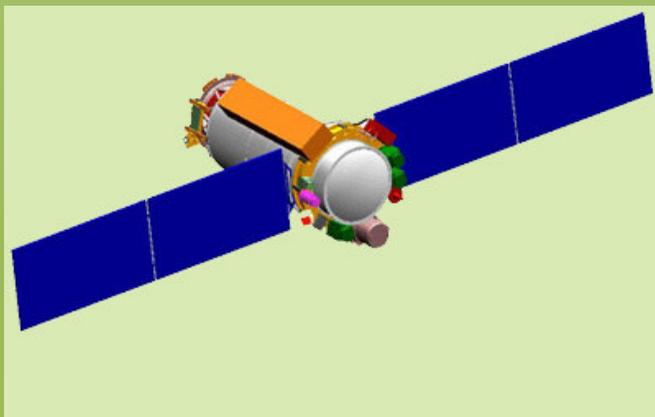


**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
И САДОВО-ПАРКОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.**

**ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДАННЫХ
ДИСЦИПЛИН В ВЫСШИХ
И СРЕДНИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**

ВСЕРОССИЙСКИЙ СЕМИНАР

СБОРНИК СТАТЕЙ



Йошкар-Ола
Марийский государственный технический университет
2008

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ
В ОБЛАСТИ ЛЕСНОГО ДЕЛА МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЦЕНТР ПО ПРОБЛЕМАМ ЭКОЛОГИИ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ РАН
МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
И САДОВО-ПАРКОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.**

**ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДАННЫХ
ДИСЦИПЛИН В ВЫСШИХ
И СРЕДНИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**

ВСЕРОССИЙСКИЙ СЕМИНАР

СБОРНИК СТАТЕЙ

Йошкар-Ола
Марийский государственный технический университет
2008

УДК 528.7(202)/.85:004.9

ББК 43.4

С 56

Редакционная коллегия

В.И. Сухих, В.Л. Черных, М.А. Ануфриев

С 56 Современное состояние и перспективы применения ГИС-технологий и аэрокосмических методов в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве. Особенности преподавания данных дисциплин в высших и средних учебных заведениях: Сб. статей. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008. – 140 с.
ISBN 978-5-8158-0594-1

Сборник статей подготовлен по материалам, представленным участниками Всероссийского семинара «Современное состояние и перспективы применения ГИС-технологий и аэрокосмических методов в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве. Особенности преподавания данных дисциплин в высших и средних учебных заведениях». Статьи посвящены анализу и опыту применения дистанционных методов и ГИС-технологий в лесном хозяйстве и преподавания дисциплин «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве», «Геоинформационные системы» и «Дистанционные методы изучения лесов».

Для студентов, аспирантов, преподавателей, инженерно-технических работников лесного хозяйства и лесоустройства.

УДК 528.7(202)/.85:004.9

ББК 43.4

ISBN 978-5-8158-0594-1

© Марийский государственный
технический университет, 2008

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современные тенденции развития и применения дистанционных методов и информационных технологий в исследованиях природных ресурсов Земли и в процессах управления свидетельствуют о неизбежности и необходимости широкого их применения в лесном хозяйстве России. Компьютерные технологии, основанные на применении данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и геоинформационных систем (ГИС), обеспечивая сбор, хранение, моделирование, анализ и представление разнообразной информации о лесах и протекающих в них природных явлениях и процессах, находят все более широкое применение практически во всех странах мира, в том числе и в России, в системах сбора информации о лесах (лесоустройстве, национальных инвентаризациях, различных видах мониторингов лесов) и в процессах лесопользования: при планировании, прогнозировании и принятии стратегических решений в области лесных отношений. Эти тенденции должны учитываться при разработке учебных программ и образовательных курсов высших и средних учебных заведений, готовящих специалистов лесного хозяйства. С этой целью и был запланирован данный Всероссийский семинар.

В сборнике приводятся статьи, представленные участниками семинара и посвященные анализу и опыту применения дистанционных методов и ГИС-технологий в лесном хозяйстве и преподавания дисциплин «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве», «Геоинформационные системы» и «Дистанционные методы изучения лесов». Анализируются возможности современных аэро- и космических изображений различного пространственного и спектрального разрешения, тенденции развития ДДЗ, ГИС-технологий, систем глобального позиционирования (GPS или ГЛОНАСС) в лесном хозяйстве.

Главная цель Всероссийского семинара заключается в обобщении практического опыта преподавания дисциплин «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и садово-парковом строительстве», «Геоинформационные системы» и «Дистанционные методы изучения лесов» в вузах России и выработке конкретных действий по совершенствованию образовательного стандарта по специальности «Лесное хозяйство и садово-парковое строительство».

С текстами докладов, как опубликованных в данном сборнике, так и не вошедших в него, а также с резолюцией Всероссийского семинара можно ознакомиться на сайте МарГТУ www.marstu.net.

АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И САДОВО-ПАРКОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЛАНДШАФТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.И. Сухих

Москва, ЦЭПЛ РАН – Йошкар-Ола, МарГТУ

Лесное хозяйство России находится в стадии преобразования организационной структуры и деятельности всех входящих в него подразделений. Изменились функции федерального, региональных и муниципальных органов лесопользования. Существенно сократился штат лесной охраны. Разрушены централизованные системы охраны лесов от пожаров и лесопользования. Численность персонала в подразделениях авиалесоохраны уменьшилась по сравнению с 80-ми гг. прошлого столетия почти на половину. Еще более разительные изменения произошли в системе лесопользования. Все лесопользовательские предприятия преобразованы в филиалы Рослесинфорга, основная задача которого разработка методологии и проведение Государственной инвентаризации лесов, далеко не первоочередной задачи для России, поскольку в советский период все ее леса были изучены и картографированы в процессе проведения лесопользовательских и лесоинвентаризационных работ.

На сегодня проведение собственно лесопользовательских работ практически приостановлено. В 2007 г. впервые за более чем 200 - летнюю историю они Рослесхозом не финансировались и соответственно не проводились. Не проводилась и аэрофотосъемка. Рослесхоз и органы лесного хозяйства субъектов Федерации не предполагают проводить лесопользование и аэрофотосъемку и в 2008 г. Да, в принципе, в настоящее время и проводить то его не кому, поскольку корпус лесопользователей - полеводов (начальников партии, таксаторов, помощников таксаторов, геодезистов) уменьшился до такого минимума, что в ближайшие годы рассчитывать, что он сможет выполнять значительные объемы работ по лесопользованию, наряду с выполнением работ по Государственной инвентаризации лесов, не реально. Если в советское время (1990 г.) численность лесопользовательских предприятий, расположенных

на территории СССР, составляла (без учета сезонных рабочих) свыше 8 тыс., в том числе в России около 6 тыс., из них «полевиков» примерно 4 тыс. чел, то сейчас во всех предприятиях «полевиков» осталось менее тысячи. Но необходимо иметь в виду еще и то, что наряду с российскими на ее территории ранее работали белорусские, украинские, прибалтийские, грузинские, узбекские и казахстанские лесоустроители. При этом среди тех, кто выезжал на полевые работы в последние годы, преобладали люди старшего возраста, пенсионеры. Лесоустройство стало непрестижным. Молодые специалисты, в силу, прежде всего, социально-экономических и бытовых проблем, работать в лесоустройство не идут, а более молодая часть лесоустроителей – полевиков по этим же причинам покидает лесоустройство.

Однако, несмотря на кризисные ситуации в лесоустройстве и авиационной охране лесов от пожаров и «кадровый голод», Лесным кодексом (2006 г.) перед лесным хозяйством поставлен комплекс задач, связанных с его информационным обеспечением по организации и проведению: лесоустройства, государственной инвентаризации лесов, нескольких видов мониторинга (лесопожарного, лесопатологического, оценки состояния лесопользования и др.). Для выполнения этих задач потребуется значительное количество высококвалифицированных специалистов. Но привлечь их можно будет лишь при создании менее трудоемких и более комфортных условий труда (снижения доли работ в полевых условиях) и более высокой системы оплаты труда в сравнении с другими отраслями хозяйства.

Сейчас в среде определенной части управленцев, прежде всего федерального уровня, распространяется мнение не обязательности проведения лесоустройства на значительных площадях, а проводить его лишь в лесных участках, переданных в долгосрочную аренду, и то лишь тогда, когда в нем будет заинтересован и профинансирует его арендатор, поскольку укрупненную информацию о состоянии и динамике лесов (на уровне учета лесного фонда регионов и страны) органы лесного хозяйства регионов и страны будет иметь возможность получать в перспективе по данным Государственной инвентаризации лесов.

Конечно, можно, наверно, несколько лет обойтись без нового лесоустройства, актуализируя имеющиеся данные по таксации леса. Но специалистам известно, что данные лесоустройства быстро стареют, поскольку в процессе естественных процессов роста и развития лесных экосистем и воздействия на них комплекса антропогенных и природных факторов происходят существенные изменения в качественных и количественных характеристиках лесов и их пространственном размещении

по территории. Поэтому не зря в российской и мировой практике принято проводить примерно через 10 лет (реже 15-20 лет) повторное лесоустройство (ревизию лесоустройства). Если повторные работы не проводить, то материалы лесоустройства через 15-20 лет обесцениваются и не могут использоваться при устойчивом лесопользовании. Тогда и лесное хозяйство и лесопользователи «впадут в кому». Единственно для кого будет польза от этого – криминальным структурам, поскольку существенно усложнится контроль за объемами заготовок древесины и ее транспортными потоками.

Необходимость регулярного проведения лесоустройства закреплена постановлением Правительства РФ от 18 июня 2007 г. №377 «О правилах проведения лесоустройства», в котором говорится: «Материалы лесоустройства являются основанием для разработки лесных планов субъектов Российской Федерации, лесохозяйственных регламентов, проектов освоения лесов и внесения в них изменений, а также для ведения государственного лесного реестра и осуществления государственной инвентаризации лесов» (п. 10). А «Состав лесохозяйственных регламентов, порядок их разработки, сроки их действия и порядок внесения изменений», утвержденный приказом МПР РФ от 19 апреля 2007 г. № 106, предусматривает, что лесохозяйственный регламент разрабатывается на срок до десяти лет (п. 14).

Таким образом, как бы кому не хотелось «похоронить» лесоустройство, но в обозримой перспективе в России в обязательном порядке оно должно проводиться на регулярной основе всех лесничеств (лесопарков), по крайней мере, в зоне ведения интенсивного лесного хозяйства и лесозаготовки. Естественно, методы его проведения могут быть различными. В резервных лесах и тяготеющих к ним защитных лесах возможно проведение актуализации материалов предыдущих лесоустроительных и лесоинвентаризационных работ на основе дешифрирования космических снимков и данных различных видов мониторингов. В лесах, где ведется интенсивная лесохозяйственная и лесозаготовительная деятельность, должны применяться методы межевания и таксации, обеспечивающие достижение требуемой точности. Но и они должны быть усовершенствованы и трудоемкость полевых работ сведена к возможному минимуму.

Таким образом, в целях изучения лесов, оценки их ресурсного потенциала и разработки различных планов и проектов, предусмотренных Лесным кодексом, в российских лесах в обязательном порядке должно проводиться лесоустройство на регулярной основе, поскольку ни государственная инвентаризация лесов, ни различные виды мониторингов и

обследований не смогут его заменить при составлении лесных планов, лесохозяйственных регламентов, лесных реестров и проектов освоения лесов.

При этом подлинной технической основой всего комплекса работ по информационному обеспечению лесного хозяйства (лесоустройства, госинвентаризации, мониторинги и пр.) в нашей многолесной стране при ограниченных финансовых и трудовых ресурсах должны стать материалы дистанционного (космического и авиационного) зондирования и ГИС технологии. Альтернативы им нет.

Существует объективная необходимость максимального снижения трудоемкости всех видов работ, связанных с информационным обеспечением органов лесоуправления всех уровней. А это может быть достигнуто лишь при четырех условиях: а) использование высокоинформативных материалов аэро и космических съемок, обеспечивающих получение количественных и качественных характеристик о лесах с требуемой детальностью и точностью; б) наличие высококвалифицированных специалистов, в совершенстве знающих лес – объект дешифрирования и владеющих современными методами и технологиями дешифрирования аэро и космических снимков; в) научно обоснованные методы и технологии решения различных задач в среде геоинформационных систем; г) грамотное использование современных технических и программных средств.

