня ArcGIS Server 10 (Advanced Enterprise) и ArcGIS for Desktop 10 Advanced [3].

Использование настольных, серверных и облачных продуктов компании ESRI позволяет быстро и эффективно создать туристские, туристско-навигационные, туристско-познавательные, эколого-просветительские и др. приложения и карты, доступные в сети интернет посредством настольных и мобильных устройств.

В 2012-2013 г. в рамках международного проекта «Культурные ландшафты: традиции для развития» была проведена масштабная работа по сбору, накоплению, анализу, систематизации и адаптации к демонстрации значительного пласта материала (в т.ч. воспоминания старожилов, энциклопедические данные, исторические очерки, картографический материал), характеризующего развитие историко-культурного ландшафта региона. Культурный ландшафт представляет собой неразделимый комплекс взаимосвязанных материальных природных и культурных компонентов и нематериального наследия [4].

Этот материал лег в основу комплексного субрегионального туристического маршрута «Дорогами Межозерья», охватывающего различные типы культурного ландшафта и материальные объекты природного и историко-культурного и религиозного наследия, расположенных на территории Национального парка «Нарочаснский», как типичного уголка Белорусского Поозерья.

Информационные текстовые и фотографические материалы категорировались и заносились в геоинформационную базу данных ГИС национального парка, работающую на платформе ArcGIS 10.

На основе этой базы и облачной инфраструктуры картографической платформы ArcGIS Online создано веб-приложение, демонстрирующее основные природные, религиозные и историко-культурные объекты и комплексы на туристическом маршруте, дополненное их кратким описанием, координатной привязкой и перекрестными ссылкой на более развернутые материалы, размещенные на интернет-портале Национального парка «Нарочанский» (рис. 1).

Опубликованное веб-приложение объединило и сделало посредством интернет-среды общедоступной информацию о представляющих интерес культурных и природных комплексах; создало условия для удовлетворения интереса различных категорий посетителей парка в области религиозного и этнического туризма; упростило поиск интересующей информации и объектов по категориям; предоставило возможность формирования индивидуальных маршрутов для знакомства с Нарочанским и смежными регионами.

Для развития делового туризма парк стал расширять перечень предлагаемых услуг – проведение крупных международных конференций и семинаров. Так, 12-16 мая 2014 года прошла Международная научно-практическая конференция «Современные технологии в деятельности ООПТ». Конференцию посетили более



Рис. 1. Веб-приложение в ArcGIS online  
«Путеводитель по маршруту «Дорогами Межозерья»

150 участников из 5 стран. Для поддержки конференции и обеспечения, а также повышения ее привлекательности было разработано веб-приложение «Карта участников международной конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ». В данном приложении все желающие могли ознакомиться с географией участников, местом их работы и тезисами, представленными на конференцию (рис. 2). Это облегчило понимание уровня и возможности деловых контактов, а также направление для обсуждений перспектив своих научно-исследовательских изысканий [8].

Для развития нового для парка вида туризма – образовательного, в рамках международной научно-практической конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ» действовала Школа молодых ученых. Студенты, магистранты, аспиранты и молодые ученые посетили лекции и мастер-классы, представили свои научные работы. Для удобства подготовки мастер-классов, а также предварительной оценки проектов жюри, было разработано Веб-приложение в ArcGIS Online «Карта участников Школы молодых ученых».

На международном конкурсе картографических веб-приложений в сфере геоинформационных систем (ГИС), организованном



Рис. 2. Веб-приложение в ArcGIS Online «Карта участников международной конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ»

крупной российской компанией Esri CIS – официальным дистрибьютором в России и странах СНГ международной компании Esri – основоположника и мирового лидера рынка геоинформационных систем, было представлено 15 веб-проектов из четырех стран по тематикам: государственное управление, бизнес, муниципальное управление, туризм и экология. От Национального парка «Нарочанский» и, собственно, от Республики Беларусь было представлено два веб-проекта: «Интерактивная карта участников Школы молодых ученых» и «Путеводитель по турмаршруту «Дорогами Мезозерья» [5].

Итоги конкурса были подведены на 20-ой Конференции Esri в России и странах СНГ, прошедшей в конце октября.

Несмотря на то, что проекты не заняли призовых мест, они были положительно отмечены организаторами. Участие в конкурсе позволило продемонстрировать большой аудитории ГИС-пользователей и специалистов возможность реализации новаторских подходов к привлечению туристов.

В последние годы в Нарочанском регионе активно развивается сектор агроэкотуризма. В настоящее время в пределах территории Национального парка «Нарочанский» зарегистрированы и



Рис. 3. Веб-приложение в ArcGIS Online  
«Карта участников Школы молодых ученых»

обустроены около 60 агроусадоб, в 2013 году зарегистрировано более 1300 их посетителей. Большинство хозяев данных объектов не имеют необходимых знаний и опыта для организации экскурсионно-туристической деятельности посетителям своих усадеб. Это стало основанием научному отделу национального парка сформировать серию (коллекцию) целевых экскурсионных и турмаршрутов. Идея разработки такого тематического ГИС-проекта возникла в 2013 года при проведении сотрудниками научного отдела мастер-класса «Эффективное использование культурного ландшафта для увеличения туристического потенциала местности в условиях особо охраняемой природной территории», в котором принимали участие представители местного сообщества и выразили желание активизации сотрудничества в сфере агроэкотуризма [4].

В результате выполнения ГИС-проекта позиционирован список усадеб на территории национального парка, в том числе усадьбы одной местности (например: вблизи д. Нарочь, г. Мядель и др.) сгруппированы и относительно этой группы разработаны познавательные экскурсионные и туристические маршруты протяженностью от 5 до 15 км. В среде ArcGIS были созданы слои «Агроусадьбы» и «Достопримечательности», «Туристические маршруты». Впоследствии предполагается перенос проекта в облачную инфраструктуру картографической платформы ArcGIS Online.

Все разработанные веб-приложения доступны не только на стационарных устройствах desktop или laptop, но и на мобильных устройствах – смартфонах, планшетах – при установленном бесплатном приложении от компании ESRI ArcGIS для смартфонов и планшетов на операционных системах Android, iOS, Windows mobile.

Огромным преимуществом использования бесплатного аккаунта ArcGIS Online является простота создания карт на его платформе рядовыми сотрудниками парка, т.к. интерфейс и идеология построены на адаптации инструментов под любой уровень специалиста. Также немаловажным аспектом использования представляется возможность трансформации веб-карты в законченное приложение посредством шаблонов, что значительно облегчает использование сервиса сотрудниками и руководством парка.

Недостатком бесплатного аккаунта ArcGIS Online является

ограничение на количество используемых объектов в слое и функциональность. Расширение функциональности предусмотрено в лицензии для организаций, но такой вариант на сегодняшний день является дорогостоящим.

Понимая необходимость развития предлагаемых интернет-ресурсов туристам для повышения эффективности ведения туристического сегмента деятельности парка был выбран вектор на развитие и использование своих внутренних возможностей для сокращения затрат по эксплуатации и повышению качества информационного туристического продукта.

В 2013 году парком на закупленном аппаратном комплексе развернут картографический сервер на основе полученного по природоохранному гранту серверного обеспечения ArcGIS Server 10 (Advanced Enterprise) компании ESRI.

ArcGIS for Server – это серверное программное обеспечение для формирования, поддержки и предоставления разнообразных ГИС-ресурсов через Интернет в виде ГИС-сервисов с целью использования географической информации неограниченным числом пользователей. С помощью ArcGIS for Server можно создавать веб-сайты и приложения с ГИС-содержимым для доступа из веб-браузеров, настольных и мобильных клиентов [9].

ArcGIS for Server позволяет предоставить доступ к созданным с помощью ArcGIS for Desktop ГИС-ресурсам через Интернет или в рамках организации, а также упрощает доступ к ГИС-ресурсам для ГИС-профессионалов, мобильных клиентов и специалистов без опыта в ГИС.

Оценив первоочередные потребности туристов в географических данных, для обеспечения их комфортного пребывания на территории парка было разработано приложение «Интерактивная карта подъезда к турстоянкам и обзорным точкам Национального парка «Нарочанский». Основная задача этого приложения предоставить экскурсантам и туристам, путешествующим личным автотранспортом по территории парка, возможность самостоятельно проложить маршруты до интересных и познавательных мест, обзорных точек и туристических стоянок. На карте обозначены места наилучшего съезда с основных автомобильных магистралей парка и направления движения к основным туристическим объектам.

