

the most advanced automated technologies of timber measurements. Regarding Belarusian forestry conditions one should consider the possibility of technology when the timber volume registration is based on the data from an onboard harvester computer.

Статья поступила в редколлегию 09.04.2013 г.



УДК 630*587:502.72

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УПРАВЛЕНИИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫМИ ПРИРОДНЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ

Пушкин А.А.* , Архипенко Н.А.**

** УО «Белорусский государственный технологический университет»
(г. Минск, Беларусь)*

*** ГПУ «Национальный парк «Браславские озера»
(г. Браслав, Беларусь)*

Рассмотрены вопросы использования геоинформационных технологий для поддержки принятия решений в системе управления особо охраняемыми природными территориями. Представлены результаты разработки геоинформационной системы НП «Браславские озера», ее функциональные возможности и основные направления использования.

ВВЕДЕНИЕ

Управление особо охраняемыми природными территориями – деятельность, связанная с планированием и проведением природоохранных, а также иных мероприятий, учетом природных комплексов и объектов, расположенных на особо охраняемых природных территориях, контролем за соблюдением режима охраны и использования этих территорий [1]. Кроме того, в современных условиях национальные парки и Березинский биосферный заповедник ведут лесохозяйственную деятельность на территории экспериментальных лесохозяйственных хозяйств (ЭЛОХ). В этой связи государственным природоохранным учреждениям в настоящее время необходимо решать многокритериальные задачи – задачи сочетания интересов различных групп пользователей, поиска компромиссных научно обоснованных решений на основе баланса экологических и хозяйственных функций, в первую очередь, лесных экосистем.

Разработка и оценка последствий различных стратегий управления, направленных на устойчивое использование природных ресурсов, невозможны без применения современных информационных технологий, в частности без разработки компьютерных систем поддержки принятия решений (СПР) [2].

Такие системы позволят учитывать функции, которые потенциально способны выполнять экосистемы на конкретных территориях; оценивать современное состояние экосистем и функции, которые они выполняют в настоящее время; оценивать влияние современного управления лесами на такие экосистемные функции, как формирование и защита почв, условия обитаний растений и животных; оценивать выбор той или иной стратегии лесопользования; предлагать альтернативные варианты лесопользования. Обзор зарубежных информационных систем поддержки принятия решений в лесном хозяйстве и природоохранной деятельности показывает, что они успешно используются для решения достаточно широкого круга задач: моделирования динамики растительности и популяций животных, прогнозирования возникновения и распространения лесных пожаров, оценки ресурсно-экологического потенциала экосистем, планирования лесопользования и решения других задач [2].

СПР состоят из нескольких блоков, основными из которых являются базы данных, базы знаний, а также блок моделирования.

С учетом значительного объема пространственной информации в общей структуре данных Государственных природоохранных и лесохозяйственных учреждений создание подобных систем целесообразно на платформе геоинформационных систем (ГИС). Кроме того, ГИС, интегрируя картографические и атрибутивные данные, позволяют проводить пространственно-временное моделирование динамики экосистем.

Использование геоинформационных систем и связанных с ними технологий в системе управления особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) является наиболее совершенной методологией хранения, накопления, анализа и представления данных. Это обусловлено, прежде всего, тем, что ГИС позволяют осуществлять совместную обработку как пространственных данных, так и связанных с ними атрибутивных табличных данных, характеризующих различные виды земель. Такой подход интегрированного использования пространственных и атрибутивных данных в информационной системе позволяет наилучшим образом анализировать информацию и наиболее эффективно ее использовать.

В настоящее время в лесохозяйственных учреждениях Республики Беларусь, главным образом, используется геоинформационная система «Лесные ресурсы», предназначенная для учета текущих изменений, подготовки рабочих планов лесохозяйственных мероприятий и решения других лесохозяйственных задач. Однако область деятельности национальных парков гораздо шире и, кроме хозяйственной деятельности она еще включает проведение научных исследований и туристическую деятельность. В этой связи для национальных парков и Березинского заповедника созданы специализированные геоинформационные системы на платформе *Arc GIS 10* уровня *ArcView*.