В связи с этим важнейшей задачей, стоящей перед высшими и средними учебными заведениями страны, готовящими специалистов по специальности «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве», является повышение уровня подготовки специалистов высшей и средней квалификации. Они наряду с общеобразовательными и специальными лесохозяйственными дисциплинами должны овладеть и умело применять на практике, работая в лесничествах (лесопарках), лесоустройстве, организациях, осуществляющих работы по государственной инвентаризации лесов, проведению различных видов мониторинга, занятые на работах по ландшафтному строительству, методы и технологии, основанные на применении современных и перспективных средств дистанционного зондирования и методов анализа и обработки аэросъемочной информации.

В настоящее время дистанционные методы и технологии находятся в постоянном развитии. Совершенствуются съемочная аппаратура, применяемая для съемки с воздушных и космических носителей и съемочный процесс, все большее применение, прежде всего при съемках из космоса, находят многоспектральные цифровые камеры, развиваются

лазерные и радиолокационные съемки. Получили мощное развитие методы цифровой обработки аэрокосмических снимков.

Инженеры, бакалавры, магистры, техники лесного хозяйства должны иметь четкое представление: о лесе, как объекте лесного дешифрирования; комплексе современных и перспективных съемочных средств; о традиционных аналитико-измерительных и новейших компьютерных технологиях анализа и обработки снимков разных типов при решении различных задач лесного хозяйства и ландшафтного строительства. Они должны ориентироваться в современных методах компьютерного анализа снимков, практически освоить современные технологии обработки снимков при решении практических задач, связанных с изучением, картографированием лесов и оценкой их состояния.

Все вышеизложенное требует пересмотра учебного плана образовательной программы «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве» для магистров, инженеров, бакалавров, техников, существенного увеличения количества часов как для лекционных и лабораторных занятий, так и для самостоятельной работы.

Требуется пересмотреть и программу курса по дисциплине и структуру учебно-методической литературы, прежде всего учебных пособий и методик для проведения лабораторных занятий и самостоятельной работы. Они должны больше внимания уделять перспективным средствам дистанционного зондирования лесов и методам решения на их основе различных задач лесного хозяйства и ландшафтного строительства.

Целесообразно в дополнение к основному курсу включить в учебные курсы по геодезии (раздел картографии), ландшафтному (зеленому) строительству, лесной таксации, лесоводству, охраны и защиты леса, агро- и гидромелиорации разделы по применению аэрокосмических методов и технологий применительно к данным разделам знаний. При этом чтение лекций и проведение лабораторных занятий по ним может быть возложено на профессорско-преподавательский состав кафедр по лесной таксации, лесоустройству, аэрокосмическим методам и геоинформационным системам, как профилирующих по дисциплине «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве». По предварительной оценке, общий курс по данной дисциплине по профилирующей кафедре должен быть около 500 час., в том числе лекций 100 час., лабораторных занятий 150 час. И самостоятельной работы 250 час. Кроме того, суммарное количество часов в курсах смежных дисциплин – 200 – 300 час. Конечно, осуществить это не просто и не безболезненно. Для этого необходимо провести тщательный объективный анализ учебных планов всех дисциплин, изучаемых за весь период

обучения и исключения из них менее важных вопросов. Возможно, нужна специализация для определенной части студентов по данной дисциплине.

При решении вопроса необходимо учитывать, что потребность расширенного применения дистанционных методов и ГИС – технологий в лесном хозяйстве России - насущная задача не далекого будущего, а сегодняшнего дня.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ЗАЛЕСЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ДЮН КУРШСКОЙ КОСЫ

И. А. Вуколова¹, В. В. Нагулевич²

¹*Пушкино, Всероссийский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства (Рослесхоз)*

²*Пушкино, Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (Рослесхоз)*

Одна из приоритетных задач национальных парков - организация и ведение экологического мониторинга с целью сохранения или восстановления нарушенных природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков и объектов. Национальным паркам отводится особая роль при организации мониторинга как экспериментальным объектам для опробования **экологического подхода** к его ведению.

В национальном парке «Куришская коса» в Калининградской области, являющемся основным объектом наших исследований, разрабатывается система экологического мониторинга природных комплексов, основанная на использовании данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и технологий географических информационных систем (ГИС-технологий). Слежение за состоянием и развитием растительности на песчаных дюнах национального парка составляет один из основных блоков системы мониторинга.

Куршская коса, узкой полосой разделяющая соленое Балтийское море и пресноводный Куршский залив, - это уникальный природный феномен, образовавшийся более 5 тыс. лет назад. Цепь отмелей и небольших островков моренных отложений наращивалась потоком песчаных наносов, приносимых морскими течениями. Свободный песок, накапливаясь на поверхности растущей косы, под действием ветра подвергался процессу дюнообразования.

Вдоль побережья Куршского залива протянулась гряда высоких дюн с пологими наветренными и крутыми подветренными склонами. Дюнные массивы частично закреплены древесной растительностью, частично покрыты разреженной травянистой растительностью, частично представляют собой незакрепленные песчаные массивы, перемещающиеся в сторону залива.

В течение долгих десятилетий ведутся трудоемкие работы по закреплению дюн за счет создания на них лесных насаждений. Существующие ныне на косе фитоценозы – это продукт созидательной человеческой деятельности. Здесь испытываются разные варианты механических защит и различные виды растений-песколюбов.

Дюны Куршской косы по генетическим и морфодинамическим признакам можно условно разделить **на два основных типа:**

- 1) дюны *неподвижные (закрепленные) дюны;***
- 2) *заросшие подвижные (так называемые живые или кочующие) дюны.***

Первые представлены единым массивом авандюны (передовой дюны), тянущейся вдоль морского побережья косы. Вторые, напоминающие гигантские барханы, расположены на берегу Куршского залива и состоят из нескольких отдельных массивов. В настоящее время около 70% песков гряды закреплены древесно-кустарниковой растительностью (заросшие дюны), а также травяной растительностью (полузаросшие дюны) и только 30% лишены какой-либо растительности и представляют собой движущиеся барханы.

Природные комплексы высоких дюн находятся на разных стадиях формирования, что обусловлено в значительной мере проводимыми лесовосстановительными и лесохозяйственными мероприятиями.

Основная порода, которую многие годы использовали для лесовосстановления песчаных дюн Куршской косы, – это сосна обыкновенная, горная, Банка. В настоящее время на дюнных грядах с поверхностно-подзолистыми почвами наиболее часто встречаются сосново-лишайниковые леса искусственного происхождения и несомкнувшиеся культуры сосны разных возрастов. В меньшей степени распространены сосновые и сосново-березовые зеленомошные леса.

В течение почти десяти лет разрабатывается система экологического мониторинга природных комплексов НП «Куршская коса» на базе данных аэрокосмических съемок и ГИС-технологий. Сформулированы основополагающие принципы для организации системы экологического мониторинга лесов.

Для национального парка целесообразно создавать систему **трех-ступенчатого мониторинга**:

- *первая ступень* — *космическая съемка*,
- *вторая ступень* - *самолетная съемка*,
- *третья ступень* — *наземные наблюдения*.

Целесообразность использования материалов **космической съемки** в системе мониторинга растительности высоких дюн определяется крайней уязвимостью и динамичностью этих объектов в результате стихийных природных процессов и антропогенного воздействия.

Актуальная и объективная дистанционная информация, детальность которой обусловлена параметрами съемочной системы, позволяет оценить пространственную структуру экосистем по площадным и количественным показателям одновременно в пределах всех дюнных комплексов парка.

Основные показатели мониторинга высоких дюн этой ступени мониторинга делятся на три класса, определяемые по космической съемке:

- дюны, поросшие древесной и кустарниковой растительностью;
- дюны, поросшие травянистой растительностью;
- незаросшие песчаные дюны.

Рекомендуемая периодичность наблюдений космического уровня - один раз в 3 года. Оптимальный сезон съемки - период полной вегетации с начала мая по конец сентября.

Экологический мониторинг высоких дюн включает как задачи получения пространственной информации о распределении земель разных категорий и их динамике во времени, так и задачи определения качественных и количественных характеристик объектов наблюдений. Решение этих задач достигается на основе получения **аэроинформации** двух масштабных уровней: **обзорного и детального**.

Для целей ведения мониторинга высоких дюн аэросъемку целесообразно применять, по крайней мере, в трех направлениях:

1) как пространственную информацию для совмещения с планово-картографическими материалами и аэрокосмическими изображениями с целью их совместного анализа;

2) как материал для накопления информации во времени для последующих сравнений и определения динамики характеристик объектов наблюдений;

3) как объективную основу для получения экологических показателей, характеризующих объекты мониторинга.

Работы по интерпретации аэроизображений высоких дюн позволили определить состав рекомендуемой аэроинформации и цели ее применения.

Обзорная аэроинформация используется для стратификации состояния растительности и пространственной привязки данных.

Аэроинформация детального уровня позволяет выявить неблагоприятные по состоянию древесно-кустарниковой растительности участки, выполнить их контурное и аналитическое дешифрирование.

Аэропробы (крупномасштабные изображения) дают возможность провести количественный подсчет хвойного возобновления и уточнить информацию об участках лесных культур, требующих допечения.

При ведении мониторинга высоких дюн **наземные наблюдения** особенно необходимы, так как позволяют выявить санитарно-лесопатологическое состояние лесных культур, что невозможно определить с помощью аэросъемки, даже высокой степени детальности.

Формирование системы наземных наблюдений имеет следующие цели:

- 1) расширение информационной базы системы мониторинга, т.к. дистанционные методы не охватывают всего разнообразия показателей состояния дюнных комплексов;
- 2) повышение качества и точности интерпретации аэроинформации за счет тренировки исполнителей и введения в дешифровочные данные ошибок, определенных при сравнении дешифровочных и наземных показателей;
- 3) оценка ежегодной динамики происходящих изменений на постоянных пробных площадях, которая не всегда может быть выявлена с помощью аэрокосмических методов.

Наземные наблюдения состоят из системы постоянных пробных площадей, профилей - трансект в наиболее динамичных экосистемах на высоких дюнах и рекогносцировочных обследований.

Результаты натурных работ помещают в базу данных наземных обследований ГИС «Куршская коса».

Литература

1. Вуколова И. А., Орлова О. Л., Рыльков О. В. Экологический мониторинг лесов национального парка «Куршская коса» на основе аэрокосмических методов и ГИС-технологий // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия. М.: НИА - Природа, 2003. С. 54-68.

2. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве. Йошкар-Ола, 2005. 390 с.

3. Исаев А.С., Сухих В.И., Калашников Е.Н. и др. Аэрокосмический мониторинг лесов. М.: Наука, 1991. 240 с.

4. Князева С. В. Базовая карта для аэрокосмического мониторинга лесов национальных парков (на примере НП «Куршская коса») // Вестник Моск. Ун-та, сер. География, 2005, №3. С. 36 – 46.

5. Малышева Н.В., Князева С.В., Золина Т.А., Орлова О.Л., Вуколова И.А. Использование дистанционных методов и ГИС-технологий для экологического мониторинга лесов национальных парков// Труды Международного экологического конгресса “Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности”, СПб.: Изд. Балт. Гос. техн. Ун-т, 2000, ч. II, С. 109-110.

6. Орлова О. Л., Вуколова И. А., Князева С. В., Золина Т.А., Малышева Н. В. Принципы организации экологического мониторинга лесов национальных парков на основе использования дистанционной информации и ГИС-технологий// Аэрокосмические методы и геоинформационные системы в лесоведении и лесном хозяйстве. Сборник докладов. М.: ЦЭПЛ РАН, 2002. С. 294-297.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В.М. Жирин

Москва, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН

Материалы аэрокосмических съемок являются технической основой современного изучения лесов и оценки их состояния. Одним из преимуществ материалов аэрокосмических съемок является получение с их помощью единовременной информации на большие участки территории, занятой зелеными насаждениями.