Создание большого количества карт всегда приводит к усложнению поиска их конечным пользователем (турист). Поиск их в сети-Интернет в различных разделах и подразделах сайта парка приведет к уменьшению отдачи такого информационного продукта. Поэтому в парке на базе картографического сервера ArcGIS for Server с использованием модуля Portal for ArcGIS был развернут геопортал Национального парка «Нарочанский». Он позволяет создавать дружелюбный интерфейс для поиска, просмотра, изучения и работы с ГИС-ресурсами организации, например, картографическими сервисами, картами и приложениями.

Portal for ArcGIS – суть концепции Веб-ГИС на платформе ArcGIS. Portal for ArcGIS создает единую точку доступа к готовым картам, данным и инструментам ГИС-анализа в организации. ArcGIS for Desktop и ArcGIS for Server, браузеры, планшеты, смартфоны взаимодействуют с Portal for ArcGIS для поиска, обмена, сбора геоданных, подготовки и использования тематических карт и приложений [10].

Portal for ArcGIS дает пользователям возможность настраивать и разворачивать функциональность ArcGIS Online внутри организации, благодаря чему ГИС может быть легко интегрирована в корпоративный рабочий процесс [11]. На геопортале будут представлены тематические подразделы различных направлений туристической

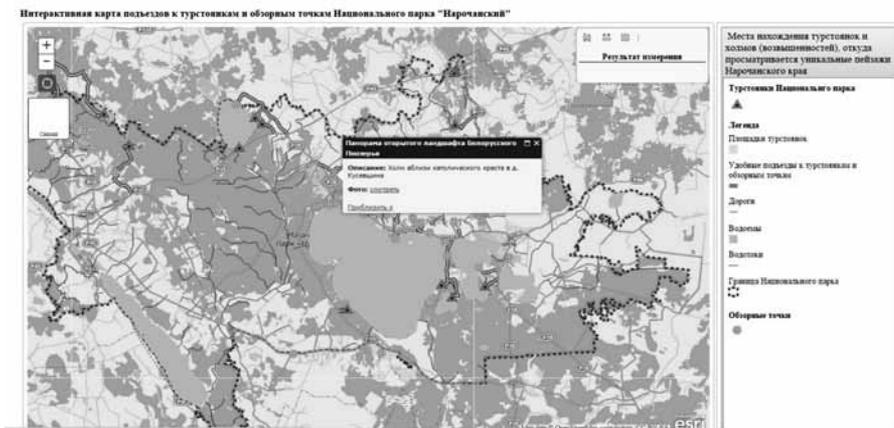


Рис. 4. Веб-приложение на сервере парка «Интерактивная карта подъезда к турстоянкам и обзорным точкам Национального парка «Нарочанский».



Рис. 5. Геопортал Национального парка «Нарочанский».

деятельности парка (познавательный, экологический, научный, рыболовный, деловой и др.).

В конечном итоге, использование национальным парком современных геоинформационных технологий, на примере облачной инфраструктуры картографической платформы ArcGIS Online и серверной ГИС ArcGIS for Server должны способствовать популяризации экологического и историко-культурного просвещения, упрощению доступа населения к информации о природном и историко-культурном наследии региона, укреплению туристического потенциала местности.

### *Литература*

1. Ежова О.С. Веб-приложение «Культурные ландшафты Нарочанского края», как инструмент развития познавательного туризма в национальном парке «Нарочанский»/ О.С. Ежова, О.В. Шукейло, А.Ч. Милько, М.Ю. Буйченко// Материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ», Нарочь, 14-16 мая 2014.—Мн.:ООО «АльПак», 2014.—С. 183-184.
2. Якуш Н.М. История и география туризма в Беларуси: учеб. Пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Туризм и природопользование»/ Н.М. Якуш.—Минск:БГТУ, 2012. — С.9-10.
3. Люштык В.С. Направления развития ГИС Национального парка «Нарочанский»/ В.С. Люштык, В.А. Сипач// Материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ», Нарочь, 14-16 мая 2014.—Мн.:ООО «АльПак», 2014.—С. 57-58.
5. Милько А.Ч. Реализация на основе геоинформационных технологий идей сотрудничества национального парка с местными сообществами в сфе-

- ре туристическо-экскурсионной деятельности/ А.Ч. Милько, О.С. Ежова, О.В. Шукейло// Материалы Международной научно-практической конференции «Современные технологии в деятельности ООПТ», Нарочь, 14-16 мая 2014.—Мн.:ООО «АльПак», 2014.—С. 193-194.
6. Участие в конкурсе картографических веб-приложений...[электронный ресурс]. Режим доступа: <http://narochpark.by/news/562.html>
  7. Конкурс веб-приложений [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://esri-cis.ru/events/klyazma2014/competition/>
  8. Сипач В.А. Особо охраняемые природные территории – важный элемент устойчивого развития речного бассейна реки Неман в условиях изменения климата/ Сипач В.А., Люштык В.С., Семенов О.А., Шукейло О.В.// Материалы международного семинара «Вопросы адаптации хозяйственной и иной деятельности человека в бассейне р. Немана к изменению климата», Минск, 12-13 сентября 2014. / МОО «ЭКОПРОЕКТ». – Минск : ООО “Белсэнс”, 2014. – С. 20-27.
  9. Шукейло О.В. Использование облачной инфраструктуры платформы картографирования ArcGIS online для повышения эффективности туристической деятельности в ГПУ «НП «Нарочанский»/ Шукейло О.В., Ежова О.С., Милько А.Ч., Сипач В.А.// ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс]: материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2014, Минск, 19 ноябр. 2014 г. / редкол.: Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2014. – С. 88-93.
  10. ArcGIS for Server [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://esri-cis.ru/products/arcgis-server/detail/review/>.
  11. Portal for ArcGIS. Готовый ГИС-портал организации [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://esri-cis.ru/upload/products/Portal%20for%20ArcGIS/Portal\\_for\\_ArcGIS.pdf](http://esri-cis.ru/upload/products/Portal%20for%20ArcGIS/Portal_for_ArcGIS.pdf).
  12. ArcGIS 10.2 предлагает пользователям кардинально новые возможности [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=11156&SECTION\\_ID=288](http://esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=11156&SECTION_ID=288)

## **ДИНАМИКА ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»**

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

<sup>1</sup>ГПУ НП «Нарочанский», <sup>2</sup>УП «Геоинформационные системы»

В статье проанализирована динамика изменения площадей лесов на нынешней территории Национального парка «Нарочанский» (Мядельский район Минской области) за период с 30-х годов прошлого века до настоящего времени.

Во времена СССР до 1939 г. данная территория входила в состав Польши. После присоединения Западных областей Беларуси к Белорусской ССР в сентябре 1939 года – на базе бывших помещичьих лесов, а также лесных участков, принадлежавших различным землевладельцам, был образован Мядельский лесхоз, подчиненный Управлению лесного хозяйства Минского облисполкома Министерства лесного хозяйства БССР. Лесхоз как структурная единица функционировал до августа 1999 г., а затем на его базе было образовано государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Нарочанский».

В 1952 г. было проведено первое базовое лесоустройство Мядельского лесхоза (3 лесничества) – на площади 46,2 тыс. га. Следующие лесоустройства выполнены:

- в 1963 г. (5 лесничеств) – на площади 46,9 тыс. га;
- в 1976 г. (9 лесничеств) – на площади 58,3 тыс. га;
- в 1987 г. (9 лесничеств) – на площади 68,1 тыс. га;
- в 1997 г. (10 лесничеств) – на площади 70,1 тыс. га.

Таким образом, с 1952 г. площадь лесхоза увеличивалась с каждым последующим лесоустройством. Эти изменения были обусловлены передачей земель от разных землепользователей (колхозно-совхозных лесов), уточнения земель по землеустройству района и пр.

