

ГИС – технологии в мониторинге биоразнообразия лесов



Пузаченко М.Ю., Институт по проблемам экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, e-mail: puzak@orc.ru

Черненко Т.В., Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, e-mail: chern@cepl.rssi.ru

Национальная Стратегия по сохранению биоразнообразия была разработана и принята в нашей стране в 2001 г. в соответствии с межправительственными и международными соглашениями. Важной составляющей плана действий в русле этой стратегии является направление, реализуемое в виде программы "Разработка методологических основ мониторинга биоразнообразия лесов". Головной организацией этого направления выступает Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (руководитель - академик А.С. Исаев).

Эффективность осуществления мониторинга лесов в значительной степени определяется наличием развитой информационной базы с характеристиками состояния и динамики лесного фонда, его экологического и ресурсного потенциала, а также знаний основных условий роста и развития лесных экосистем. Использование ГИС-технологий, обеспечивающих сбор, хранение, обработку, анализ и отображение на электронной карте разнородных объектов и явлений, создает необходимые условия для проведения инвентаризационных работ, создания тематических карт и их дальнейшего использования. В этой связи, в ходе реализации Программы была разработана научная база для осуществления основных приемов оценки и мониторинга биоразнообразия лесов России при использовании ГИС. В целях сопоставления данных и стандартизации подходов использовался опыт международных программ по разработке системы индикаторов и критериев оценки биоразнообразия, масштабов и уровней оценки, уделялось внимание вопросам гармонизации форматов данных и их обработки [8, 13, 14, 15, 16, 17].

Разные масштабы и цели оценки состояния лесов требуют учета многих аспектов и параметров биоразнообразия. В частности, на федеральном уровне необходимо осуществлять контроль эффективности региональной политики в области отношения к биоразнообразию, как составляющей устойчивого развития, и на основе этой оценки в случае констатации неблагоприятных тенденций искать пути их устранения. С другой стороны, макрорегиональный уровень представляет обобщенную информацию о состоянии биоразнообразия в разрезе крупных территориальных подразделений (экорегiónов/мезорегионов). Эта информация имеет большое политическое и экономическое значения, так как в ближайшем будущем будет неизбежно влиять на экспертные цены и квоты ресурсов и продуктов их переработки и на дотации, направляемые мировым сообществом на поддержание разнообразия [10].

Целью разработки "ГИС мониторинга биоразнообразия лесов" является обеспечение инвентари-

зационных и мониторинговых процедур с возможностью обобщения, стандартизации и анализа разнородных данных по состоянию и качеству лесов России на базе данных лесостроительства, данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и материалов наземных исследований. Это позволит иметь представление о текущем состоянии лесных территорий, прогнозировать их развитие с учетом естественной динамики лесов, интенсивности лесопользования и сохранения биоразнообразия.

При инвентаризации и мониторинге биоразнообразия лесов в реализуемом Проекте основными приняты три масштабных уровня: федеральный, региональный и локальный. Для этих уровней последовательно решались такие задачи:

1. Разработка тематического содержания и базовых алгоритмов информационной системы "ГИС мониторинга биоразнообразия лесов"
 - Подбор типовых информационных материалов и формирование картографических и семантических баз данных;
 - Разработка процедуры и алгоритмов совмещения разнородных картографических данных и ДДЗ;
 - Выбор параметров и оптимальных оценочных процедур для определения экосистемного биоразнообразия лесов.
2. Разработка алгоритмов многоуровневой генерализации параметров биоразнообразия
 - Верификация данных дистанционного зондирования;
 - Расчет и визуализация основных параметров/индексов биоразнообразия.

Тематическое содержание и базовые алгоритмы системы

Основные источники получения информации для "ГИС мониторинга биоразнообразия лесов" - это материалы лесостроительства, картографические и дистанционные данные, материалы полевых наземных исследований. Для решения поставленных задач были сформированы два основных функциональных блока информационной системы: инвентаризационный и аналитический. Получаемые с их помощью результаты должны быть использованы в региональной практике природопользования при выработке решений на основе анализа разработанных критериев, полученных индексов и оценок состояния биоразнообразия (организационно-управленческий блок). Обычно данный этап комбинируется с разработкой прикладных эколого-экономических моделей, прогнозов и альтернативных сценариев природопользования (рис. 1).

В соответствии с тематическим содержанием ГИС, в первую очередь формировался **инвентаризационный блок**. В нем собиралась

первичная информация, характеризующая объекты и формирующаяся в виде пространственной и атрибутивной баз данных. Пространственная база данных включает, главным образом, географические характеристики поверхности Земли в соответствующем масштабе, предопределяющие биоразнообразие растительного покрова. Помимо характеристик природной среды (климат, рельеф, гидрология, наземный покров и проч.), важны социально-экономические показатели территории (плотность населения, характеристики инфраструктуры и т.д.). В начальном варианте подбирались материалы в виде существующих и обновленных карт, преобразованных в картографические слои разного масштаба (шейп-файлы ArcView), дополняющиеся за исключением ДДЗ* достаточно редко (рис. 2).