Основными направлениями использования аэрокосмических изображений для проведения мониторинга зеленых насаждений являются:

- лесоинвентаризационные работы при обследовании парков и городских лесов;
- оценка санитарно-лесопатологического состояния зеленых насаждений;
- обследование состояния и проектирование дорожно-тропиночной сети с целью организации оптимального рекреационного использования территории;
- создание для широкого круга пользователей карт нового типа, т.е. тематических карт с использованием изображений (учебных, эколого-просветительских, научно-справочных).

Материалы аэрокосмических съемок могут использоваться в различных сочетаниях с выборочными натурными работами.

Для целей лесного дешифрирования обычно рекомендуется плановая съемка, которая получается, если оптическая ось при съемке отклоняется от отвесной линии в среднем на $1-1,5^\circ$, но не более 3° . Это обеспечивает оптимальные условия для последующего оптико-механического трансформирования изображений.

Современные способы аналитического преобразования аэрокосмических изображений позволяют использовать снимки, полученные при разных углах визирования оптических осей съемочной аппаратуры и высоте Солнца, при которых минимизируется влияние аномальных значений коэффициентов отражения, обычно наблюдаемых в области надира и в местах сцен, близких к области обратного рассеяния.

При съемке городских зеленых насаждений возможно применение как покадровой съемки отдельных городских участков зеленых насаждений, маршрутной съемки по прямолинейным или криволинейным маршрутам, проложенным вдоль городских магистралей, русел рек, так и площадной съемки лесных массивов, занимающих значительную площадь городской территории.

Съемку рекомендуется выполнять в определенные сроки, связанные с фенологическим и санитарно-лесопатологическим состоянием насаждений. Обычно в лесной и лесостепной зонах сроки проведения съемок согласовываются с фенологическим состоянием березы или дуба. Следует также иметь в виду, что накопление хвойных и лиственных деревьев свежего сухостоя текущего года завершается во второй половине лета.

Городские леса, особенно в промышленных центрах, подвергаются постоянному воздействию промышленного и транспортного загрязнения. От атмосферных загрязнений в наибольшей степени страдают хвойные породы. Они нарушают жизнедеятельность ассимиляционного аппарата хвои, происходит деформация клеточной структуры и другие необратимые явления.

Для обнаружения этих аномалий используются как спектрозональные снимки, так и синтезированные многоспектральные космические изображения, полученные с преднамеренно ложной цветопередачей, с помощью которой выявляются своеобразные особенности объектов съемки, в том числе лесного покрова. Заслуживает внимания также возможность слияния приведенных к единой системе координат цветных многоспектральных изображений более низкого разрешения и панхроматического изображения высокого разрешения. В ходе такого преобразования создается новый производный снимок с таким же простран-

венным разрешением как у панхроматического снимка, одновременно позволяющего иметь цветное синтезированное изображение.

Показателем высоких рекреационных нагрузок является развитие густой дорожно-тропиночной сети. Через лесные массивы в условиях городской инфраструктуры бывают проложены асфальтовые шоссейные и грунтовые дороги, постоянные и временные тропы, которые изображаются на открытых местах (прогалины, поляны) в виде тонких извилистых линий, среди леса – по характерным протяженным разрывам в древесном пологе. Эти разрывы в пологе формируются при долговременном пользовании посетителями дорожно-тропиночной сетью или при чрезмерном превышении экологической емкости территории городских лесов.

Густота расположения дорожно-тропиночной сети позволяет выявлять нарушенные в результате рекреации участки насаждений. Полученная информация может быть использована при поиске оптимальных вариантов в ходе проектирования дорожно-тропиночной сети, а также для предварительной экономической оценки затрат на рекультивацию нарушенных участков.

Для выявления скрытой под пологом леса дорожно-тропиночной сети в листопадных насаждениях рекомендуется дешифрирование бестеневых снимков, полученных в весенний период до распускания листьев.

Среди показателей, характеризующих состояние древесной растительности зеленых насаждений, существенное значение имеет сомкнутость полога древостоев. Снижение значений сомкнутости полога ниже критического уровня, обычно принимаемого за 30%, может означать снижение устойчивости насаждений с последующим ухудшением их санитарно-лесопатологического состояния. Наиболее характерной причиной изреживания насаждений в городских парках является избыточная рекреационная нагрузка, связанная с посещаемостью территории парка населением близлежащих городских микрорайонов. При цифровой обработке снимков путем окрашивания промежутков между кронами можно вычислить их площадь и, в последующем, при сопоставлении с общей площадью участка определить сомкнутость верхнего полога насаждений.

При проведении сплошных и выборочных санитарных рубок в зеленых насаждениях необходима уборка поваленных и сухостойных деревьев. Для их обнаружения и подсчета объемов работ рекомендуется использовать многоспектральные синтезированные аэрокосмические снимки, полученные в разные сроки. Первоначально по снимкам производится обнаружение ветровальных участков и погибших деревьев, а

после их уборки при повторной съемке определяется качество выполненных работ.

Литература

1. Жирин В. М., Лебедева Г.С. Применение материалов аэрокосмических съемок для проведения мониторинга зеленых насаждений // М.: НИА-Природа, 2006. – 40 с.
2. Покровский И.О., Покровский О.М. Многоугольные дистанционные измерения системы почва-растительность: оптимальные условия эксперимента // Исслед. Земли из космоса. 2007. № 1. С. 14 - 35.
3. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: Учебник // Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. 392 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМОЙ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

М.Д. Брейдо

Нью-Йорк, США

Рассматривается расширение возможностей ГИС-технологии и аэрокосмических методов в лесном хозяйстве на основе использования относительно недорогой дистанционно-управляемой по радиоканалу беспилотной авиации (БЛА), оснащенной системой глобального позиционирования (GPS или ГЛОНАСС) и управляемыми цифровыми фотокамерами (ЦФК).

В последние годы все большее внимание в различных областях обращается на беспилотные летательные аппараты (БЛА), имеющие высокие летно-технические характеристики: они достаточно дешевы, не требуют аэродромов для взлета и посадки, требуют мало горючего, могут использовать электродвигатели и летать на очень низких высотах, имеют достаточно большую дальность полета, могут управляться как из стационарного, так и из переносного центра и выполнять задачи различного характера, как, например, мониторинг чрезвычайных ситуаций и их последствий, поиск пострадавших, дистанционный контроль, патрулирование границ, охрана объектов и районов, цифровая картография и др. Среди их достоинств – мобильность, компактность и высокая степень готовности к вылету: среднее время подготовки к вылету, включая развертывание, проверку исправности оборудования и ввод полетного задания не более 30 минут.

Одна из созданных в последние годы беспилотных систем «Дозор-2» производства ЗАО «Транзас» имеет полезную нагрузку 8 кг и время полета - до 10 ч при скорости 150 км/ч, то есть максимальная дальность составляет около 1500 км. Она оборудована оптической телевизионной системой и цифровой видеокамерой высокого разрешения. Для обеспечения посадки в ночное время суток этот БЛА оснащен высококачественной видеосистемой. Разработанный российской компанией «Эникс» беспилотник Т-10 летает на электромоторе и относится к аппаратам малого класса. Его нагрузка составляет 1,5 килограмма при стартовом весе до 10 кг. Он предназначен для мониторинга наземной обстановки при различных ситуациях. Время пребывания в воздухе составляет, в зависимости от высоты и скорости полета - от 60 до 90 минут.

Беспилотный самолет Skylark-II производства компании «Эльбит» можно запускать с грузовика.

Разработанный компанией Proximity Digital Networks беспилотный летательный аппарат CyberBug, способен подлетать близко к объекту и передавать оператору видеоизображение и звук с места. CyberBug весит менее килограмма и может быть запущен с руки. На нем установлена система глобального позиционирования GPS и он может передавать оператору точные координаты обследуемого объекта. CyberBug оснащен электрическим мотором с пропеллером и управляется с дистанционного пульта. Стоимость аппарата не более 5.5 тысяч долларов.

Установка на БЛА систем GPS или ГЛОНАСС приемников (в настоящее время в составе орбитальной группировки системы ГЛОНАСС находятся 20 спутников, из которых 10 используются по целевому назначению, а для обеспечения навигационной информацией пользователей на всей территории России необходимы 18 действующих спутников) и цифровых дистанционно управляемых фотокамер высокого разрешения позволяет получать высококачественные снимки с точной привязкой к местности практически с любых необходимых высот.

Это дает возможность в сочетании с цифровыми картами и базами описаний изображений местности решать задачи, как глобального мониторинга, так и детального обследования лесных участков, заменяя в ряде случаев наземные обследования при значительном удешевлении

работ и сохранении высокого качества результатов. Видеоизображение с летательного аппарата может быть передано на экран портативного компьютера по радиоканалу в режиме реального времени, а управление самолетом возможно по компьютерному экрану с расположенной на нем картой местности, на которой можно обозначить объекты для съемки и наметить маршрут полета. Это весьма удобно при мониторинге, выявлении и оценке лесных пожаров, определении их последствий и в ряде других случаев.

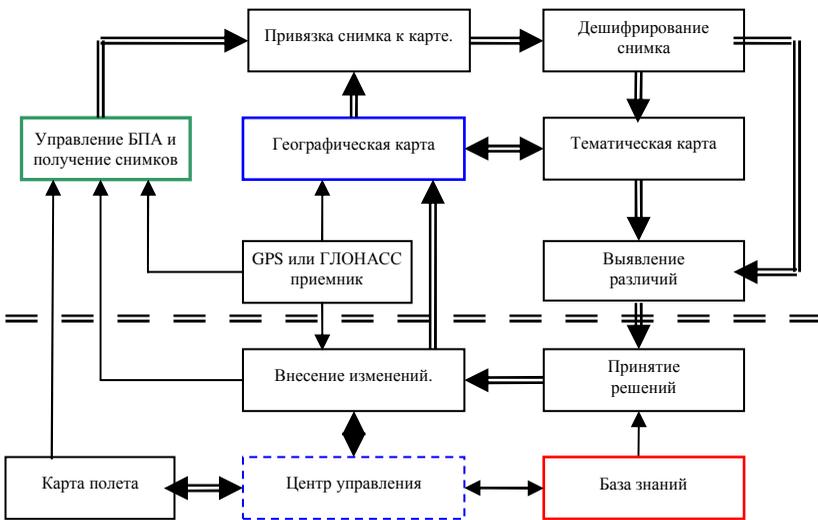


Рис. 1. Общая схема получения цифровых снимков местности с использованием БЛА

На рис. 1 представлена общая ГИС-технология с использованием БЛА для получения цифровых снимков местности, где двойная пунктирная линия разделяет ее бортовую (выше линии) и наземную (ниже линии) части.

Основными этапами ее функционирования являются:

1. Разработка программ дистанционного управления БЛА и цифровыми фотокамерами.
2. Создание цифровых географических карт местности и привязка их к выбранной системе координат.

3. Получение цифровых фотоснимков высокого разрешения с запоминанием координат снимаемой местности и содержания самих снимков в памяти цифровой фотокамеры для получения информации о наземных объектах по заданному маршруту полета.
4. Привязка снимков к оперативной географической карте и их предварительная цифровая обработка.
5. Дешифрирование снимков и создание их интегральных описаний, например, в виде разложения по некоторому специально подобранному набору базисных функций с оценкой качества описания для получения заданной точности. Использование описания снимка вместо самого снимка дает возможность уменьшить объем требуемой памяти и нивелировать влияние несущественных деталей, например, внешнего освещения. В ряде задач мониторинга и инвентаризации лесного фонда имеет смысл применение цифровых фотокамер с несколькими объективами, снабженными различными цифровыми фильтрами, хотя это и усложняет процедуру обработки снимка и структуру тематических баз данных.
6. Создание программ коррекции оперативных цифровых тематических карт местности и соответствующих им баз данных по описаниям снимков с добавлением наземных характеристик.
7. Разработка методик использования программ дистанционного управления полетом и цифровой фотокамерой.
8. Сравнение цифровой тематической карты и информации из соответствующей ей базы тематических данных с полученными при оперативной съемке контурами и интегральными характеристиками одноименных участков и выявление различий.
9. Создание структуры и наполнение базы знаний для оценки выявленных различий.
10. Принятие решений на основе базы знаний и опыта оператора центра управления, например, коррекция программы полета, изменение настройки съемочной аппаратуры, коррекция тематической карты и т.д.
11. Внесение соответствующих изменений.