Указом Президента Республики Беларусь № 447 от 28 июля 1999 года на землях Мядельского и Вилейского районов Минской области, Поставского района Витебской области и Сморгонского

района Гродненской области был образован Национальный парк «Нарочанский» – в целях сохранения в естественном состоянии уникальных природных комплексов, объединенных озером Нарочь, как эталона природных ландшафтов, хранилища генетического фонда, растительного и животного мира Белорусского Поозерья и их более полноценного и эффективного использования в процессе природоохранной, научной, просветительской, туристической, рекреационной и оздоровительной деятельности.

Первое лесоустройство на территории Национального парка было проведено 1-ой Минской лесоустроительной экспедицией в 2000 г., на основании материалов предыдущего лесоустройства (1997 г.) – на площади 28,0 тыс. га переданных в состав Национального парка и лесохозяйственного хозяйства (ЛОХ) «Мядель» лесов бывших сельскохозяйственных и других организаций. Во все материалы лесоустройства 1997 г. были внесены изменения в участках, где произошла смена категорий земель и выполнена корректировка возрастов несомкнувшихся лесных культур.

По данным этого лесоустройства общая лесная площадь Национального парка и ЛОХ увеличилась по сравнению с территорией Мядельского лесхоза и составила 98,9 тыс.га. Однако в категорию нелесных земель были включены водные объекты и, таким образом, площадь стала составлять 115,0 тыс. га.

Второе (ныне действующее) лесоустройство на территории Национального парка от 2011 г. установило, что в административно-хозяйственном отношении Национальный парк состоит из 5 лесничеств, общая площадь земель лесного фонда которых составляет 66,5 тыс. га. За истекший ревизионный период (2001-2010 гг.) общая площадь Национального парка увеличилась на 2,3 %.

Изменения площадей произошли, в основном, за счет приема в состав парка лесов, подведомственных Минсельхозпроду и земель запаса, а также исключения из лесного фонда линий коммуникаций.

В связи с тем, что территория Национального парка относится к особо охраняемым природным территориям, где хозяйственная деятельность ограничена или на отдельных участках запрещена полностью (заповедная зона), для решения природоохранных и социально-экономических задач за пределами Национального парка создано экспериментальное лесохозяйственное хозяйство (ЭЛОХ) «Мя-

дель» общей площадью 54,2 тыс. га, которое является структурным подразделением государственного природоохранного учреждения (ГПУ) «Национальный парк «Нарочанский». Здесь также произошли изменения площадей лесного фонда, на что повлияло предоставление в состав ЭЛОХ земель от сельхозпредприятий. Таким образом, общая площадь лесных земель парка совместно с ЭЛОХ составила 120,7 тыс. га.

Необходимо отметить, что в 60-ые годы прошлого века на рассматриваемой территории начала активно формироваться Нарочанская курортная зона – главный курорт республики рекреационной емкостью до 70 тысяч отдыхающих в год. Это обстоятельство повлекло за собой образование сети охранных природных объектов, установление соответствующих режимов пользования природными ресурсами и проведение особых природоохранных мероприятий. В силу этих обстоятельств Мядельский лесхоз и практика его лесохозяйственной деятельности с того времени стали экспериментальными.

В это время произошло первое функциональное зонирование лесхоза – была выделена рекреационная зона: в нее входили так называемые курортные леса (37,9 тыс. га), объекты природно-заповедного фонда (10,8 тыс.га), охраняемые объекты местного значения (38,4 га). Лесоустроительные работы в лесах рекреационного назначения имели ряд особенностей, дополнительно к обычным таксационным показателям, определялись и другие: структурный тип существующего ландшафта, эстетическая и санитарная оценка, степень нарушенности природного комплекса (стадия дигрессии) и проходимость участка. Для сохранения природного ландшафта в заказниках, обеспечения охраны редких и ценных памятников природы были установлены соответствующие режимы пользования природными ресурсами и охраны таких объектов. Скопление таких объектов на территории Мядельского лесхоза и легло в основу образования Национального парка «Нарочанский», а существовавшие режимы охраны этих объектов заложили основу формирования функционального зонирования парка.

В 2000 г. в соответствии с научным обоснованием и согласно Положения о Национальном парке «Нарочанский» на его территории выделены следующие функциональные зоны:

I - заповедная зона;

II - зона регулируемого использования;

III - рекреационная зона;

IV - хозяйственная зона,

и кроме того – охранный зона, которая создается вокруг и внутри особо охраняемых природных территорий, с целью предотвращения негативного влияния хозяйственной и иной деятельности на природные комплексы и объекты национального парка (табл. 1).

Изменение площадей лесного фонда по функциональным зонам обусловлено изменением границ зон Национального парка «Нарочанский» во исполнение Указа Президента Республики Беларусь № 59 от 09 февраля 2012 года.

Леса исследуемой территории, как и все леса Республики Беларусь, согласно действующих нормативных и правовых документов, отнесены к первой и второй группам. К *первой группе* относятся леса выполняющие санитарно-гигиенические и оздоровительные, защитные и водоохраные функции. Ко *второй группе* относятся эксплуатируемые леса.

За период 1976-2011 гг. видно, что преобладает первая группа лесов. Далее, чтобы безошибочно давать характеристику изменениям следует разделить данные на 2 периода: 1976-1997 гг. – Мядельский лесхоз и 2000-2011 – ГПУ НП «Нарочанский и ЭЛОХ «Мядель» (табл. 2).

Таблица 1

### Динамика лесного фонда по функциональным зонам

Функциональные зоны	Площадь по данным лесоустройства				Изменения, ±	
	настоящего		предыдущего			
	га	%	га	%	га	%
Заповедная зона	7620.7	11.4	8168.0	12.3	- 547.3	- 6.7
Зона регулируемого использования	56371.6	84.7	57616.0	86.6	-	- 2.2
Рекреационная зона	2468.3	3.7	707.0	1.1	+	+ 3.5
Хозяйственная зона	122.6	0.2	-	-	+ 122.6	+ 0.2
<b>Итого</b>	<b>66583.2</b>	<b>100.0</b>	<b>66491.0</b>	<b>100.0</b>	<b>+ 92.2</b>	<b>+ 0.14</b>

Таблица 2

**Распределение и динамика общей площади земель  
лесного фонда по группам лесов**

	<b>1976</b>	<b>1987</b>	<b>1997</b>	<b>2000</b>	<b>2011</b>
группа 1	69,7	65,2	68,4	72,2	67,9
группа 2	30,3	34,8	31,6	27,8	32,1

В 1976–1987 гг. видны незначительные изменения в первой и второй группах лесов, что объясняется приемкой земель от колхозов и других ведомств, что повлекло общее увеличение площади лесхоза и распределение этих лесов по категориям.

В 1987–1997 гг. изменения также связаны с приемкой земель. В 1997 г. были выделены водоохранные полосы по берегам рек и вокруг озер в некоторых лесничествах, которые на 2,5 % увеличили первую группу лесов.

В связи с образованием Национального парка в 1999 г., произошли изменения, весь лесной фонд в его границах переведен в леса I группы (категория защитности – леса национальных парков). Леса же ЭЛОХа представлены лесами первой и второй групп, которые и представляют в период 2000–2011 гг. вторую группу лесов. Увеличение второй группы лесов было связано с уменьшением до 500 метров ширины защитных полос вдоль железнодорожных линий (ранее ширина специальных железнодорожных зон и полос составляла 5 км в радиусе вокруг станций, 3 км – вокруг развязов и 1,5 км в обе стороны от полотна дороги) (табл. 3).

Таблица 3

**Распределения общей площади лесного фонда  
по основным видам земель**

	<b>1987</b>	<b>1997</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>
насаждения естественного происхождения	70,5	76,1	66,4	68,7
насаждения искусственного происхождения	17,7	14,0	9,5	9,8
несомкнувшиеся культуры	0,8	0,9	0,7	0,5
не покрытые лесом земли	1,1	0,7	1,9	2,2
нелесные земли	9,9	8,3	21,5	18,8

В этом случае также следует рассматривать данные таблицы за два периода, как и в предыдущем случае. Из таблицы видно, что в 1987-1997 гг. наибольший процент составляют покрытые лесом земли, даже отмечается рост, как результат естественного лесозаращения вырубок, сенокосов, пастбищ. В целом лесхоз вел целенаправленную деятельность в осуществлении намеченных лесоустройством лесовосстановительных мероприятий. С образованием Национального парка «Нарочанский» доля покрытых лесом земель снизилась в связи с тем, что Национальному парку были переданы все озера на его территории, которые составили 25,3 % (по данным лесоустройства 2011 г.) к 0,3 % (лесоустройства 1998 г.), которые относятся к категории нелесных земель.