Данные для каждого масштабного уровня были представлены в виде пространственно локализованных растровых или векторных покрытий (слоев) и связанных с ними семантических данных (атрибутивная база), характеризующих объекты слоя. Атрибутивная база представлена как в виде отдельных таблиц (значения легенды, характеристика контуров тематических карт, литературные и фондовые данные), так и в виде баз данных (лесостроительная, данные наземных исследований в виде формализованных геоботанических описаний). Так как данные поступают из разных источников, по-разному организованы и хранятся, для их последующего анализа были созданы формы приведения данных к ограниченному числу форматов.

Интеграция покрытий для всех масштабных уровней осуществлялась в пакете ArcView. Необходимым условием интеграции разнородных данных является унификация их математической основы (проекция). Для данных в растровом формате перевод в принятую проекцию требовал математической трансформации, осуществляемой в среде ERDAS IMAGINE.

Аналитический блок содержит данные, полученные в результате обработки первичной информации (классификация, типизация, вычисление индексов, экспертная оценка). Итогом географического способа подачи информации такого типа являются карты, характеризующие состояние биоразнообразия лесов на локальном, региональном и федеральном уровнях. Большинство из них являются общедоступными, например, электронные версии карты сохранившихся крупных массивов малонарушенных лесов [3] и карты растительного покрова Северной Евразии [12]. Другую часть составляют доработанные версии бумажных карт, оцифрованных и преобразованных в векторный формат: зонально-типологическая карта С.Ф.Курнаева [6], карта лесохозяйственного районирования [5], ландшафтная карта СССР [4], карта ландшафтно-экологических мезорегионов А.Г.Исаченко [2], карта зон и типов поясности растительности [1], карта лесов СССР (1990), карта климатического районирования [7]. Третья часть - научный продукт, полученный в рамках Проекта.

На основе этой картографической информации рассчитывались производные индексы (параметры), характеризующие биоразнообразие лесов на уровне отдельных административных подразделений (область, край) и/или природных единиц (ландшафтные мезорегионы, зоны и типы поясности растительности и др.), а также для федерального уровня. Оценка биоразнообразия на макрорегиональном (федеральном) уровне позволяет решать стратегические задачи, например: представлять масштаб потерь типологического разно-

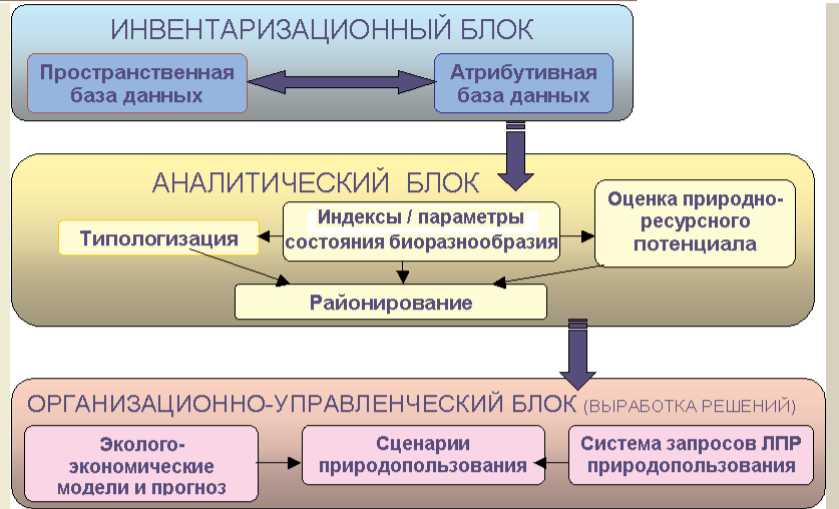


Рис. 1. Тематическое содержание "ГИС мониторинга биоразнообразия лесов".

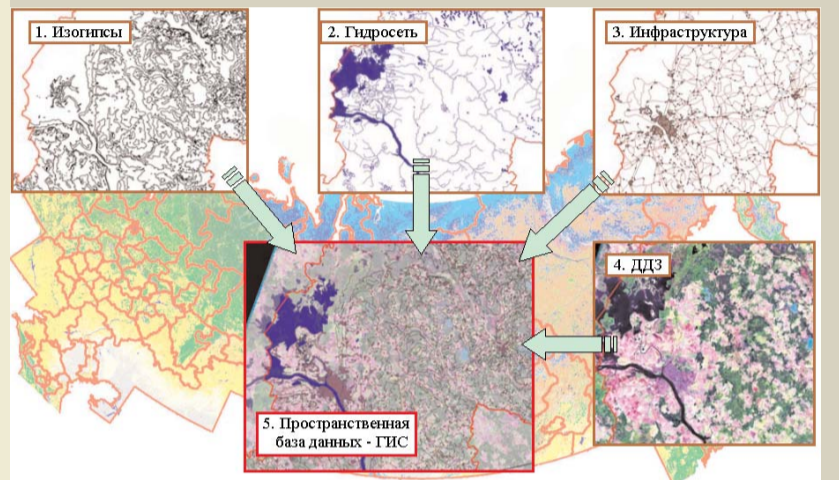


Рис. 2. Типовое наполнение пространственной базы данных ГИС.