Придание всей системе элементов искусственного интеллекта с соответствующим изменением структуры и содержания

Преимуществом применения БЛА, помимо вышеуказанного, является простота его использования. Для его запуска и управления нет необходимости проходить летную подготовку. Место посадки можно опре-

делить заранее, а управление осуществлять, как уже было сказано, прикосновением оператора к сенсорному экрану компьютера с расположенной на нем картой местности.

Разработку такой системы разумно выполнить в два этапа.

На первом этапе проводится накопление опыта при неавтоматическом решении почти всех задач, включая выбор алгоритма дешифрирования и описания снимков, определение структуры и содержания базы знаний.

На втором этапе полученные знания используются для улучшения процедур дешифрирования снимка и автоматизации его описания, заполнения тематических карт и баз данных, коррекции программ принятия решений.

Важнейшей задачей второго этапа является создание базы знаний и прикладных программ работы с ней. От качества решения этой задачи зависит эффективность функционирования всей системы в целом. При этом могут быть использованы методы ситуационного и адаптивного управления, структурные методы обработки эмпирических данных, лингвистические методы, алгоритмы автоматической классификации и др. Получаемое решающее правило должно быть рассчитано на его активное использование оператором-практиком лесного хозяйства и лесоустройства, что возможно только в рамках принятой в лесоустройстве и лесопользовании терминологии.

Окончательный вариант представляется целесообразным выбирать не только на основе формальных характеристик (например, больших коэффициентов корреляции), но и с учетом неформальной оценки и содержательной интерпретируемости решения в целом.

Конечной целью является создание полуавтоматической ГИС-технологии с вмешательством оператора лишь на стадиях принятия решений и пополнения базы знаний.

Работа такой ГИС-технологии может быть наглядно проиллюстрирована представленной схемой (рис. 2), где снимок, географическая карта, тематическая карта и карта полетов совмещаются между собой по реперным точкам на основе данных GPS (или ГЛОНАСС) приемника.

После выхода БЛА по карте полетов на точку съемки и выполнения самой съемки полученный снимок совмещается с оперативной цифровой географической картой по реперным точкам на основе информации с GPS или ГЛОНАСС приемника. Цифровые коды границ покрытых снимком участков местности передаются в раздел изменений оперативной цифровой тематической карты, а их интегральные характеристики

записываются в раздел изменений соответствующей ей цифровой базы тематических данных.

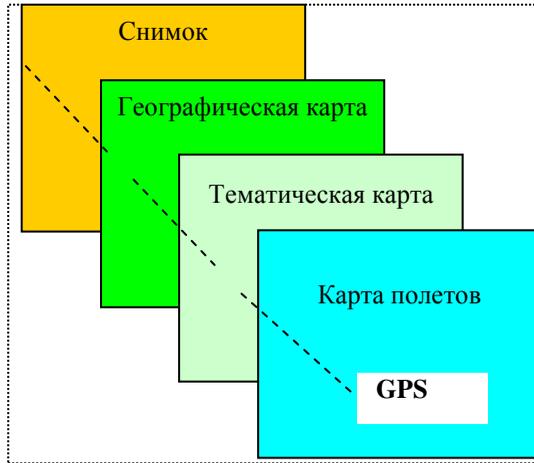


Рис. 2. Схема совмещения информации на основе данных GPS

По окончании обработки снимка и получения его интегрального описания хранящиеся в разделах изменений контуры границ и интегральные характеристики каждого покрытого им участка местности сопоставляются с аналогичными данными того же участка, хранящимися в основной тематической карте и базе данных с целью выявления существенных различий блоком принятия решений.

В центре управления полетом принятые решения анализируются с использованием информации из базы знаний и опыта оператора и вводятся соответствующие коррекции, включая обновление тематической карты и базы тематических данных, изменение маршрута, коррекция программ дистанционного управления полетом и настройки цифровой съемочной аппаратуры и т.д.

Литература

1. Брейдо М.Д. (USA) Возможности применения программно управляемой беспилотной авиации с GPSориентированием и цифровой фотографии для мо-

ниторинга, инвентаризации и охраны лесов.// Материалы IV международной конференции «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве» 17-19 апреля 2007 года г. Москва, Российская Федерация, С. 90-94

2. Информация о разработке компанией «Эникс» нового беспилотника Т-10. //Интернет сайт Лента.ру от 27.11.2007 11:35 со ссылкой на сайт [Роспрома](http://www.rosprom.gov.ru/) //http://www.rosprom.gov.ru//.

3. Информация о группировке ГЛОНАСС // МОСКВА, 26 ноября 2007года. (ИТАР-ТАСС).

4. Информация о беспилотной системе «Дозор-2» // "Оружие России", 23 ноября 2007 года

5. Васин Ю.Г. и др. Полные системы признаков.// Автоматизация, Организация, Диагностика. Изд-во «Наука» 1971

6. Вапник В.Н., Лернер А.Я. Узнавание образов при помощи обобщенных портретов.// Автоматика и телемеханика, т.24, N.6, 1963

7. Браверман Э. Некоторые вопросы построения алгоритмов, классифицирующих объекты по незаданному заранее признаку.// Автоматика и телемеханика, т.21, №.10, 1960.

ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕТОДИКА ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ASTER И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Н.А. Владимирова

Москва, МГУЛеса, кафедра лесоустройства и охраны леса

Данные спутникового дистанционного зондирования находят свое применение в различных областях современного лесного хозяйства, таких, как изучение лесных экосистем, инвентаризация и картографирование лесов, регистрация текущих изменений в лесном фонде, анализ долговременной динамики лесного покрова, оценка соблюдения правил рубок главного пользования, состояния лесовозобновления на вырубках, состояния насаждений в зоне промышленного загрязнения [5]. На современном рынке данных дистанционного зондирования представлено большое количество изображений, обладающих сходными характеристиками охвата, пространственного и спектрального разрешения.

При выборе данных дистанционного зондирования, которые будут использоваться для решения лесохозяйственных задач, необходимо в

первую очередь учитывать соотношение информативность/цена. По этому критерию лидируют изображения ASTER, полученные с американского спутника TERRA. КСС Aster могут стать важным источником данных для всех областей лесного хозяйства, связанных с дистанционным зондированием. Однако в России изображения Aster по-прежнему малоисследованы, что препятствует их широкому использованию.

Проведена оценка информативности изображений Aster с целью определения их пригодности для решения задач лесоустройства.

Объектами экспериментальных работ выбраны Айкинский лесхоз Республики Коми и Сергиево-Посадский опытный лесхоз ВНИИЛМ. Этот выбор обусловлен следующими причинами: объекты исследований расположены в различных географических зонах, лесоустройство в обоих лесхозах проведено в 2002 г., но в Сергиево-Посадском лесхозе по I разряду лесоустройства с минимальным размером выдела 0,1-1 га, а в Айкинском – по II разряду с минимальным размером выдела 0,1-3 га [6]. Таким образом, данные лесоустройства Сергиево-Посадского лесхоза характеризуются высокой детальностью и обеспечивают выбор надежных эталонов для отработки методики дешифрирования, которую затем можно распространить на Айкинский лесхоз, где лесоустройство менее детально, и, следовательно, целесообразно применять космические изображения.

В качестве исходных материалов для дешифрирования использовались изображения Aster, материалы лесоустройства и топографические карты.

Методика автоматизированного дешифрирования предусматривает определенные этапы, описанные в специальной литературе [2] и [3]. На практике дешифрирование выполнялось нами в такой последовательности:

Для классификации снимков и дальнейшей оценки ее точности использовался программный пакет ERDAS Imagine 8.4.

В программном пакете ERDAS реализованы два типа классификации – неконтролируемая и контролируемая на основе заранее выбранных пользователем эталонных участков. Основой для выбора эталонов в нашем случае стали карты преобладающих пород и категорий земель, подготовленные на предыдущих этапах работы.

При выборе эталонных участков необходимо соблюдать следующие условия ([3], [4]): репрезентативность (эталон должен отражать всю совокупность значений яркостей для данного класса), однородность (отсутствие нехарактерных для класса значений яркости), различимость (достаточное различие спектральных яркостей классов) и характер рас-

пределения значений яркости (не для всех решающих правил классификации).

ERDAS предоставляет пользователю различные способы выбора эталонных участков. В литературе чаще всего предлагается выбирать эталоны из пространства признаков [3]. Однако мы при выборе эталонов руководствовались более простым способом – поиском однородных участков прямо на снимке.

Для Айкинского лесхоза применен такой подход: на основании априорных данных (в нашем случае плана насаждений, окрашенного по преобладающим породам) выбраны участки размером в несколько пикселей с примерно одинаковой спектральной характеристикой, которые отнесены к определенному классу.

Минусом такого подхода является некоторая сложность в соблюдении условий различимости. Несмотря на преобладание какой-либо породы на выделе, цвет такого выдела на снимке все равно неоднороден из-за примесей, а также условий освещения, влажности и других факторов.

Для Сергиево-Посадского лесхоза, кроме вышеописанного подхода, применен следующий способ: в качестве эталона выбраны целые выделы с той или иной преобладающей породой. При этом программа усредняет их спектральные характеристики, и для оператора отпадает необходимость тщательно искать эталонные пиксели. Такой подход возможен при очень высоком качестве исходных материалов, как снимка, так и лесотаксационных данных. В случае Сергиево-Посадского лесхоза снимок был сделан в очень хороших метеоусловиях, а лесоустройство проводилось по первому разряду, предполагающему высокую детальность.

После того как набрано достаточное количество эталонов по определенному классу, формируется его сигнатура (совокупность спектральных характеристик класса) с помощью инструмента Редактор Сигнатур. На основе наборов сигнатур по каждому классу проводится контролируемая классификация.

ERDAS поддерживает 3 алгоритма параметрических контролируемых классификаций: по правилу максимального правдоподобия, минимального расстояния и расстояния Махалонобиса. Каждый из этих алгоритмов имеет свои преимущества и недостатки [3], и поэтому для получения надежных результатов необходимо использовать все три алгоритма классификации.

Для оценки точности классификации с помощью встроенного инструмента ERDAS составляется матрица ошибок. Программа генерирует

набор случайно расположенных точек и в специальной таблице показывает, к какому классу они отнесены по результатам дешифрирования. Оператор вводит в специальном столбце этой же таблицы реальное значение класса.

После того, как таблица заполнена, программным пакетом создается отчет о точности классификации, содержащий собственно матрицу ошибок, процент правильного отнесения пикселей к определенному классу и статистику каппа по каждому классу. Чем выше значение каппа, тем более достоверны результаты классификации. Формула для вычисления статистики каппа приводится в [3].

Значения статистики каппа для изучаемых объектов приводятся в таблицах 1 и 2. Для объекта «Сергиево-Посадский лесхоз» удалось выделить большее количество классов, чем для объекта «Айкинский лесхоз». Средняя точность дешифрирования по всем классам достаточно высока (в специальной литературе [3] принято считать хорошим результатом классификации с точностью выше 0,75).

Таблица 1. Значения статистики каппа для снимка Aster на объект «Сергиево-Посадский лесхоз»

Название класса	Значение статистики каппа для классификации по методу		
	максимального правдоподобия	Махалонобиса	минимального расстояния
Ель	0,85	0,59	0,65
Береза	0,86	0,56	0,79
Осина	0,62	0,73	0,47
Широколиственные	0,52	0,83	0,45
Ольха	0,47	0,83	0,27
Ель - лесные культуры	0,63	0,75	0,47
Земли, не покрытые лесом	0,86	0,94	0,91
Сельскохозяйственные угодья	1,00	0,85	0,96
Водоемы	1,00	1,00	1,00
Среднее по всем классам	0,77	0,75	0,71

Невысокие значения точности по отдельным классам объясняются недостаточным числом эталонов и перепутыванием с другими классами (например, сосна часто путается с елью, а осиновые насаждения – с березовыми). Для объекта «Айкинский лесхоз» количество классов меньше, и поэтому значения статистики каппа выше (кроме сосновых наса-

ждений). Меньшее количество классов для Айкинского лесхоза объясняется худшим качеством самого снимка, а также меньшей детальностью лесоустроительной информации, служившей основой для выбора эталонов.