Анализ динамики насаждений по группам возраста дает нам следующую картину. В целом, по лесному фонду лесхоза, а потом и Национального парка, в результате естественного хода роста насаждений, обуславливающего переход из одного класса возраста в другой при небольшом ежегодном объеме главного пользования, наметилась устойчивая тенденция уменьшения молодняков. Отмечается увеличение всех остальных возрастных групп. Увеличение спелых насаждений произошло, в основном, в курортной части, где рубки главного пользования запрещены (табл. 4, 5; рис. 1).

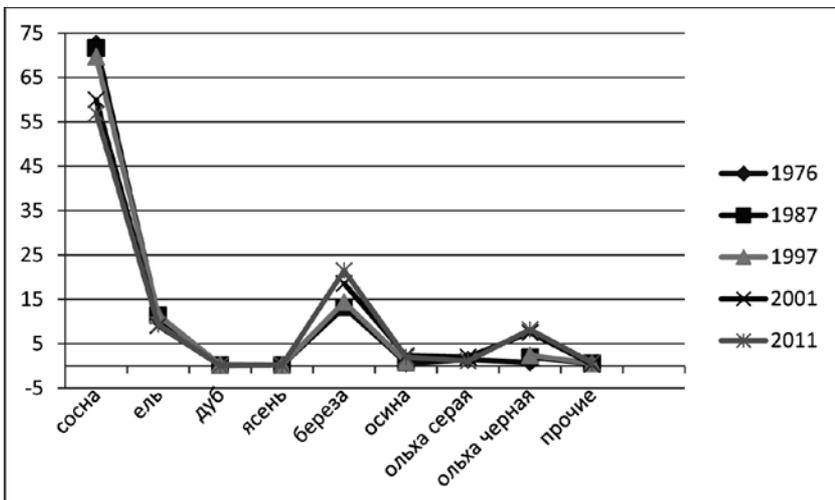


Рис. 1. Распределение насаждений по преобладающим породам, %

Таблица 4

### Распределение насаждений по группам возраста

	1987	1997	2010
молодняки	40,6	24,2	17
средневозрастные	54,8	66,8	70,5
приспевающие	4,1	7,7	9,6
спелые и перестойные	0,5	1,3	2,9

Таблица 5

### Распределение насаждений по преобладающим породам, %

Насаждение	1976	1987	1997	2001	2011
сосна	72,6	71,7	69,7	60	56,9
ель	10,5	11,4	11,5	9,1	9,3
дуб	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1
ясень	0,2	0,2	0,2	0	0,2
береза	13,7	13,2	14,4	18,6	21,5
осина	0,6	0,8	0,9	2,3	2
ольха серая	1,4	0	0	2	1,1
ольха черная	0,8	1,9	2,4	7,5	8,2
прочие	0	0,6	0,6	0,4	0,7

Уменьшение хвойных пород связано, прежде всего, с наличием в большем объеме несомкнувшихся лесных культур и не вошедших в покрытые лесом земли. Эти культуры были созданы, в основном, на сосновых вырубках и на площадях из-под сплошной санрубки еловых насаждений.

Заметно увеличение твердолиственных, что стало возможно благодаря целенаправленному осуществлению лесхозом комплекса лесохозяйственных и лесокультурных мероприятий по улучшению породной структуры лесов.

Причина увеличения мягколиственных пород обусловлена приемом за истекший период от других фондодержателей состава лесного фонда с худшей породной структурой. Однако увеличение этих пород в рекреационной зоне можно считать положительным яв-

нием, т.к. это будет способствовать формированию различных типов ландшафтов.

В годы существования Мядельского лесхоза заметно увеличилась его площадь, что положительно сказывалось на экономике района. Лесное хозяйство не являлось ведущей отраслью, однако с учетом санитарно-гигиенического, водоохранного и особенно рекреационного достоинства леса, — роль лесного хозяйства была весомой.

На базе курортного Нарочанского озерного комплекса и сочетания лесов развивалась сеть санитарно-оздоровительных учреждений и услуг. В связи с образованием курортной зоны на территории исследуемого лесхоза, увеличилась доля лесов первой группы, которую составляли курортные леса, — это выделяет Мядельский лесхоз из числа других.

В 1988 году на территории лесхоза были сведения об объектах природно-заповедного фонда, на которых для сохранения природного ландшафта обеспечивалась охрана, т.е. разрабатывались меры по сохранению того или иного заказника.

В границах национального парка эти заказники потеряли свой статус, так как статус природоохранного учреждения выше, однако они не остались без должного внимания — они стали участками заповедной зоны или участков строгого регулирования.

Важным элементом в существовании Национального парка является то, что он является единственным лесопользователем. В годы существования Мядельского лесхоза были и другие фондодержатели лесного богатства. Однако из-за несвоевременного предоставления данных о характеристике лесного фонда, сложно было дать сведения о возрастной структуре и других показателей для лесов. С образованием Национального парка «Нарочанский», разработанные проекты организации и ведения лесного хозяйства четко направляют и контролируют деятельность и динамику лесного хозяйства.

Одним из главнейших и перспективных направлений деятельности Национального парка является организация и проведение рекреационной деятельности, а также развитие различных форм туризма. Успешное его функционирование и возможность сохранения природного и историко-культурного наследия связаны, прежде всего, с ведением комплексного экологобезопасного земле- и лесо-

пользования, а также с использованием водных ресурсов, в особенности озера Нарочь.

Оценка изменений в лесном фонде национального парка основана на общих данных по лесхозу и парку, но территориальное распределение этих изменений без использование современных технологий трудоемко и малоэффективно. Для решения этой задачи в настоящее время широко используются географические информационные системы.

В рамках выполнения задания Государственной программы развития системы особо охраняемых природных территорий на 2008–2014 годы на территорию парка была создана географическая информационная система. В ее состав входят разнообразные базы данных:

- топографическая основа;
- земельная информационная система;
- лесотаксационное повидельное описание;
- редкие виды растений и животных;
- водные ресурсы;
- историко-культурные ценности;
- туристско-рекреационная инфраструктура и др.

Основная цель ГИС ГПУ «НП «Нарочанский» – хранение, обновление и обработка информации о состоянии природных экосистем и качестве окружающей среды в регионе, оперативное обеспечение актуальной и прогнозной информацией о состоянии лесных территорий, информационная поддержка управленческих решений при разработке и проведении природоохранных мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов, обеспечению естественного формирования лесных ландшафтов и сохранению биоразнообразия природных комплексов ГПУ «НП «Нарочанский».

В составе баз данных ГИС «НП «Нарочанский» входят данные лесоустройства 2011 г. имеющие, как семантические, так и пространственные данные. С использованием инструментов анализа можно отразить пространственное распределение лесного фонда на территории парка по группам, по породам, по классам возрасти и прочее. Однако для пространственно-временного анализа данных одного лесоустройства недостаточно.

Поэтому важной задачей является перевод в цифровой вид данных всех предыдущих базовых лесоустройств, что позволит более детально оценить пространственно-временные изменения в лесном фонде парка.

### *Литература*

1. Проекты организации и развития лесного хозяйства Мядельского лесхоза Минского производственного лесохозяйственного объединения на 1988-1997 гг., на 1998-2007 гг., Минск, 1988 г., 1998 г.
2. Проекты организации и развития лесного хозяйства Государственного природоохранного учреждения «Национальный парк «Нарочанский» Управления делами Президента Республики Беларусь на 2001-2010 г., на 2011-2021 гг. Минск, 2001 г., 2011 г.
3. Отчет о научно-исследовательской работе «Провести научное обоснование и разработать функциональное зонирование территории Национального парка «Нарочанский», Минск, 2000 г.

## МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЖИВОТНЫХ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ЦЕНТРАЛЬНОСИБИРСКИЙ»

*Буянов И.Ю., Кочкарев А.П.*

Заповедник «Центральносибирский», п. Бор, Российская Федерация,  
ivyan@mail.ru

В настоящее время перспективны три направления дистанционного мониторинга:

1. Фотоловушки.
2. Спутниковые ошейники.
3. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

В 2013г. в заповеднике «Центральносибирский» впервые были установлены и успешно применены фотоловушки для наблюдения за животными.