Таким образом, целью работ являлась разработка соответствующей географической информационной системы, обладающей необходимыми функциональными возможностями по поддержке принятия управленческих решений в системе особо-охраняемых природных территорий и мониторинга их природно-территориальных комплексов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка и использование геоинформационных систем для управления ООПТ целесообразна, прежде всего, с целью обеспечения хранения, накопления информации, ее анализа, а также поддержки принятия управленческих решений и мониторинга природно-территориальных комплексов национальных парков и заповедников. Объектом проведения исследований является Национальный парк «Браславские озера», а предметом разработки – геоинформационная система, обладающая необходимыми функциональными возможностями для решения вышеназванных задач.

Поставленная задача решалась на основе интегрированного использования информации, полученной при базовом лесоустройстве, специальных обследованиях и материалов космической съемки. При этом создание геоинформационной системы НП «Браславские озера» выполнялось на основе базового программного обеспечения *ArcGIS 10* и системы управления базами данных (СУБД) *Microsoft Access*.

Методика создания ГИС на базе полнофункциональной системы (*ArcGIS*) включает следующие основные этапы:

- определение требований к функциональным возможностям геоинформационной системы;
- адаптация существующих и разработка новых программных функций пользователя;
- определение структуры и создание пространственных данных;
- определение структуры и создание атрибутивных данных.

Кроме того, как и любая другая разработанная информационная система, ГИС проходит этапы предварительных испытаний, опытно-производственной проверки, внедрения и разработки соответствующей эксплуатационной документации.

Опыт разработки ГИС НП «Браславские озера» показывает, что можно выделить три основных направления деятельности национальных парков, в которых целесообразно применение геоинформационных технологий: лесохозяйственная деятельность, научно-исследовательская работа, туристическая деятельность. В области лесохозяйственной деятельности ГИС может выполнять задачи учета лесного фонда и текущих изменений, планирования хозяйственных мероприятий, осуществления анализа показателей лесного фонда и многое другое. В научно-исследовательской работе на ГИС возлагаются задачи по ведению специализированных баз данных опытных объектов и мониторинга экосистем, планирования экспериментов и проведения геоинформационного анализа данных. В области туристической и экскурсионной деятельности ГИС способна решать задачи по созданию планово-картографических материалов и Интернет-приложений, популяризирующих туристическую деятельность парка, ведению баз данных туристических объектов, проведению расчетов по оптимизации положения туристических стоянок и маршрутов [3].

Создание геоинформационной системы НП «Браславские озера» выполнялось с учетом вышеизложенных особенностей деятельности парка. Известно, что функциональные возможности ГИС определяются, главным образом, тремя основными компонентами: программные функции пользователя, состав и структура пространственных данных, состав и структура атрибутивных данных.

Геоинформационная система *ArcGIS 10*, как и другие полнофункциональные ГИС, имеет ряд базовых программных функций: управление картографическими слоями, создание, редактирование картографических объектов и атрибутивных данных, поддержка внешних баз данных, функции геоинформационного анализа данных, подготовка планово-картографических материалов к печати, использование технологий глобального позиционирования и многое другое.

Однако для практического использования ГИС в конкретной предметной области зачастую необходимы специальные, наиболее удобные для пользователя программные функции. Данная задача решается путем разработки дополнительных пользовательских приложений. При разработке ГИС НП «Браславские озера» выполнена доработка программных функций пользователя в части идентификации объектов карты, формирования именованных запросов и тематических карт пользователя, создания отчетных документов и анализа атрибутивных данных. Для этого разработано соответствующее программное приложение с использованием среды программирования *Visual C++*.

При создании векторных карт геоинформационной системы использовалась общепринятая методика векторизации растровых изображений [4]. Преобразование атрибутивной поведельной базы данных лесоустройства выполнялось на основе использования программных функций *MS Access* [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Создание геоинформационной системы НП «Браславские озера» выполнено на базе полнофункциональной системы *ArcGIS 10* с дополнительно разработанным программным модулем и СУБД *MS Access*. При этом дополнительные программные функции доступны через стандартный интерфейс системы *ArcGIS 10* и позволяют выполнять идентификацию объектов, осуществлять запросы к связанным таблицам, отображая при этом только значащие поля, формировать лесные тематические карты по запросу пользователя, создавать отчетные документы по атрибутивным характеристикам объектов в *Ms Excel* (рисунок 1).