Результаты дешифрирования были автоматически оцифрованы в среде ArcView 3.2. Так была получена векторная карта с показанными на ней классами объектов. На данную карту в среде ГИС был наложен цифровой лесоустроительный планшет.

Внутри выделов средствами программной среды была подсчитана площадь, занимаемая каждым из представленных классов в пределах каждого из выделов, и процент занимаемой площади по отношению к общей площади выдела.

Таблица 2. Значения статистики каппа для снимка Aster на объект «Айкинский лесхоз»

Название класса	Значение статистики каппа для классификации по методу		
	максимального правдоподобия	Махалобиса	Минимального расстояния
Еловые насаждения	0,88	0,70	0,73
Сосновые насаждения	0,38	0,45	0,68
Березовые насаждения	1,00	0,68	0,62
Другие мелколиственные насаждения (осина, ольха)	0,74	0,60	0,62
Вырубки	0,76	0,70	0,76
Болота	1,00	1,00	0,47
Облака	1,00	1,00	1,00
Тени от облаков	1,00	1,00	1,00
Среднее по всем классам	0,67	0,60	0,67

Исходя из полученных данных были выведены формулы состава насаждений (таблица 3).

Исследования показали, что все алгоритмы контролируемой классификации позволяют определять состав насаждений, но с различными ограничениями. Метод *максимального правдоподобия*, характеризующийся самыми высокими значениями статистики каппа, показал самую высокую детальность при определении породного состава, однако процент второстепенных пород из-за этого оказался сильно завышенным, а также в формулах появились породы, занимающие незначительные площади на выделе, такие как ольха.

Таблица 3. Состав насаждений по результатам дешифрирования. Сергиево-Посадский лесхоз, Хотьковское лесничество, квартал 28, выделы 1-14

№ выдела	Состав по результатам классификации по методу			Состав по таксационному описанию
	максимального правдоподобия	Махалонобиса	минимального расстояния	
1	5Олс3Е2Л	9Е1Олс	10Е+Ос	5Е1Б1ОС3ОЛС
2	6Е4Олс	9Е1Б	10Е	6Е2Б2ОС
3	4Е4Олс2Л	8Е2Олс	5Е3Олс1Л1Ос	5Е2Б1ОС1ОЛС1ЛП
4	4Олс3Л2Е1Ос	8Е1Б1Л	9Е1Олс+Л	6Е2Б2ОС
5	9Е1Олс	10Е	10Е	8Е1ОС1Б+ОЛС
6	7Е3Олс	10Е	10Е	4Б3ОС3Е
7	5Е3Олс2Л	8Е2Олс	10Е	6Е3Б1ОС
8	5Ос3Л2Е+Олс	6Б2Е2Ос+Л+Олс	6Б2Ос	7Б1ОС2Е
9	5Ос3Л2Олс+Е	6Б2Е2Ос+Л+Олс	3Б3Ос2Л1Е1Олс	4Б2ОС4Е+ОЛС
10	5Ос3Л1Е 1Олс	6Е4Б	7Е2Л1Б	5Е1Б1ОС2ОЛС1Е+ЛП+ДН
11	5Ос3Б2Е+Л	6Е4Б	7Б2Л1Ос	6Б2ОС2Е+ЛП+ОЛС
12	5Олс3Л1Ос1Е	4Б3Е3Олс	4Олс2Л2Е1Б1Ос	5Б2ОС3Е
13	6Е4Олс	9Е1Б	6Е4Б	5Е2ОС3Б+ОЛС
14	5Е3Ос2Олс	Ред 5Е5Б	4Е4Б2Олс	7ОЛС1Б1ОС1Е

Методы *Махалонобиса* и *минимального расстояния* показали примерно одинаковую точность; как правило, они выявляют 1-3 имеющиеся на выделе породы, но практически не добавляют незначительные по площади.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что изображения Aster вполне пригодны для актуализации на материалах лесоустройства породного состава и сомкнутости древостоев.

Кроме того, по снимкам Aster с высокой точностью (значение статистики каппа 0.70-0.75) возможно выявлять рубки и отслеживать стадии их зарастания или заболачивания.

В целом можно сказать, что космические изображения Aster очень перспективны для лесного хозяйства. Конечно, они не могут заменить аэрофотоснимки, но в своем классе задач Aster, во всяком случае, не хуже своих более дорогих конкурентов.

Литература

1. ASTER User's Guide (Ver.3.1) March, 2001. ERSDAC
2. ERDAS Field Guide – fifth edition, revised and expanded – ERDAS inc, Atlanta, Georgia, 1999 – 672 с.
3. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
4. Лурье И.К. Основы геоинформационного картографирования: Учебное пособие. - М.: МГУ 2000.- 143 с.
5. Малышева Н.В. Дистанционное зондирование для изучения лесных экосистем, учета, контроля и управления лесными ресурсами. // Лесохозяйственная информация, №1, 2002 – С. 31-62
6. Отчет ВНИИЛМ о научно-исследовательской работе за 2005 г. по Теме 3.25 Сводного плана НИР лесохозяйственного направления.
7. Справочник лесничего/ Под общ. ред. А.Н. Филипчука. 7-е изд., пераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2003. 640 с.

**ИНФОРМАТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ
СНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ASTER ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ ИНТЕНСИВНЫХ
ЛЕСОЗАГОТОВОК**

С. В. Князева

г. Москва, ЦЭПЛ РАН

Для аэрокосмического мониторинга лесовосстановительных процессов на территориях интенсивных лесозаготовок, используются, преимущественно, сканерные многозональные снимки высокого пространственного разрешения 10-30м (HRVIR/SPOT, ETM+/Landsat-7, LISS-3/IRS и др.), а с недавнего времени и гиперспектральные снимки ASTER/Terra. Система позволяет получать снимки Земли высокого разрешения (от 15 до 90 м) в 14 диапазонах электромагнитного спектра, а пространственный охват сцены составляет 60 x 60 км.

Изучение процессов лесовозобновления с помощью материалов космической съемки проводилось на участке бывших сплошных вырубок в Костромской области. Космический снимок ASTER на территорию Костромской области получен 20 июля 2000 года в варианте синтеза в видимом и ближнем ИК диапазонах с разрешением 15 м. Исследование информативности космического снимка проводилось на основе таксационной базы данных лесоустройства 1997 г. Для более точного совмещения снимка ASTER и таксационной базы проведено трансфор-

мирование снимка в проекцию картографических лесоустроительных данных. Средняя квадратическая ошибка трансформирования составила 1-3 пикселя исходного изображения. Точность совмещения неодинакова для разных частей изображения, что связано, по-видимому, с точностью создания картографических материалов лесоустройства. На рис. 1 приведен пример совмещения космического снимка и картографических лесоустроительных данных

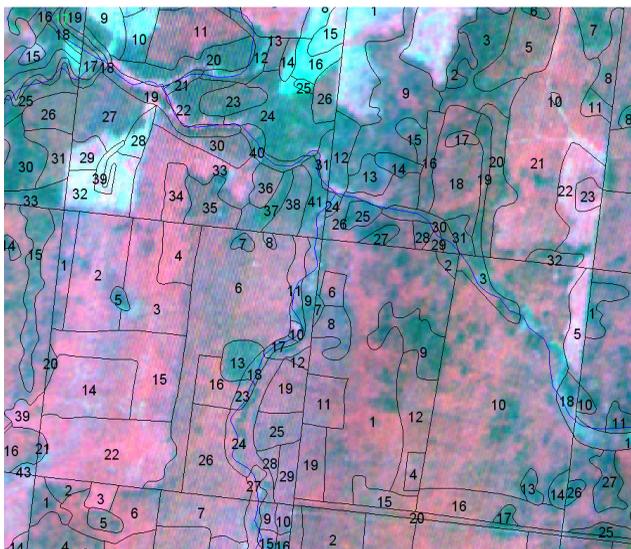


Рис. 1 Фрагмент космического синтезированного снимка ASTER, совмещенного с границами выделов и гидрографией

При визуальном дешифрировании снимка с использованием плана лесонасаждений 1997 г. были выявлены места свежих вырубок (1-3 г) без предварительного возобновления. Анализ лесовосстановительных процессов на вырубках разных лет проведен на основе автоматизированного дешифрирования космического снимка ASTER.

В качестве метода компьютерной классификации выбран способ неконтролируемой классификации без обучения – кластеризации, реализованный в программном продукте *ArcView Image Analysis*. Такой выбор обусловлен сложностью и неоднородностью спектрального образа объекта исследования – мест вырубок на разных стадиях лесовосстановления. Классификация с обучением (контролируемая) предъявляет ряд

жестких требований к качеству спектральных эталонов, создаваемых для обучения классификатора – условия репрезентативности (минимальное количество пикселей снимка) и однородности обучающих выборок, спектральной различимости эталонов разных классов и характера распределения значений яркости эталона каждого класса. Неконтролируемая классификация не связана с качеством обучающих данных и способом обучения [3, 5]. В пакете *ArcView Image Analysis* для неконтролируемой классификации применен алгоритм ISODATA, который представлен в большинстве специализированных пакетов обработки данных дистанционного зондирования.

Неконтролируемая классификация снимка ASTER проведена в пяти вариантах с разным количеством выделяемых кластеров (6, 12, 18, 26 и 30). Для тематической интерпретации полученных спектральных классов (кластеров) были использованы следующие таксационные данные 950 выделов: породный состав насаждений, тип леса, класс и группа возраста насаждений, полнота насаждений. На данном участке территории Костромской области преобладает тип леса ельник-черничник, только вдоль русел рек на пониженных участках с избыточным увлажнением – ельник приручейный крупнотравный. Согласно генетической связи типов леса с направлением лесообразовательных процессов естественное лесовозобновление на вырубках будет идти через смену пород – возобновление будет лиственным, однако через 50-60 лет произойдет замещение производных мелколиственных лесов еловыми [1, 4]. Из анализа таксационных данных следует, что практически повсеместно на местах вырубок были проведены посадки еловых культур, возраст большинства которых составил к 1997 году 20-40 лет. В коэффициенте породного состава молодняков этих классов возраста доля еловых культур не превышает 4 единиц состава, а по высоте они одинаковы с лиственными насаждениями (преимущественно березой и осинкой) или ниже на 1 м. При визуальном анализе космического снимка и при анализе различных вариантов автоматической классификации такие молодняки на местах бывших вырубок, которые по таксационным данным относятся к хвойным насаждениям, на материалах съемки не отличаются по своим спектральным признакам от лиственных насаждений этого же возраста. После интерпретации результатов автоматического дешифрирования свежих вырубок и молодняков на местах вырубок разных лет были выделены следующие классы:

- 1) свежие вырубки без возобновления (1-3 года);

2) места бывших вырубок с лиственным возобновлением или лиственными молодняками (не более 1 единицы хвойных в составе) 1 класса возраста;

3) места бывших вырубок с лиственными молодняками 2-го класса возраста и смешанными хвойно-лиственными 1-го класса возраста;

4) места бывших вырубок с хвойно-лиственными молодняками 2-го класса возраста и с лиственными насаждениями 4-6 классов возраста

Также был выделен класс еловых насаждений (с преобладанием в составе ели более 6 единиц) возраста 70 лет и более. Так как по таксационным данным на территории отсутствуют молодняки, имеющие более 5 единиц хвойных в составе насаждений, класс молодняков с преобладанием в составе хвойных насаждений по космическому снимку выделить не удалось. Это связано с особенностями изображения проекции и размеров крон хвойных и лиственных пород деревьев на снимках, которые при одинаковой высоте в верхнем ярусе, на материалах съемки отражаются неодинаково [2].