Фотоловушка представляет собой фотокамеру, снабженную датчиками на движение и тепло. Она способна производить съемку в сумерках и ночью. Фотоловушки установлены на основных звериных тропах. Полученные фото данные обрабатываются специалистами.

Фотоловушки являются одним из доступных способов наблюдения за животными в естественной среде обитания. В настоящее время сотрудниками заповедника разрабатывается перспективный план установки средств видеофиксации по всей территории. Для более точной оценки численности использование фотоловушек должно комбинироваться и с другими видами мониторинга.

Мониторинг должен включать отлаженную систему слежения, обработки информации и прогнозирования изменения состояния популяций вида на основе современных коммуникативных и информационных технологий. Такие возможности дает методика мечения животных «спутниковыми» ошейниками.

Работниками заповедника помечено «спутниковыми» ошейниками 17 диких северных оленя. Данные передаются спутниковой системой Argos. Координаты снимаются ежедневно с сайта [https//argos-system.cls.fr](https://argos-system.cls.fr).

С развитием и доступностью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), появилась возможность использовать их для гражданских нужд. Учитывая широкий спектр БПЛА их условно классифицируют по набору ключевых характеристик (Коносевиц, 2010).

1. Микро класс - для работы в ближней зоне;
2. Малый класс - для работы на среднем удалении;
3. Средний класс - для работы на удалении до 100 км;
4. Большой класс - для работы на удалении свыше 100 км

Отличия этих двух аппаратов не большие есть свои плюсы и минусы. В зависимости, для каких задач их использовать. Для изучения сезонного размещения, учета численности, половозрастной структуры популяций, охраны территории, обнаружения пожаров, фитопатологического надзора подходят оба БПЛА. Применение всех методов мониторинга позволит получить точные и ценные данные о состоянии зверей на охраняемой и сопредельной территории.

### *Литература*

1. Коносевиц, В.В. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: Разработка научно-методических подходов и технологии использования беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве / Коносевиц В.В., Сементин В.Л., Азметов Р.Р., Коршунов Н.А., Перминов А.В., Волков А.В., Морозов А.С., Семькин С.В., Каневский М.И. - Пушкино, 2010.- 106 стр.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ  
В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ  
СТРУКТУРЫ ООПТ  
(НА ПРИМЕРЕ НП «НАРОЧАНСКИЙ»)**

*Н.Г. Юдчиц*

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,  
E-mail: ud.nikitos@tut.by

Влияние человека на озерные экосистемы на протяжении различных этапов их развития неравнозначно. На начальном этапе использование ресурсов озер и водосборных территорий носило ограниченный характер и было связано с рыболовством и зарождением земледелия и животноводства; затем — активизация хозяйственной деятельности в форме подсечно-огневого земледелия и сведения лесов, далее — развитие экстенсивного высокоразвитого земледелия, интенсификация сельскохозяйственного производства, гидротехническое строительство, развитие сети населенных пунктов. В настоящее время озера служат источниками водоснабжения и водопользования, приемниками вод мелиоративных сооружений, объектами рыболовства и рыборазведения. Крупные озерные группы являются центрами курортов [1].

ООПТ имеют важное значение в решении проблем взаимоотношений между обществом и природой. Только на территориях с особым режимом использования можно изучать развитие природных процессов, динамику биогеоценозов и ряд других проблем, необходимых для поиска путей наиболее рациональной эксплуатации и охраны природных ресурсов.

Уникальные природные ландшафты НП «Нарочанский» подвергаются все большему антропогенному воздействию. Применяемые меры по охране природных систем не всегда оказываются достаточно эффективными. Антропогенные источники, способные оказать воздействие на уникальные экосистемы охраняемой территории, могут находиться вблизи границ национального парка. Основное внимание в этом случае должно быть уделено изучению направлен-

ности поверхностного стока и, возможно, корректировке границ внешней охранной зоны ООПТ.

Основной целью работы был ГИС-анализ территориальной организации НП «Нарочанский» с учетом водосборных территорий озер, входящих в состав национального парка. Для выполнения работы были использованы данные с геопортала НП «Нарочанский» и топокарт масштаба 1:100000.

В процессе работы выполнено гидрологическое ГИС-моделирование с использованием модуля «гидрология» Arcgis 9.3. На первом этапе построена цифровая модель рельефа с использованием инструмента «топо в растр». Основным преимуществом данной модели является то, что при построении учитывается не только данные о рельефе, но и урезы воды, реки, каналы и озера. Качество построенной модели многократно превышает качество модели полученной обычными методами интерполяции (ОВР, Сплайн) [3,4].

Для получения корректных данных, была построена бездепрессионная модель рельефа (т.е. заполнены все локальные понижения). Далее выполнялось построение модели направления стока и, по ее данным, направления суммарного стока с использованием инструмента «суммарный сток». На их основе, пользуясь инструментами «алгебра карт», «идентификация», «водоток в пространственный объект», были выделены постоянные и временные водотоки изучаемой территории.

Для того, чтобы выделить местные локальные водосборы, необходимо было с использованием программного модуля «Hawths Analysis Tools» определить устья постоянных и временных водотоков. В качестве устьев выступают точки пересечения постоянных и временных водотоков с озерами и границей изучаемой территории. Используя данные точки, модель направления стока и сеть водотоков с помощью инструмента «водосборная территория» были выделены локальные водосборы постоянных и временных водотоков. Затем, путем объединения локальных водосборов, была автоматически создана схема водосборных бассейнов рек и озер НП «Нарочанский».

Полученная схема сопоставлялась со схемой функционального зонирования национального парка. С использованием оверлейных операций ГИС, при совмещении границ выделенных бассейнов и

границы парка были выявлены участки водосборов, которые выходят за пределы территории национального парка. Хозяйственные объекты, приуроченные к данным участкам, могут оказать негативное воздействие на охраняемую территорию, поэтому их деятельность должна контролироваться. Возможно, с учетом границ водосборов, нужно внести изменения и в схему функционального зонирования парка.

### ***Литература***

1. Власов Б.П. Хозяйственное использование и антропогенные изменения озер Беларуси // *Naturalne antropogenne przemiany jezior.* – Варшава, 1999. – Р. 277-284.
2. Власов Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси: геоэкологическое состояние, изменения и прогноз. – Минск: БГУ, 2004. – 207 с.
3. Hydrology toolset. <http://resources.arcgis.com>.
4. Курлович Д.М., Гриб С.В., Ковальчик Н.В., Иванов Д.В. Опыт использования аппарата гидрологического ГИС-моделирования // *Вестн. Белорус. гос. ун-та.* – Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2013. – № 2. С. 75-81.

**УЧАСТНИКИ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ГИС-НАРОЧЬ-2014  
"СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООПТ", 12-16 МАЯ 2014 Г.**

1	Bartrow Anna	Student	Freie Universit t Berlin (Германия)	annabartrow@gmx.de
2	Sepp Englberger	Regional Segment Manager for Asset Collection & Management	Leica Geosystems GmbH Vertrieb (Германия)	Sepp.Englberger@leica-geosystems.com
3	Thiele Annett	Diplom Landshaftny ekolog, nezavisimyy konsultant	- (Германия)	annettthiele@gmail.com
4	Schneeweiss Jens	Dr. philosophy	Georg-August University of G ttingen Department of Prehistory and Early History (Германия)	jschnee@gwdg.de
5	Абрамчик Ольга Сергеевна	младший научный сотрудник	РУП "Научно-производственный центр по геологии" (Беларусь)	lyaty@mail.ru
6	Адамович Борис Владиславович	заведующий НИЛ гидроэкологии	Белорусский государственный университет	belaqualab@gmail.com
7	Андреева Елена Борисовна	старший научный сотрудник, кандидат биологических наук	ФГБУ "Государственный заповедник "Столбы" (Россия)	pau-stolby@yandex.ru
8	Аронов Аркадий Гесселевич	директор, доктор физико-математических наук	ГУ "Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси"	aropov@cgm.org.by
9	Артеага Вера	заведующая отделом социальной политики	Газета "Республика" (Беларусь)	veraart14@mail.ru
10	Бавшин Игорь Михайлович	научный сотрудник, специалист по геоинформационным системам	ФГБУ "Национальный парк "Смоленское Поозерье" (Россия)	bim2010@mail.ru
11	Баскевич Марина Исаковна	старший научный сотрудник, кандидат биологических наук	ФГБУ "Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН" (Россия)Р	mvaskevich@mail.ru
12	Бельская Галина Владимировна	доцент кафедры экологии, кандидат сельскохозяйственных наук	Белорусский национальный технический университет	gbelskaja@mail.ru