Также с целью формирования отчетных документов с использованием программных функций *MS Access* непосредственно в базе геоданных разработан ряд запросов, позволяющих создавать формы по учету лесного фонда (форма 1, форма 2) [6]. При этом перечень форм отчетных документов может быть расширен пользователем на основе содержащейся в базе данных информации.

Эффективное использование геоинформационных технологий не представляется без систем глобального позиционирования. В настоящее время в деятельности национальных парков целесообразно выделить два направления использования данных технологий: осуществление навигации по территории и проведение *GPS*-съемки. В первом случае ГИС устанавливается на мобильное устройство (как правило, планшет) и используется для установления границ объектов в натуре, а также идентификации объектов местности и просмотра их характеристик. *GPS*-съемка используется для актуализации картографической информации и насыщения базы геоданных. При этом достаточно использование базовых программных функций геоинформационной системы *ArcGIS 10*.

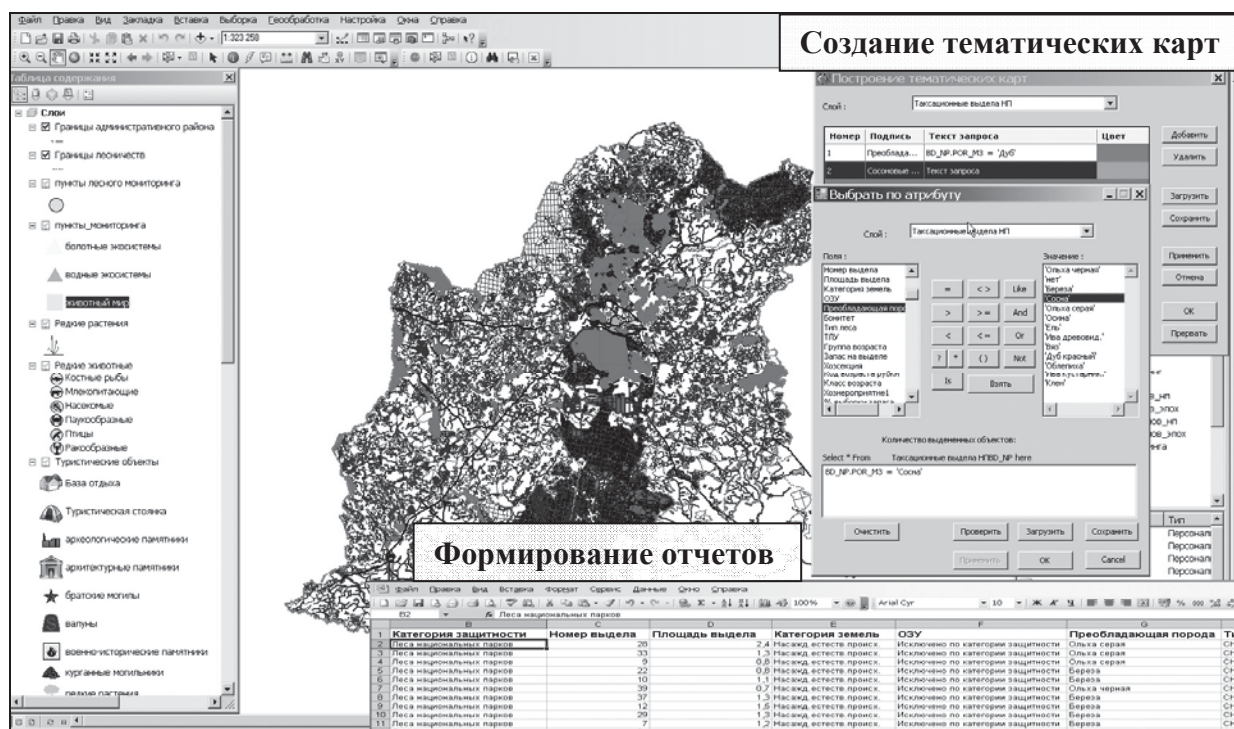


Рисунок 1 – Геоинформационная система НП «Браславские озера»

Таким образом, на основе сочетания базовых и специализированных программных функций ГИС представляет наиболее удобный инструментальный анализа данных и поддержки принятия соответствующих управленческих решений. Однако во многом решение поставленных задач определяется наличием самих данных и их полнотой.