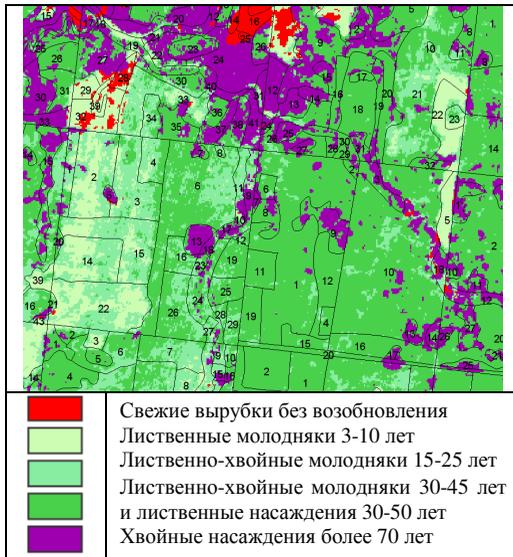


Рис. 2. Фрагмент изображения результатов автоматической классификации снимка ASTER после объединения 18 кластеров в 5 тематических классов

По тестовым участкам, которые составили выделы, представляющие разные классы и имеющие значительную площадь, была составлена

схема объединения кластеров в выбранные тематические классы на основе однозначного соответствия группировки кластеров внутри этих участков. Данные тематические классы разделялись во всех вариантах кластеризации, кроме первого, но с разной степенью детальности выделения контуров и соответствия границам выделов. Наиболее полное соответствие было выявлено в варианте с 18 кластерами. Оценка достоверности выделения классов проводилась на основе выборки в количестве 20 выделов (площадь каждого из которых более 10 га) из таксационной базы данных для каждого класса. При помощи пакета *ArcView Spatial Analyst* изображение лучшего варианта результатов кластеризации было переклассифицировано в соответствии со схемой объединения 18 кластеров в 5 классов (рис. 2).

Затем в границах выбранных выделов было рассчитано долевое соотношение площадей разных классов в процентах. Учитывая ошибки совмещения дистанционных и лесоустроительных материалов, а также ошибки классификации, было решено относить выдел к определенному классу, если этот класс занимает более 60 % площади выдела с соответствующими таксационными характеристиками.

В результате автоматической классификации снимка ASTER достоверно дешифрируются следующие классы: «свежие вырубки» - 96%, «лиственные молодняки 1 класса возраста» - 90%, «еловые средневозрастные и спелые насаждения» - 93%. Молодняки преимущественно лиственные и смешанные хвойно-лиственные (от 1 до 4 единиц хвойных в составе насаждений) возраста 15-25 лет определяются с достоверностью около 70%. Наименее надежно распознаются хвойные молодняки 30-45 летнего возраста (с участием в составе хвойных пород 4 единицы), которые практически не отличаются от лиственных средневозрастных и спелых насаждений, этот объединенный класс дешифрируется с достоверностью 60-65%.

Литература

1. Данюлис Е. П., Жирин В. М., Сухих В. И., Эльман Р. И. Дистанционное зондирование в лесном хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1989.- 223 с.
2. Жирин В.М. Дистанционное зондирование при изучении динамики лесных экосистем за рубежом // Обзорная информация. М.: ВНИИЦлесресурс. 1993.- 40 с.
3. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2004.- 336 с.
4. Методические рекомендации по выделению групп типов леса в таежной зоне Европейской части РСФСР. – М.: ВНИИЛМ, 1979.- 61 с.

5. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005.- 392 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛЕСОВ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

О. Л. Орлова¹, И. А. Вуколова², С. В. Князева³, Т.А. Золина¹

¹*Пушкино, Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства (Рослесхоз)*

²*Пушкино, Всероссийский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства (Рослесхоз)³ Москва, Центр по экологии и продуктивности лесов (РАН)*

Формирование методики ведения экологического мониторинга (ЭМ) лесов национального парка (НП) на основе аэрокосмических методов и ГИС-технологий является экспериментальным направлением. Важность этой разработки для национальных парков возрастает с увеличением потока туристов и повышением экологического риска, своевременное обнаружение очагов которого – одна из основных задач мониторинга.

В задачи экологического мониторинга лесов национальных парков (НП) входят как оценка современного состояния лесных экосистем, так и выявление их изменений с течением времени под влиянием естественных природных процессов и различных форм хозяйственного использования территории.

Уровни ведения экологического мониторинга, т.е. детальность наблюдений, а также их периодичность определяются спецификой наблюдаемых объектов. Для национальных парков, как особо охраняемых природных территорий, требуется достаточно высокая детальность наблюдений.

Национальный парк «Куршская коса» находится в Калининградской области и является самым малым среди национальных парков России – общая площадь парка составляет 6.62 тыс.га. Национальный парк занимает 50 км полуострова Куршская коса, северная часть которого принадлежит Литве.

Парк образован в конце 1987 г. с целью сохранения и поддержания уникальных природных комплексов Куршской косы, представляющей собой песчаный полуостров в виде узкой дуги в юго-восточной части побережья Балтийского моря. Основными элементами рельефа косы являются песчаные дюны и местами заболоченная плоская равнина,

почти вся покрытая лесом. Лесообразующие породы представлены сосной, елью, березой и ольхой черной.

Природные комплексы полуострова испытывают существенное природное и антропогенное воздействие, значительны нарушения не только отдельных компонентов, но и ландшафтов в целом.

Уникальность природных комплексов Куршской косы, их высокая динамичность и уязвимость требуют пристального внимания, особенно в связи со стихийными бедствиями, которые произошли на территории парка в конце прошлого века и привели к серьезным изменениям в структуре лесных насаждений.

Все это определяет целесообразность разработки системы организационных и хозяйственных мероприятий по повышению устойчивости лесных экосистем.

Экспериментальные работы по экологическому мониторингу лесов территории НП «Куршская коса» с использованием аэрокосмической информации и ГИС-технологий проводятся с 1998 года.

Мониторинг, основанный на материалах аэрокосмических съемок, занимает одно из центральных мест в системе общего мониторинга национального парка "Куршская коса", т. к. для наблюдений за состоянием растительности полуострова необходима оперативность получаемых данных.

Аэрокосмический мониторинг организован на территории парка в трехступенчатом виде: *первая ступень* - космическая многозональная съемка среднего и высокого пространственного разрешения; *вторая ступень* – аэрофотосъемка и/или аэровидеосъемка (среднемасштабная обзорного уровня и крупномасштабная детального уровня); *третья ступень* - наземные наблюдения.

Для мониторинга территории парка в целом нами предложен набор относительных площадных показателей, включающий лесистость, долю участка насаждений хвойных пород, долю песков, закрепленных растительностью, долю развеваемых песков, долю защитного дюнного вала, определяемых в границах лесохозяйственного квартала.

В процессе исследований проведено определение предложенных показателей состояния лесных экосистем Куршской косы по результатам автоматизированного дешифрирования *космических многозональных снимков* HRVIR/SPOT 1996 года и LISS-3/IRS-1C 2002 года.

На основе полученных количественных характеристик в среде ГИС составлены серии электронных разновременных карт показателей экологического мониторинга на 1996 и 2002 гг. и карты динамики показа-

телей (за 6-ти летний период). В результате анализа созданных карт выявлена динамика происходящих изменений лесных экосистем под влиянием природных и антропогенных факторов.

В системе дистанционного мониторинга лесов аэро съемка занимает среднюю ступень между космической информацией и наземными наблюдениями. Определение места аэроинформации в значительной степени диктуется площадью территории, на которой организуют систематические наблюдения. Среди самолетных видов съемок в настоящее время особое значение приобретают цифровые съемки, выполняемые с помощью видео и фотокамер и обладающие рядом несомненных достоинств, среди которых возможность получать изображения с хорошим разрешением и готовые для компьютерной обработки.

Для целей ведения экологического мониторинга лесов национального парка цифровая аэро съемка применяется нами в следующих направлениях:

- для совмещения с плано-картографическими материалами или другими аэрокосмическими изображениями с целью их совместного анализа;
- для накопления информации во времени для последующих сравнений и определения динамики характеристик объектов лесного мониторинга;
- для получения экологических показателей, характеризующих объекты лесного мониторинга.

Многие показатели оценки состояния насаждений и динамики происходящих в них изменений не могут быть определены без натуральных обследований.

Блок наземных наблюдений в системе ЭМ парка представлен следующими направлениями:

- наземные постоянные пробные площади, на которых с периодичностью, определенной направлениями мониторинга, проводится пересчет;
- трансекты, на которых проводится анализ древесной и кустарниковой растительности и фотофиксация на узловых точках;
- рекогносцировочные обследования по маршрутам.

Обработка космической и аэроинформации проводится в среде географических информационных систем. В качестве программного обеспечения для информационного сопровождения работ по экологическому мониторингу лесов территории национального парка «Куршская коса» используются программы MAPINFO, TOPOL, ARCVIEW, IDRISI, ERDAS, при формировании внешних баз данных – таксационной, базы

данных наземных наблюдений, базы данных учета посетителей парка, рекреационной нагрузки – программа MICROSOFT ACCESS.

Центральное место в системе картографического обеспечения мониторинга занимает *базовая карта экосистем* Куршской косы масштаба 1:25000, создаваемая по результатам дешифрирования растительного покрова на спектрзональных среднемасштабных аэроснимках и использования ландшафтных картографических материалов. Базовая карта служит точкой отсчета для наблюдений за пространственной динамикой экосистем на территории НП, выполняет функции географической привязки для других картографических материалов и является основой для создания различных карт (динамики экосистем, оценки устойчивости природных комплексов и др.).

Особенности природных комплексов обуславливают выделение отдельных видов экологического мониторинга, требующих более детального обследования: лесопатологический (в течение многих лет проводится специалистами ВНИИЛМ), лесохозяйственный, оценки состояния насаждений, рекреационный, мониторинг растительности защитного дюнного вала, мониторинг растительности подвижных дюн, мониторинг прибрежной растительности акватории Куршского залива.

Для мониторинга отдельных частей территории НП используют материалы аэросъемок обзорного или детального уровней. Показателями для этих видов мониторинга, получаемыми в результате дешифрирования данных дистанционного зондирования, служат рассчитанные в границах выбранных территориальных единиц наблюдения площадные показатели разных категорий санитарного состояния насаждений, классов повреждения насаждений вследствие ветровалов, классов экологического состояния защитного вала, участков подвижных дюн на разной стадии стабилизации песков.

Ведение мониторинга лесов целесообразно осуществлять на основе функционирования *ГИС с базами данных пространственных объектов*. В основе организации ГИС, предлагаемой для ведения экологического мониторинга лесов НП «Куршская коса», лежит принцип послойного представления картографической информации.

В ходе ведения мониторинга ГИС расширяется и совершенствуется за счет включения новых слоев информации, в том числе данных наземных наблюдений. Картографические слои дополняются атрибутивными базами данных.

Особенность ГИС для организации и ведения мониторинга лесов НП «Куршская коса» заключается в трех положениях:

1) в ее структуре предусмотрены слои для наполнения их дистанционной информацией разных уровней, при этом программное обеспечение включает блоки для обработки изображений, как с целью оптимизации их спектральных характеристик, так и для решения задач тематического дешифрирования;

2) тематические слои, содержащие дистанционные изображения, как обзорного, так и детального уровней, при ведении мониторинга накапливаются, программное обеспечение содержит функции, позволяющие проводить их совмещение и анализ;

3) программная оболочка ГИС включает функции совмещения как всех картографических слоев, так и их заданных сочетаний, а также получение по запросам информации из баз данных.

Для информационного обеспечения мониторинга создана специальная база данных наземных обследований (СБДНО), которая состоит:

- из базы данных постоянных пробных площадей;
- базы данных по трансектам;
- базы данных пунктов наземных наблюдений по рекогносцировочным маршрутам.

СБДНО является реляционной базой данных и представляет собой множество взаимосвязанных таблиц, каждая из которых содержит информацию об объектах наблюдений.

Также в структуре «ГИС «Куршская коса» функционирует База данных учета посетителей и База данных рекреационной нагрузки.

Литература

1. Вуколова И. А., Орлова О. Л., Рыльков О. В. Экологический мониторинг лесов национального парка «Куршская коса» на основе аэрокосмических методов и ГИС-технологий // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия. М.: НИИ-Природа, 2003.- С. 54-68.