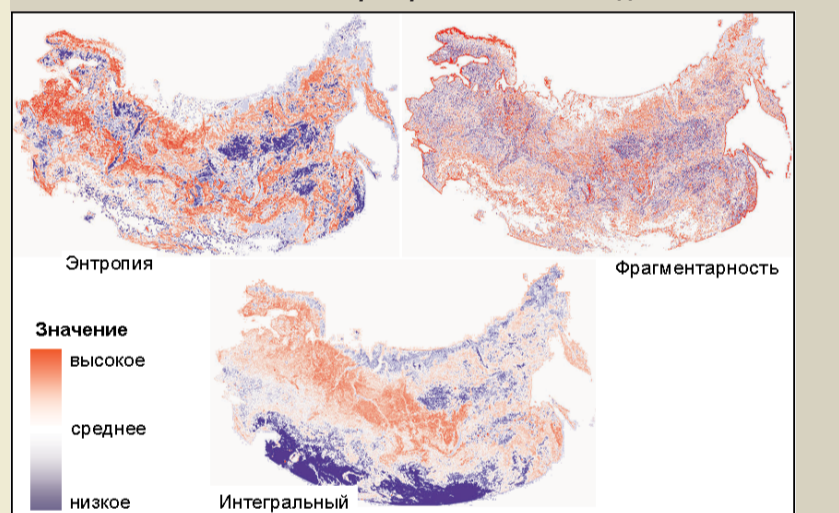


Рис. 3. Индексы структурного разнообразия растительного покрова на федеральном уровне, рассчитанные на основе карты растительного покрова Северной Евразии [12].

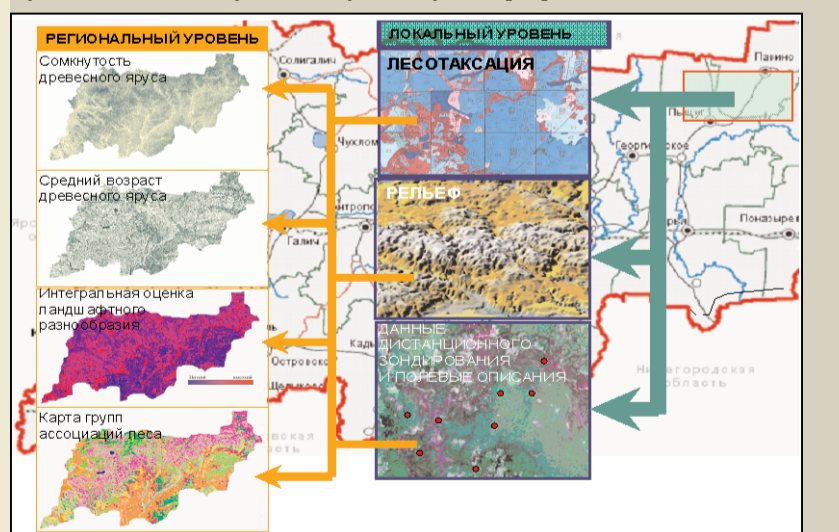


Рис. 4. Некоторые показатели биоразнообразия для регионального уровня, полученные на основе данных дистанционного зондирования, моделей рельефа и наземных исследований.

образия по всей территории страны, определять площади и тенденции сокращения лесных территорий или характер преобразования лесных сообществ на общемировом уровне. Для оценки таких параметров как общая лесистость территории, площадь и доля ненарушенных лесов, доля вторичных лесов, площадь и доля лесов, затронутых биотическими нарушениями, пожарами, техногенными воздействиями, ландшафтные индексы (энтропия, фрагментарность и

прочие) в ходе реализации Проекта были разработаны и применены методы, основанные на использовании ДДЗ.

Данные космического мониторинга лесов рассматриваются в качестве важнейшего компонента информационного обеспечения региональных моделей естественной и антропогенной динамики лесного покрова. Дистанционными методами могут быть выявлены подробности, определить которые при проведении наземных визуальных

* В Проекте использовался продукт съемки Landsat 5 - GeoCoverTM, представляющий мозаику снимков 6x6 градусов с локальным выравниванием яркостей. Пространственное разрешение продукта 28,5 м (точность позиционирования 50 м), спектральное - 3 канала съемки Landsat (средний инфракрасный, ближний инфракрасный, зеленый), временное - 1990 г. +/- 3 года. Этот продукт распространяется через Интернет свободно. Использование GeoCoverLandsatTM целесообразно на региональном уровне в масштабе от 1:100 000.