13	Биазов Антон Петрович	начальник отдела науки	Национальный природный парк "Слобожанский" (Украина)	anton.biатов@gmail.com
14	Богущий Юрий Владимирович	старший научный сотрудник	ГПУ "Березинский биосферный заповедник" (Беларусь)	info@berezinsky.by
15	Болботунов Афанасий Астафьевич	доцент кафедры геодезии и кадастров, кандидат сельскохозяйственных наук	Полоцкий государственный университет (Беларусь)	dendro.psu@gmail.com
16	Вагатов Виктор Константинович	старший государственный инспектор по охране территории заповедника	ФГБУ "Государственный заповедник "Юганский" (Россия)	vk_vagatov@ugansky.ru
17	Валынец Анна Анатольевна	редактор	Белорусский Зеленый Портал	
18	Вахромуева Елена	заместитель директора	Первый национальный радиоканал (Беларусь)	
19	Верес Юлия Константиновна	ведущий лаборант	УНЦ "Нарочанская биологическая станция им. Г. Г. Винберга" БГУ (Беларусь)	veres.julia.naroch@gmail.com
20	Волонцевич Денис Аркадьевич	сотрудник	УП "Теоинформационные системы" НАН Беларуси	
21	Горбачева Елена Николаевна	сотрудник	Компания "Совзонд" (Россия)	
22	Гордеева Татьяна Анатольевна	заместитель директора по научной работе	ФГБУ "Национальный парк "Угра" (Россия)	parkgra_nauka@mail.ru
23	Груммо Дмитрий Геннадьевич	заместитель директора по научной работе, кандидат биологических наук	ГНУ "Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси"	zm.hrumpo@gmail.com
24	Детярева Елена Владимировна	ассистент кафедры геодезии и кадастров	Полоцкий государственный университет (Беларусь)	lenadeg@yandex.ru
25	Дудко Геннадий Викторович	начальник управления землеустройства, заместитель директора по науке	НИРУП по землеустройству, геодезии и картографии "БелНИЦзем" (Беларусь)	dudko_h@mail.ru

26	Ерофеев Александр Анатольевич	старший научный сотрудник, кандидат географических наук	Томский государственный университет (Россия)	erofeev@yandex.ru
27	Ерошкина Людмила Андреевна	аспирант	ФГБОУ ВПО "Государственный университет по землеустройству" (Россия)	e.ludmila.03@gmail.com
28	Жабский Игорь Михайлович	участковый государственный инспектор	ФГБУ "Национальный парк "Плещеево озеро" (Россия)	Ochot.nik@yandex.ru
29	Жукова Татьяна Васильевна	директор, доктор биологических наук	Учебно-научный центр "Нарочанская биологическая станция им. Г.Г. Винберга" БГУ (Беларусь)	tvzhukova@tut.by
30	Жуковская Наталья Викторовна	преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем	Белорусский государственный университет	natazhuk@gmail.com
31	Зайка Виктор Викторович	главный специалист	ФГБУ "Национальный парк "Угра" (Россия)	naspratkugra@yandex.ru
32	Залеская Светлана Игоревна	главный эксперт отдела особо охраняемых природных территорий	ГБУ РК "Республиканский центр обеспечения функционирования особо охраняемых природных территорий и природопользования" (Россия)	zaleskaya.s@mail.ru
33	Звягина Елена Анатольевна	ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук	ФГБУ "Государственный заповедник "Юганский" (Россия)	mysena@yandex.ru
34	Зеленкевич Наталья Алексеевна	ведущий научный сотрудник	ГНУ "Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси"	
35	Кажапова Юлия Ринатовна	председатель	Общественная организация "Чистая вода" (Беларусь)	kaskevich@gmail.com
36	Кажлан Елена Николаевна	сотрудник	ГНПО "Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам"	
37	Кирпичёв Алексей Николаевич	ведущий инженер-программист	Институт биологии Коми НЦ УрО РАН (Россия)	sql@ib.komisc.ru

38	Клебанович Николай Васильевич	заведующий кафедрой почвоведения и земельных информационных систем, доктор сельскохозяйственных наук	Белорусский государственный университет	N_Klebanovich@inbox.ru
39	Клешнин Александр Васильевич	ГИС-специалист	Intetics Co (Украина)	kleshnin.alexander@gmail.com
40	Ковалев Александр Андреевич	директор, доктор физико-математических наук	ЗАО "ЭКОМИР" (Беларусь)	kovalyov.alexander@gmail.com
41	Ковалевский Алексей Карпович	старший лаборант	ГПУ "Березинский биосферный заповедник" (Беларусь)	info@berezinsky.by
42	Ковальчик Надежда Владимировна	доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем, кандидат географических наук	Белорусский государственный университет	kovalchiknv@gmail.com
43	Кононович Сергей Иванович	сотрудник	ЗАО "Экомир" (Беларусь)	S_konon@list.ru
44	Король Михаил Владимирович	старший инспектор по охране ООПТ	Дирекция особо охраняемых природных территорий Ханты-Мансийского автономного округа Югры (Россия)	mihail.oopt@gmail.com
45	Костоусов Владимир Геннадьевич	заместитель директора по научной работе, кандидат сельскохозяйственных наук	РУП "Институт рыбного хозяйства" (Беларусь)	belniirh@tut.by
46	Кочкарев Павел Владимирович	директор, кандидат биологических наук	ФГБУ "Государственный природный биосферный заповедник "Центрально-сибирский"	koravel57@mail.ru.
47	Кошкарев Александр Владимирович	ведущий научный сотрудник, кандидат географических наук	Институт географии РАН (Россия)	akoshkarev@yandex.ru
48	Кудин Владимир Александрович	инженер	РУП "Научно-производственный центр по геологии" (Беларусь)	kosmoaerogeology@tut.by
49	Кузнецова Людмила Викторовна	начальник отдела организации природопользования	ФГБУ "Национальный парк "Русский Север" (Россия)	mauring@mail.ru
50	Кузьмин Алексей	сотрудник	Esri CIS (Россия)	market@esri-cis.ru

51	Куканова Олеся Николаевна	сотрудник	РУП "ИцЗем" (Беларусь)		
52	Куликова Ольга Валентиновна	доцент, кандидат юридических наук	Саратовская государственная юридическая академия (Россия)		kulikovaov.sgar@rambler.ru
53	Кунаш Дмитрий Алексеевич	научный сотрудник	ФГБУ "Национальный парк "Смоленское Поозерье" (Россия)		smolenskoe_poozerie@mail.ru
54	Курлович Дмитрий Мирославович	доцент кафедры почвоведения и ЗИС, кандидат географических наук	Белорусский государственный университет		kurlovich@bsu.by
55	Курьянович Мария Францевна	сотрудник	РУП "Научно-производственный центр по геологии" (Беларусь)		
56	Левин Алексей Валерьевич	преподаватель, кандидат географических наук	Смоленский государственный университет (Россия)		leviali@yandex.ru
57	Литвина Марина Александровна	преподаватель	Белорусский национальный технический университет		rammina@mail.ru
58	Ловкис Анатолий Валентинович	представитель	Международная академия информационных технологий (Беларусь)		pecros2000@yandex.ru
59	Люштык Валерий Семенович	заместитель генерального директора по научной работе, председатель конференции	ГПУ "Национальный парк "Нарочанский" (Беларусь)		nauka@narochpark.by
60	Лях Юрий Григорьевич	заведующий сектором, доктор ветеринарных наук	ГНПО "Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам"		yury_liakh.61@mail.ru
61	Мади Елена Григорьевна	старший лаборант-исследователь	ФГБУ "Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН (Россия)		madi@ib.komisc.ru
62	Маюхина Дина Сергеевна	научный сотрудник	ФГБУ "Объединенная дирекция Государственного природного биосферного заповедника "Кедровая паадь" и национального парка "Земля леопарда" (Россия)		oleada607@list.ru