2. Князева С. В. Базовая карта для аэрокосмического мониторинга лесов национальных парков (на примере НП «Куршская коса») // Вестник Моск. Ун-та, сер. География, 2005, №3.- С. 36 – 46.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДА ЭКОЛОГО - ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ СВЕЖИХ ВЫРУБОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОФОТОСНИМКОВ

С.Д.Титов

Ульяновск, Ульяновский государственный университет

Данный метод применяют для оценки экологического состояния мест рубок главного пользования и перспектив естественного возобновления, прогноза возможных вариантов развития насаждений с оценкой их состояния на основе материалов сверхкрупномасштабной аэрофотосъемки.

Для повышения эффективности лесоводственных мероприятий по восстановлению лесов необходимо иметь четкое представление об эколого- фитоценологических факторах, контролирующих этот процесс на разных этапах сукцессий. Особенно важными являются начальные этапы восстановления растительности.

Объективная оценка состояния свежих вырубок в таёжных лесах связана с большим объемом наземных работ по обследованию участков. Эффективность работ можно повысить с помощью аэрокосмических методов. Для предварительной инвентаризации использовался метод оценки лесовосстановления и формирования молодняков на вырубках таёжной зоны с помощью материалов аэрокосмических съемок (Жиринов, Орлова, 1985).

Для оценки экологического состояния мест рубок главного пользования и перспектив естественного возобновления, прогноза возможных вариантов развития насаждений выполнены исследования по использованию аэрокосмических снимков для определения степени дифференциации экологических условий на свежих вырубках и разработана методика эколого-лесоводственной диагностики свежих вырубок с объективной оценкой их состояния на основе материалов сверхкрупномасштабной аэрофотосъемки (Титов, 1990, 1991).

Объектом обследования по предлагаемому методу являются площади вырубок последних лет (1-2 года) таёжной зоны.

Необходимую информацию о состоянии вырубленных площадей можно получить путем дешифрирования сверхкрупномасштабных аэрофотоснимков, полученных при съемке с самолета АН-2 или вертолетов.

Дешифрирование черно-белых самолетных аэрофотоснимков, увеличенных до масштаба 1: 600 и анализ наземных данных свидетельствуют о том, что выделенные на свежих вырубках категории микросреды имеют достаточно высокую степень физиономичности на изображениях. Основными дешифровочными признаками состояния микросреды вырубок явились тон, структура и форма фотоизображения. Площади

сильного повреждения поверхности почвы (глубокое нарушение почвенных горизонтов, их перемешивание, а часто и обнажение материнских пород) опознаются на снимках практически полностью по светлому тону изображений и однородной структуре. Ненарушенные и слабо-нарушенные (небольшие нарушения, иногда связанные со снятием лесной подстилки и обнажением гумусового горизонта) участки, характеризующиеся более темным тоном и выраженной структурой, выделяются несколько хуже и в ряде случаев могут быть приняты за контуры со средней степенью нарушенности (изменения в лесной подстилке, гумусовом горизонте почв). Мозаичное расположение этих категорий экологического состояния вырубок приводит к тому, что иногда они регистрируются на снимках нерасчлененно. Поэтому дешифрирование дает завышение площади средней степени минерализации до 7%.

Благодаря специфическим формам изображения на снимках достоверно фиксируются скудные порубочные остатки, корневые вывороты и т.п.

Количество категорий микросреды, выделяемых на рубках, в значительной степени определяется применяемой техникой и технологией, а также сезоном лесоразработки.

От категорий микросреды, как правило, зависит успешность дальнейшего лесовосстановления. Жизнеспособное предварительное возобновление главных пород сохраняется на ненарушенных участках. Сохраненный хвойный подрост хорошо просматривается на снимках масштаба 1 : 1 500. Увеличение снимков до масштаба 1 : 600 дает незначительные преимущества в точности дешифрирования. По форме кроны и более темному тону крупный подрост хвойных пород отличается от лиственного. Средний и мелкий подрост лучше виден при высокой густоте, т.е. в куртинах. Отдельные экземпляры крупного подраста практически не регистрируются. Лиственный подрост похож на лиственные кустарники и при совместном произрастании их трудно различить между собой. В смешанных хвойно-лиственных куртинах доля хвойных или лиственных определяется с ошибкой. Как известно, маскирующее влияние лиственных пород можно исключить при съемках в период, когда лиственный подрост и подлесок не имеют листьев.

Более точное распределение подраста по породному составу можно установить при использовании цветных аэрофотоснимков.

При сохранении подраста важны данные о его жизнеспособности, так как от этого зависит адаптация и последующий рост предварительного возобновления.

Последующее возобновление на ненарушенных участках протекает, как правило, неудовлетворительно.

На нарушенных участках можно рассчитывать лишь на последующее естественное или искусственное возобновление.

При наличии источников обсеменения важной является информация об урожае семян основных древесных пород и погодных условий следующего после рубки года. При совпадении семенного года с благоприятными погодными условиями вырубка может восстановиться главной породой в течение одного года.

В зависимости от степени нарушенности последующее возобновление протекает неодинаково. На участках сильного повреждения появляется большое количество всходов древесных пород. В дальнейшем возобновление не испытывает существенной конкуренции со стороны травянистой растительности. Разреженный напочвенный покров способствует выживанию имеющегося самосева и накоплению нового. Самосев имеет хорошую энергию роста. К моменту смыкания выживает до 35 % от появившихся в первый год всходов.

На участках средней степени минерализации также появляется большое количество всходов древесных пород. Однако в дальнейшем самосев испытывает сильную конкуренцию со стороны разросшейся травянистой растительности. Энергия роста самосева несколько ниже. К моменту смыкания выживает менее 15 % от появившихся в первый год всходов. В отдельных случаях при разрастании крупнотравья наблюдается полная гибель самосева.

Слабонарушенные участки имеют незначительное количество всходов. Появлению всходов мешает сохранившийся напочвенный покров, «подушки» сухого мха и т.п. У самосева слабая энергия роста из-за конкуренции с травянистой растительностью. К моменту смыкания выживает около 15 % от появившихся в первый год всходов. Количество самосева хвойных пород обычно недостаточное для формирования полноценного насаждения.

На захламленных участках появлению всходов древесных пород препятствует скопление порубочных остатков. Практически не имеют всходов в первые годы после рубки участки занятые собранными в кучи и валы и перемешанными с землей порубочными остатками и корневыми выворотами. Данные категории микросреды обычно не занимают значительных площадей. Их нужно учитывать лишь когда они имеют размеры более 4 м² (средняя площадь питания одного дерева в стадии жердняка).

Для эколого-лесоводственной диагностики свежих вырубок выполняется сверхкрупномасштабная аэрофотосъемка. На сверхкрупномасштабных аэрофотоснимках проводится контурное дешифрирование под стереоскопом при 3-5 кратном увеличении. Территория вырубки подразделяется на участки по категориям микросреды с определением их площади, отмечается наличие сохраненного подроста предварительной генерации и источников обсеменения.

Для прогнозирования перспектив естественного возобновления и составления прогноза возможных вариантов развития насаждений собирают информацию об урожае семян основных древесных пород и погодно-климатических условиях следующего после рубки года.

Для повышения точности дешифровочных работ необходима тренировка исполнителей-дешифровщиков. При необходимости проводится полевая проверка отдельных участков.

Более 70% от общей стоимости работ составляет аренда самолетов и вертолетов. Для снижения стоимости работ можно использовать аэрофотоснимки масштаба 1:1 400, 1:1 500, получаемые при оценке состояния мест рубок по известным методам (Чернявский, 1984).

Метод эколого-лесоводственной диагностики свежих вырубок позволяет повысить качество оценки условий лесовозобновления, оперативно решать вопросы создания на месте вырубленных лесов новых насаждений в экономическом и экологическом отношениях отвечающих целям ведения хозяйства в регионах.

Метод имеет значительные резервы по дальнейшему совершенствованию технологии, повышению оперативности и эффективности при использовании методов автоматизированного дешифрирования снимков.

Литература

1. Жирин В.М., Орлова О.Л. Основные положения метода оценки лесовосстановления и формирования молодняков на вырубках с помощью материалов аэрокосмических съемок // Новые методы сбора и обработки информации при инвентаризации лесов. – М.: Изд-во ВНИИЛМ, 1985. – С. 29-32.
2. Титов С.Д. Дистанционные методы диагностики восстановительных процессов на вырубках // Аэрокосмический мониторинг таежных лесов. Тез. докл. Всес.конф. 15-17 ноября. 1990 – Красноярск: ИЛИД, 1990 – С. 87-88.
3. Инвентаризация и лесоводственная диагностика концентрированных вырубок с помощью аэрокосмических снимков // Использование и восстановление ресурсов Ангаро-Енисейского региона. Сб. науч. тр. Всес. научно-практ. конф., апр. 1991, Красноярск, Лесосибирск: 1991 – С. 233-239.

4. Чернявский В.С. Метод оценки состояния мест рубок по крупномасштабным аэрофотоснимкам // Материалы межд. учебного семинара ООН по практическому применению данных дистанционного зондирования земли в области лесного хозяйства. – М.:1984 – С. 1-4.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММ SCANEX ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСОВ»

М.А. Ануфриев

Йошкар-Ола, Марийский государственный технический университет

В настоящее время подавляющая часть данных дистанционного зондирования поступает к конечному пользователю в цифровом виде. Следовательно, к специалистам лесного хозяйства предъявляются новые требования: они должны уметь обрабатывать и анализировать цифровые изображения с использованием специализированных программных средств. Учитывая эти требования, был разработан ряд лабораторных работ по дисциплине «Дистанционные методы изучения лесов» на основе программ Scan Magic и Scan Ex Image Processor.

Большая часть программ для обработки данных дистанционного зондирования имеют очень высокую стоимость, что затрудняет их приобретение и внедрение в учебный процесс.

Инженерно-технологический центр «СканЭкс» (ИТЦ СканЭкс) – лидирующая на рынке российская фирма, предоставляющая полный комплекс услуг от приема до тематической обработки изображений Земли из космоса. Сегодня Центр СканЭкс является единственной в России компанией, подписавшей лицензионные соглашения с ведущими мировыми операторами программ ДЗЗ на прямой прием данных с ИСЗ серий IRS, SPOT, EROS, RADARSAT, ENVISAT на наземные станции УниСкан™ собственного производства. Это впервые дало возможность регулярного обзора территории России и стран СНГ в реальном времени с пространственным разрешением от сотен до единиц метров. Программные продукты фирма ScanEx для обработки и анализа изображений позволяют освоить основные этапы обработки аэрокосмических изображений. Кроме того, имеются полнофункциональные демо-версии, основным ограничением которых является отсутствие функции сохранения конечных результатов и экспорта в другие форматы. Сотрудниками фирмы разработаны упражнения для самостоятельного освоения их программных продуктов и подготовлены материалы, которые доступны на сайте www.scanex.com.

Дадим краткую характеристику программного обеспечения ScanEx:

1. ScanMagic предназначено для просмотра, анализа и обработки изображений Земли из космоса. ScanMagic позволяет производить следующие основные операции с изображениями:

- просмотр изображений с произвольным цветосинтезом, контрастированием и масштабированием;
- углубленный анализ изображения – построение профиля среза отсчетов яркости изображения;
- анализ отсчетов яркости изображения;
- вырезание из изображения фрагмента с исходным набором спектральных каналов в новое окно программы, с возможностью последующей его обработки в качестве нового изображения;
- географическую привязку изображений, в том числе по орбитальным элементам спутника;
- картографическую привязку изображений;
- коррекцию геопривязки методом подбора поправок к положению спутника на орбите и углам ориентации;
- коррекцию с использованием опорных точек местности;
- автоматическую привязку по технологиям «изображение к карте» и «изображение к изображению»;
- импорт и наложение на изображение векторных карт;
- создание и редактирование векторных слоев;
- добавление сетки широт и долгот;
- сохранение набора слоев векторных контуров для произвольного количества снимков;
- трансформирование изображений в картографические проекции; создание мозаичных изображений;
- улучшение пространственного разрешения;
- построение диаграмм;
- экспорт исходных и трансформированных изображений в стандартные графические и ГИС форматы;
- вывод изображений на печать, в том числе снимков с нанесенными слоями векторных карт.