Традиционно все данные, используемые в ГИС, делят на две группы: пространственные – главным образом, цифровые карты и данные дистанционного зондирования; атрибутивные – описательные характеристики картографических объектов [4].

Необходимо отметить, что в настоящее время на особо охраняемые природные территории накоплен значительный объем данных, полученных в результате проведения лесоустройства, мониторинга природно-

территориальных комплексов, функционального зонирования территории и различного рода других специальных обследованиях. Вместе с тем, зачастую эти данные несогласованны, имеют разный формат и координатную привязку, что затрудняет их совместное использование. В этой связи геоинформационная система является той единой платформой, которая интегрирует всю разностороннюю информацию по особо охраняемым природным территориям и позволяет наиболее полным образом ее учитывать при выработке управленческих решений.

Анализ существующей исходной информации, выполненный на примере НП «Браславские озера», показывает, что при создании ГИС ООПТ целесообразно выделить три базовых компонента пространственных данных, включаемых в общую базу геоданных: цифровые лесные карты, карты специальных обследований, материалы космической съемки (рисунок 2).



Рисунок 2 – Структура пространственных данных ГИС НП «Браславские озера»

При этом все данные находятся в единой системе координат *WGS 84*, что облегчает в последующем использование материалов космической съемки и технологий систем глобального позиционирования.

Используемые в ГИС НП «Браславские озера» цифровые лесные карты получены в результате проведения базового лесоустройства и включают стандартный перечень картографических слоев: границы кварталов, выдела, дороги, населенные пункты, административные границы, границы лесничеств, гидрография и др.

Карты специальных обследований получены в результате проведения дополнительных обследований территории национального парка и содержат слои туристических объектов, мест обитания редких животных и произрастания редких растений, глубин озер, функционального зонирования территории, пунктов мониторинга и др. Создание данных карт осуществлялось путем векторизации объектов по ранее созданным картографическим материалам. Данные космической съемки представлены снимками со спутников *QuickBird*, *RapidEye* и предназначены для увеличения информативности картографических данных. Пространственные данные также содержат детальные схемы туристических стоянок, подключаемые к объектам цифровой карты.

Кроме того, при решении ряда практических задач пользователи геоинформационной системы могут создавать собственные производные картографические слои. При этом создание данных материалов основывается на функциях геоинформационного пространственного анализа данных (рисунок 2).

К картографическому слою таксационных выделов предусматривается подключение повыдельной лесотаксационной базы данных, полученной в результате проведения базового лесоустройства.

Учитывая особенности ведения хозяйственной и природоохранной деятельности в национальных парках, пространственные и атрибутивные данные ГИС НП «Браславские озера» созданы отдельно на территорию непосредственно самого национального парка и экспериментального лесохозяйственного хозяйства.

Таблицы атрибутивных данных также подключаются к ряду картографических слоев специальных обследований: дополнительные ограничения хозяйственной и рекреационной деятельности, туристические объекты, места обитания редких животных, места произрастания редких растений, функциональные зоны и др. Наличие подключенной к картографическим слоям атрибутивной информации позволяет пользователям создавать запросы, формировать тематические карты и отчетные документы, проводить геоинформационный анализ данных.

Атрибутивные данные ГИС НП «Браславские озера» включают два основных компонента: повыдельные лесотаксационные данные, полученные при базовом лесоустройстве, а также атрибутивные данные, характеризующие картографические слои специальных обследований. Повыдельная база данных, формируемая РУП «Белгослес» в результате лесоустройства, имеет достаточно сложную структуру, закодированные показатели и ее непосредственное использование в ГИС не представляется возможным. В этой связи при создании ГИС НП «Браславские озера» выполнялось преобразование данных с использованием ряда специализированных *SQL*-запросов в *MS Access*. В результате проведенных преобразований повыдельная база данных содержит две связанных между собой таблицы. Первая таблица содержит показатели, характеризующие таксационный выдел в целом (площадь, бонитет, тип леса, преобладающий древесный вид и др.), вторая – показатели, характеризующие элементы леса покрытых лесом земель (древесная порода, возраст, средний диаметр, высота, запас и др.).