63	Мицюн Валерий Антонович	ведущий научный сотрудник	ГПУ "Национальный парк Браславские озера" (Беларусь)	braslav_nauka@tut.by
64	Морозов Андрей Владимирович	сотрудник	ГНПО "Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам"	
65	Мурдов Азерчин Сабир Оглы	директор	Закавказский государственный природный заповедник (Азербайджан)	amuradov@mail.ru
66	Мышляков Сергей Геннадьевич	ведущий специалист по тематической обработке данных ДЗЗ	Компания "Совзонд" (Россия)	myshliakov@sovzond.ru
67	Назаренко Евгений Александрович	ведущий инженер	ФГБУ "Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН" (Россия)	e_nazarenko@sevin.ru
68	Никитин Сергей Викторович	представитель	Центр научно-прикладных исследований по вопросам энергоинформационной безопасности "Велес" (Украина)	
69	Ничипорович Зинаида Адамовна	старший научный сотрудник, кандидат технических наук	ГНПО "Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам"	nichiporovich_z@mail.ru
70	Новицкий Руслан Викторович	заведующий сектором	ГНПО "Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам"	ntamphi@mail.ru
71	Онищук Святослав Васильевич	научный сотрудник	ГПУ "Национальный парк "Припятский" (Беларусь)	svjatslav-onishhuk@rambler.ru
72	Петросян Варос Гарегинович	главный научный сотрудник, доктор биологических наук	ФГБУ "Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН" (Россия)	petrosyan@sevin.ru
73	Покатов Игорь Геннадьевич	главный специалист	Департамент природных ресурсов и несельскохозяйственной экономики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (Россия)	pokatovig@admhmao.ru
74	Пономарева Алевтина Александровна	сотрудник	Национальный природный парк "Слобожанский" (Украина)	

75	Понтус Андрей Ромуальдович	начальник управления аэрокосмических исследований, кандидат биологических наук	РУП "Научно-производственный центр по геологии" (Беларусь)	kosmoaerogeology@tut.by
76	Пугачевский Александр Викторович	директор, кандидат биологических наук	ГНУ "Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Куллевича НАН Беларуси"	avp@biobel.bas-net.by
77	Пушкин Андрей Александрович	преподаватель, кандидат сельскохозяйственных наук	Белорусский государственный технологический университет	aa_pushkin@mail.ru
78	Роголева Нина Николаевна	младший научный сотрудник	ФГБУ ГПБЗ "Даурский" (Россия)	z-ninatog@mail.ru
79	Романенко Галина Григорьевна	председатель международного общественного комитета, кандидат биологических наук	Международная академия информационных технологий (Беларусь)	esozona@yandex.ru
80	Романенко Янина Александровна	научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук	ГНУ "Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Куллевича НАН Беларуси"	yana.kur@yandex.by
81	Роганова Ирина Николаевна	ведущий научный сотрудник, кандидат географических наук	Алтайский государственный университет, Институт водных и экологических проблем СО РАН (Россия)	roganova07@inbox.ru
82	Рыжков Олег Валентинович	заместитель директора по научной работе, кандидат биологических наук	ФГБУ "Центрально-Черноземный государственный заповедник" (Россия)	ryzhkov_oleg@mail.ru
83	Савосин Игорь Валентинович	старший научный сотрудник, кандидат военных наук	ОАО "Научно-производственная корпорация "РЕКОД" (Россия)	isavosin@rekod.ru
84	Савченко Владимир Васильевич	заведующий научно-исследовательским отделом, кандидат геолого-минералогических наук	ОАО "Белгорхимпром" (Беларусь)	savchenko@tut.by
85	Салков Сергей Александрович	младший научный сотрудник	Институт геоэкологии РАН им. Е. М. Сергеева (Россия)	sergsadkov@gmail.com
86	Саловская Елена	редактор	Интернет-портал "Wildlife" (Беларусь)	
87	Самсонов Сергей Дмитриевич	старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук	ФГБУ "Сочинский национальный парк" (Россия)	samtex@rambler.ru

88	Сасина Наталья Валерьевна	ученый секретарь	РУП "Научно-производственный центр по геологии" (Беларусь)	
89	Светлов Артем Андреевич	сотрудник	Компания "NextGIS" (Россия)	
90	Селивёрстов Олег Юрьевич	сотрудник	OSM, ГИС-Лаб (Украина)	physgeo@ukr.net
91	Семенов Олег Алексеевич	заведующий лабораторией	НИРУП "Геоинформационные системы" НАН Беларуси	
92	Серебрянная Ольга Леонидовна	сотрудник	Компания "Espi CIS" (Россия)	oserebyannaya@espi-cis.ru
93	Сипач Вячеслав Александрович	научный сотрудник, сопредседатель конференции	НИРУП "Геоинформационные системы" НАН Беларуси	slava-sipach@tut.by
94	Созинов Олег Викторович	заведующий кафедрой ботаники, кандидат биологических наук	Гродненский государственный университет им. Я. Купалы (Беларусь)	ledum@list.ru
95	Соколов Александр Сергеевич	ассистент кафедры экологии	Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины (Беларусь)	alsokol@tut.by
96	Солоневич Анатолий Николаевич	инженер-программист	ГУ "Центр геофизического мониторинга НАН Беларуси"	salanevich@cgm.org.by
97	Старовойтов Сергей Николаевич	заместитель председателя	Международная академия информационных технологий (Беларусь)	s.strv@mail.ru
98	Штилевский Иван Михайлович	начальник сектора геоинформационных технологий	УП "Проектный институт Белгипрозем" (Беларусь)	geo@belgiprozem.by
99	Тараканов Михаил Юрьевич	главный инженер	РУП "ИпЗем" (Беларусь)	mttm123@tut.by
100	Тельнова Наталья Олеговна	старший научный сотрудник	Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова	natalia.telnova@gmail.com
101	Терешина Ольга Юрьевна	сотрудник	ЗАО "ЭКОМИР" (Беларусь)	t.ecomir@tut.by

102	Тетерук Людмила Владимировна	старший научный сотрудник, кандидат биологических наук	Институт биологии Коми НЦ Уральского отделения РАН (Россия)	teteryuk@ib.komisc.ru
102	Токарчук Олег Васильевич	доцент кафедры географии, кандидат географических наук	Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина (Беларусь)	oleg.v.tokarchuk@tut.by
104	Томилин Алексей Максимович	заведующий лабораторией геoinформационных технологий, кандидат технических наук	ФГБУ "Арктический и антарктический научно исследовательский институт" (Россия)	tomilin.aleksey@gmail.com
105	Тупицына Наталья Борисовна	Старший преподаватель каф. географии и охраны природы	Могилевский государственный университет им. А.А.Кулешова (Беларусь)	natalia.tupitsyna@gmail.com
106	Углынец Сергей Анатольевич	научный сотрудник	ГНУ "Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси"	s.uglyanets@gmail.com
107	Украинский Павел Александрович	младший научный сотрудник, кандидат географических наук	Белгородский государственный университет (Россия)	ukrainski@bsu.edu.ru
108	Усова Ирина Павловна	магистр территориального планирования	ЗАО "Экопроект" (Беларусь)	iryna.usava@gmail.com
109	Хляп Людмила Айзиковна	старший научный сотрудник, кандидат биологических наук	Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (Россия)	khlyap@mail.ru
110	Хохряков Владимир Рафаэльевич	начальник отдела инвентаризации и мониторинга природных комплексов, кандидат биологических наук	ФГБУ "Национальный парк "Смоленское Поозерье" (Россия)	khokhryakov@yandex.ru
111	Чиберкус Юрий Николаевич	ведущий инженер	ЗАО "Экомир" (Беларусь)	s.ecomir@tut.by
112	Шадрakov Алексей Васильевич	заведующий кафедрой географии и охраны природы, кандидат географических наук	Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова (Беларусь)	alshadrakov@yandex.ru
113	Шарухо Игорь Николаевич	декан факультета естественных, кандидат педагогических наук	Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова (Беларусь)	sharukhogo@tambler.ru