Все используемые в ГИС НП «Браславские озера» пространственные и атрибутивные данные интегрированы в единую базу геоданных *ArcGIS 10*. Такой подход позволяет хранить пространственную информацию и атрибутивные данные в одном файле формата *MS Access*, что упрощает администрирование и доступ к данным, а также создание отчетных документов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение ГИС в НП «Браславские озера» позволило уже на начальном этапе систематизировать имеющуюся информацию, полученную в результате различных обследований территории национального парка, перевести все данные на единую платформу, что позволяет обеспечить совместный анализ материалов, полученных из разных источников.

В настоящее время ГИС НП «Браславские озера» на основе базовых и разработанных программных функций, а также созданной базы геоданных, позволяет решать задачи по формированию запросов и созданию тематических карт, созданию отчетной документации по запросу пользователя, использованию средств глобального позиционирования, подготовки планово-картографических материалов, ведению специализированных баз данных и проведения геоинформационного анализа.

Совершенно очевидно, что в современных условиях поиск оптимальных и научно обоснованных решений в системе управления особо охраняемыми природными территориями может осуществляться только на основе использования информационных систем поддержки принятия решений, позволяющих учитывать множество факторов и интересов, проводить многокритериальные расчеты на основе баланса экологических и хозяйственных функций экосистем. Разработка и внедрение геоинформационных систем в национальных парках и Березинском биосферном заповеднике является начальным этапом в процессе создания данных инструментов. На следующих этапах развития информационных технологий в системе управления ООПТ значительное внимание следует уделять расширению функциональных возможностей программных средств с целью моделирования динамики и оптимизации использования экосистем с учетом доминирующего значения экологических функций.

ЛИТЕРАТУРА

1 Об особо охраняемых природных территориях: Закон Республики Беларусь от 20 октября 1994 г. № 3335-ХП. – Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь 19 марта 2001 г. №2/451.

2 Ханина, Л.Г. Компьютерные системы поддержки принятия решений в лесном хозяйстве: обзор современного состояния / Л.Г. Ханина, В.Э. Смирнов, Н.В. Лукина // Хвойные бореальной зоны. –2009. – Выпуск XXVI, № 2 – С. 187–196.

3 Пушкин, А.А. Использование геоинформационных технологий в системе особо охраняемых природных территорий на примере Национального

парка «Браславские озера» / А.А. Пушкин, Н.А. Архипенко // Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь: Материалы Международной научно-практической конференции, п. Домжерицы 2012 / Белорусский Дом печати – Мн., 2012. – С. 183–186.

4 Капралов, Е.Г. Геоинформатика: учеб. для студ. высш. учебн. заведений / Е.Г. Капралов [и др.]; под ред. В.С. Тикунова – 2-е изд. – М.: Академия, 2008. – 384 с.

5 Ламберт, С. Microsoft Access 2007: русская версия: пер. с англ. / С. Ламберт [и др.]; под общ. ред. С. Ламберт. – Москва: Эком, 2007. – 431 с.

6 Положение об информационной системе государственного учета лесного фонда: утв. Постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь 10.07.2008 № 21 – Минск: РУП «Белгослес», 2008. – 57 с.

GIS TECHNOLOGY AS AN ELEMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM IN THE MANAGEMENT OF PROTECTED AREAS

Pushkin A.A., Arhipenko N.A.

Questions of use GIS technology to support decision making in the management of protected areas are considered in this paper. The paper presents the results of the development of geographic information system of the National Park «Braslav Lakes», as well as its functional features and direction of practical use.

Статья поступила в редколлегию 01.04.2013 г.



УДК 630*562.2

ОЦЕНКА СРЕДНЕГО ПРИРОСТА ПО ЗАПАСУ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПО КЛАССАМ БОНИТЕТА В ГИС «ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ»

Сидельник Н.Я.

*Белорусский государственный технологический университет
(г. Минск, Беларусь)*

Со средним приростом по запасу тесно связаны оценка эффективности регулирования породной и возрастной структуры лесов, оценка проведенных лесохозяйственных мероприятий, устойчивое лесоуправление и нормирование лесопользования. С использованием ГИС «Лесные ресурсы» можно получать оперативную информацию о среднем приросте древостоев, лесных массивов, насаждений лесничества и лесхоза. Выполнена группировка собранного материала по естественным рядам роста и раз-