114	Юркевич Валерий Вячеславович	заместитель директора	Учебно-научный центр "Нарочанская биологическая станция им. Г.Г. Винберга" БГУ (Беларусь)	jaroshenko.y@yandex.ua
115	Ярошенко Юрий Анагольевич	директор	Центр научно-прикладных исследований по вопросам энергоинформационной безопасности "Велес" (Украина)	
116	Яско Алена Федоровна	корреспондент	"Народная газета" (Беларусь)	
117	Ялушно Валентин Минович	заведующий, кандидат сельскохозяйственных наук	НИЛ экологии ландшафтов Белорусского государственного университета	yatsukhno@bsu.by

**УЧАСТНИКИ ШКОЛЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ГИС-НАРОЧЬ-2014  
"СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООПТ", 12-16 МАЯ 2014 Г.**

1	Андреевкова Юлия Владимировна	студент	Смоленский государственный университет (Россия)	andreen.yuliya@yandex.ru
2	Кочуб Елена Витальевна	аспирант	Белорусский государственный университет	ko4ubok@tut.by
3	Брусенцова Наталья Александровна	научный сотрудник	Национальный природный парк "Слобожанский" (Украина)	p_brusentsova@mail.ru
4	Буйченко Марьяна Юрьевна	студент	Витебский государственный университет им. П.М.Машерова (Беларусь)	mariana-1105@yandex.ru

5	Генин Всезлод Анатольевич	студент	Белорусский государственный университет	kog9@ya.ru
6	Грудинская Екатерина Михайловна	студент	Белорусский государственный университет	ekaterina.grudinskaya.93@mail.ru
7	Ежова Ольга Сергеевна	научный сотрудник	ГПУ "Национальный парк "Нарочанский" (Беларусь)	nauka@narochpark.by
8	Зайцев Павел Сергеевич	студент	Белорусский государственный университет	
9	Игнатова Кристина Игоревна	студент	Смоленский государственный университет (Россия)	kristina_ignatova.sm@mail.ru
10	Карпухина Наталья Валерьевна	научный сотрудник, кандидат географических наук	ФГБУ "Национальный парк "Лосиный остров" (Россия)	zemanatal@gambler.ru
11	Карпушенко Виолетта Сергеевна	студент	Белорусский государственный университет	violetta.karpushenko@hotmail.com
12	Ковалева Кристина Геннадьевна	студент	Смоленский государственный университет (Россия)	kristina3292@mail.ru
13	Котов Евгений Владимирович	студент	Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова (Беларусь)	kotovyugen@mail.ru
14	Курпатов Александр Михайлович	студент	Полоцкий государственный университет (Беларусь)	almikur@gmail.com
15	Милько Алеся Чеславовна	научный сотрудник	ГПУ "Национальный парк "Нарочанский" (Беларусь)	nauka@narochpark.by
16	Миронова Алина Александровна	студент	Смоленский государственный университет (Россия)	miroнова.lina2011@yandex.ru
17	Новик Ольга Ивановна	студент	Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина (Беларусь)	olkaivanovni@mail.ru
18	Новиков Алексей Александрович	преподаватель	УО "Шкловская гимназия" (Беларусь)	Alexinovikov13@gmail.com
19	Плескачевич Иван Михайлович	студент	Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина (Беларусь)	loving_god@tut.by

20	Попова Людмила Евгеньевна	студент	Алтайский государственный университет (Россия)	porova_work@bk.ru
21	Редчук Полина Сергеевна	инженер	Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена НАН Украины	adeliasea@gmail.com
22	Репин Никита Владимирович	аспирант	Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук (ИВЭП СО РАН)	ni_kl@mail.ru
23	Семенюк Александр Сергеевич	студент	Белорусский государственный университет	mauklivy@yandex.ru
24	Стрельчень Евгений Владимирович	студент	Витебский государственный университет им. П.М. Машерова (Беларусь)	evg.strelchen@tut.by
25	Трофимчук Денис Анатольевич	преподаватель	Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина (Беларусь)	denis17@yandex.ru
26	Трофимчук Екатерина Васильевна	студент	Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина (Беларусь)	e.v.trofimchuk@mail.ru
27	Чикалов Константин Михайлович	активист	Общественная организация "Чистая вода" (Беларусь)	aglokos@gmail.com
28	Шаркова Ксения Сергеевна	студент	Смоленский государственный университет (Россия)	yo-yo58@mail.ru
29	Шатило Александр Михайлович	студент	Смоленский государственный университет (Россия)	alexander.shatilo@mail.ru
30	Шелест Дмитрий Васильевич	студент	Львовский национальный университет им. И.Я. Франко (Украина)	shelestdm@ukr.net
31	Шукэйло Ольга Валерьевна	научный сотрудник	ГПУ "Национальный парк "Нарочанский" (Беларусь)	nauka@narochpark.by
32	Шулига Ева Гарасовна	студент	Львовский национальный университет им. И.Я. Франко (Украина)	shelestdm@ukr.net
33	Юдчиц Никита Геннадьевич	студент	Белорусский государственный университет	ud.nikitos@tut.by

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Кошкарев А.В.</i> Данные об особо охраняемых природных территориях в ИПД: международный и российский опыт.....	3
<i>Алексеевко Н.А.</i> Некоторые предложения по созданию единой геоинформационной системы ООПТ России .....	20
<i>Груммо Д.Г.</i> Картографирование растительности: опыт, практический аспект, перспективы .....	26
<i>Хохряков В.Р.</i> Проект «Космический парк» – как продукт использования результатов космической деятельности в области охраны природы .....	54
<i>Бавшин И.М.</i> Морфометрический анализ речных водосборов территории национального парка «Смоленское Поозерье» в открытой настольной ГИС SAGA.....	63
<i>Ротанова И.Н., Репин Н.В., Попова Л.Е.</i> Разработка геоинформационных и веб-ресурсов в природоохранных целях на примере ГИС и ВЕБ-атласа ООПТ Алтае-саянского экорегиона.....	76
<i>Рыжков О.В.</i> Приемы повышения точности определения координат и записи треков персональными gps-навигаторами GARMIN при съемке природных объектов.....	86
<i>О.В. Рыжков</i> Методика создания сглаженных полигонов в среде MAPINFO PROFESSIONAL v.12.0 по данным приборов спутникового позиционирования.....	94
<i>Рыжков О.В., Рыжкова Г.А.</i> Использование цифровых моделей рельефа для анализа геопространственных данных Центрально-черноземного заповедника.....	108
<i>Сипач В.А., Семенов О.А., Люштык В.С., Вяльцев В.Н., Волонцевич Д.Г.</i> Возможность использования данных дистанционного зондирования Земли, получаемых Белорусской космической системой дистанционного зондирования Земли, в географической информационной системе национального парка «Нарочанский» .....	145
<i>Токарчук С.М., Токарчук О.В., Трофимчук Е.В., Вахильчук А.О.</i> Основные этапы создания электронного атласа «Факторы и особенности развития агроэкотуризма в Брестской и Гродненской областях».....	165
<i>Новик О.И., Токарчук О.В., Токарчук С.М.</i> Создание ГИС республиканского биологического заказника «Споровский» для целей прикладных исследований.....	177
<i>Сипач В.А., Шукейло О.В., Новиков А.А., Ежова О.С., Милько А.Ч.</i> Использование облачной инфраструктуры платформы картографирования ArcGIS Online и серверных технологий Esri для повышения эффективности туристической деятельности в ГПУ «НП «Нарочанский» .....	183
<i>Шукейло О.В., Сипач В.А.</i> Динамика земель лесного фонда национального парка «Нарочанский» .....	193
<i>Буянов И.Ю., Кочкарев А.П.</i> Методы мониторинга животных в заповеднике «Центральносибирский» .....	203
<i>Н.Г. Юдциц</i> Использование ГИС-технологий в совершенствовании территориальной структуры ООПТ (на примере НП «Нарочанский»).....	205
Участники международной научно-практической конференции ГИС-Нарочь-2014 "Современные технологии в деятельности ООПТ", 12-16 мая 2014 г. ....	208
Участники Школы молодых ученых международной научно-практической конференции ГИС-Нарочь-2014 "Современные технологии в деятельности ООПТ", 12-16 мая 2014 г.....	217