2. Scan Ex Image Processor является более мощным инструментом с следующими функциями:

- импорт/экспорт и визуализация растровых данных;
- пакетная загрузка и коррекция данных SRTM-90 и GTOPO30;
- систематическая геометрическая коррекция данных ДЗЗ;
- уточняющая модель ориентации спутника и камеры;
- полиномиальная трансформация;

- локальная трансформация;
- ортотрансформирование растров;
- автоматическая ко-регистрация растров;
- создание мозаик изображений;
- компенсация дымки на изображениях;
- радиометрические преобразования;
- арифметические операции с растровыми слоями;
- вычисление текстурных характеристик изображений;
- загрузка, создание и редактирование векторных слоев;
- автоматическая векторизация;
- расчет тематических продуктов по данным MODIS;
- предпечатная подготовка.

Таблица 1. Содержание лабораторных работ

№ п/п	Темы лабораторных занятий	К-во часов
1	Настройка программы ScanMagic. Просмотр контуров изображений на карте мира и открытие изображений. Работа с гистограммой изображения. Алгоритмы коррекции изображения. Инструменты навигации. Взаимная навигация окон просмотра. Работа с произвольным фрагментом изображения	4
2	Построение диаграммы изображения. Анализ отсчетов яркости изображения.	2
3	Работа с векторными слоями.	3
4	Привязка по технологии изображение к карте. Мозаика многозональных снимков. Мозаика одноканальных снимков.	2
5	Улучшение пространственного разрешения (процедура Fusion)	2
6	Работа с опорными точками. Привязка по технологии изображение к изображению.	2
7	Программа Scan Ex Image Processor. Открытие изображения с автоматическим определением проекции и разрешения. Инструменты навигации в рабочем окне программы.	4
8	Работа с векторным слоем. Загрузка векторных слоев в программу. Создание нового векторного слоя. Создание и редактирование векторных объектов.	4
9	Анализ изменения пространственных объектов во времени (Change Detection)	2
10	Автоматическая векторизация. Векторизация в пределах заданного диапазона. Векторизация конкретного значения.	3
11	Удаление дымки. Удаление выпавших строк.	2
12	Классификация космических снимков в MultiSpec. Управляемая классификация. Не управляемая классификация.	4

В состав материалов к упражнениям для Scan Magic и Scan Ex Image Processor входят: многозональный снимок сенсора LISS со спутника IRS-1C, снимок сенсора ETM+ со спутника LANDSAT-7 (в каждом

файле один спектральный канал), многозональный снимок сенсора ETM+ со спутника LANDSAT-7, отсканированная топографическая карта масштаба 1: 100000, векторный слой масштаба 1: 1000000, панхроматические снимки сенсора PAN со спутника IRS-1C/D, многозональные снимки сенсора Aster со спутника Terra, фрагмент орторектифицированной мозаики LANDSAT-7, векторные слои (MAP), снимок спектрорадиометра MODIS со спутника Terra, фрагменты тематических масок NDVI снимка спектрорадиометра MODIS со спутника Terra.

На основе этих материалов и данных дистанционного зондирования на территории Марий Эл разработаны следующие лабораторные работы (табл. 1).

Разработанные лабораторные работы были внедрены в учебный процесс в 1 семестре 2007-2008 учебного года. Опыт показал, что в результате их выполнения расширяются представления студентов об информативности аэрокосмических снимков для целей лесного хозяйства, они знакомятся с наиболее распространёнными системами дистанционного зондирования Земли и осваивают основные алгоритмы обработки изображений, кроме того, закрепляются знания по дисциплине «Геоинформационные системы в лесном хозяйстве» и осознаётся взаимосвязь между этими двумя дисциплинами.

В процессе изучения дисциплины «Дистанционные методы изучения лесов» студенты получают практические навыки работы с цифровыми аэрокосмическими изображениями, которые в последующем могут быть применены при написании курсовых работ и дипломного проекта, а также в последующей профессиональной деятельности.

Литература

1. Возможности программного обеспечения ScanEx // <http://www.scanex.ru>.
2. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: Учебник. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 392 с.
3. Черных, В.Л. Геоинформационные системы в лесном хозяйстве: учебное пособие / В.Л. Черных. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 204 с

**КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ЗЕМНОГО ПОКРОВА (LCCS)
ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕТОДИКЕ ФАО В КУРСАХ
ДИСЦИПЛИНЫ «ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ»**

**Э.А. Курбанов, О.Н. Воробьев, А.В. Губаев, С.А. Лежнин,
Г.В. Швецов**

Йошкар-Ола, Марийский государственный технический университет

Точная оценка земного покрова и возможность мониторинга изменений являются важными составляющими в процессах рационального управления природными ресурсами и охраны окружающей среды. Состояние земного покрова - это отражение человеческой деятельности, которое меняется в зависимости от нее. Следовательно, земной покров - это географический элемент, на основе которого можно сформировать справочную базу для различных приложений посредством сбора статистических данных, сведений о планировании, инвестициях, биоразнообразии, изменениях климата, состоянием лесов и контролем опустынивания земель.

В последние годы появляется необходимость в разработке стандартизированной классификации земных покровов, которая обеспечит прочную основу для взаимодействия между растущим количеством национальных, региональных и глобальных проектов по картографированию и мониторингу наземных покровов.

Ввиду отсутствия общепринятой прикладной системы, ФАО и ЮНЕП разработали систему классификации земных покровов (LCCS), которая позволяет сравнивать классы, независимо от масштаба, типа покрова, метода сбора данных и географического местоположения. В настоящее время LCCS является одной из немногих универсальных классификационных систем применимой на практике. Свойственная LCCS гибкость, применимость ко всем климатическим зонам и условиям окружающей среды, а также совместимость с другими существующими классификаторами, делают ее потенциальным международным стандартом. Благодаря перечисленным выше причинам, в настоящее время LCCS рассматривается для утверждения в качестве стандарта международной организацией стандартизации (ИСО).

Система может быть использована для создания любого вида классификации земного покрова в любой стране мира, с использованием набора независимых диагностических критериев, которые позволяют проводить корреляцию с существующими классификациями и легендами.

Классы земного покрова определяются путем комбинирования наборов независимых диагностических критериев (классификаторов) иерархически упорядоченных для обеспечения высокой степени геогра-

фической точности. Ввиду неоднородности земного покрова один и тот же набор классификаторов не может быть использован для определения всех типов земного покрова. Иерархическая структура классификаторов может разниться от одного типа земного покрова к другому.

Все покрытые растительностью классы земного покрова выделяются при помощи последовательного структурно-физиогномического концептуального метода, который для естественной либо искусственно созданной растительности объединяет классификаторы жизненная форма, покров и высота растения, а для культивируемых территорий - классификаторы жизненная форма и пространственное распределение. Классификационная система генерирует отдельные классы земного покрова, которые представлены: (1) уникальной формулой (строка кода, описывающего использованные классификаторы); (2) стандартное название; и (3) уникальный числовой код. Числовой код и стандартное название могут быть использованы для создания автоматически генерируемой легенды, в которой используемые классы, группируются в соответствии с основными категориями земного покрова и их доменами в зависимости от области данных. Полученный список может быть привязан к заданному пользователем обозначению класса на любом языке.

Разработанная система - это очень гибкая априори классификация земного покрова, в которой каждый класс определяется четко и систематично, обеспечивая, таким образом, внутрисистемную стабильность. Система иерархична и применима с различными масштабами. Перераспределение классов, основанное на изменении состава группы классификаторов, способствует повсеместному использованию итоговых результатов широким кругом конечных пользователей. Оценка точности конечного результата может быть проведена для отдельного класса или классификатора, формирующего класс. В этой гибкой системе могут быть размещены все классы земного покрова, и поэтому классификация может служить универсальной справочной базой, внося свой вклад в гармонизацию и стандартизацию данных.

Нами создана презентация, в которой рассматриваются вопросы использования LCCS в учебном процессе при проведении занятий по дисциплине «Дистанционному зондированию земли» и научной работе студентов и аспирантов МарГТУ.

СОСТОЯНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЛЕСОВ

Ю.С. Галкин, В.С. Шалаев

Москва, Московский государственный университет леса

В данном докладе представлено состояние космических средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) по последним данным ASPRS, тенденции развития ДЗЗ по результатам исследований NASA и NOAA, перспективные задачи лесной отрасли в рамках ФКП до 2025 года и принципы государственной инвентаризации лесов с позиций Рослесхоза. Отмечена многоплановость целей и необходимость вариативности их образовательного обеспечения.

Леса России, как и все леса планеты, являются важным фактором стабилизации экологического состояния всей ноосферы Земли. Потребность в объективной информации о состоянии и динамике лесных экосистем на обширных площадях наиболее эффективно может быть реализована применением аэрокосмических методов мониторинга земной поверхности, как наиболее оперативных и широкомасштабных. Задачи мониторинга больших территорий стимулируют интенсивное развитие соответствующих технических средств, особенно в космическом секторе.

По информации Американского общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ASPRS) [1] 17 стран имеют спутники с аппаратурой ДЗЗ среднего и высокого разрешения, а к концу десятилетия их будет уже 24. В списки включены гражданские спутники (режимные ограничения существуют, но не указаны) с разрешением лучше 39 м (один с 57 м), находящиеся на орбитах или планируемые к запуску до 2011 г. Среди них: оптических – 37 на орбитах и 27 планируется, радиолокационных – 4 на орбитах и 9 планируется.

Оптические системы можно разделить на 2 группы высокого разрешения и 3 группы среднего разрешения:

- 13 спутников сверхвысокого разрешения от 0.41 до 1.0 м;
- 9 спутников высокого разрешения от 1.8 до 2.5 м;
- 14 спутников так называемого вышесреднего разрешения от 4 до 8 м;
- 10 спутников среднего разрешения от 10 до 20 м;
- 7 спутников так называемого нижесреднего разрешения от 30 до 56 м.

Полосы захвата для высокоразрешающих систем находятся в диапазоне от 8 до 28 км, а систем среднего разрешения - в основном от 60 до 185 км.

Последние корректировки данных [4] не изменяют общей тенденции.

Предполагается, что представленная информация может способствовать выбору ориентиров деятельности в сфере ДЗЗ и прогнозировать степень достижения поставленных целей.

Общая тенденция развития рынка космической техники ДЗЗ четко показывает почти экспоненциальный рост количества работающих спутников ДЗЗ и снятие с эксплуатации устаревших аппаратов с низким пространственным разрешением. Здесь следует учесть, что для отечественного спутника Ресурс ДК-1 указана дата окончания функционирования между 2011 и 2012 гг., а для наиболее модного сейчас Quick Bird (пространственное разрешение до 60 см) – 2009 г. В то же время американские GeoEye-1 (разрешение – 41 см) и WorldView-1 (разрешение – 50 см) планируется эксплуатировать с 2007 по 2012 (и позже) гг.

Начиная с 1999 г. эксперты ведущих в ДЗЗ американских организаций Национального агентства по авионавтике и космосу (NASA), Национальной океанической и атмосферной администрации (NOAA), Геологической службы Соединенных Штатов (USGS) и ASPRS проводят совместное изучение рынка ДЗЗ и геопро пространственных данных в США [2]. Получен рост совокупного дохода компаний, работающих в отрасли ДЗЗ – 9% в год. Оценка абсолютных доходов также достаточно оптимистична: от 2–3 млрд. долларов в 2001 г. до 7–8 млрд. долларов к 2012 г.

Проведенными исследованиями подтверждается, что общие тенденции развития методов ДЗЗ ориентированы на сверхвысокое пространственное разрешение, гиперспектральную съемку и высокоточное координирование снимков. За период с 2001 по 2006 гг. доля приобретенных гиперспектральных продуктов возросла более чем в 3 раза, в то время как, как продукты традиционной черно-белой съемки уменьшились более чем в 2 раза.

Исследователи рассматривают применение геоинформационных систем (ГИС) совместно с космической продукцией.

Государственные агентства и службы различного уровня, федеральные и местные органы власти представляют собой важных участников рынка данных ДЗЗ, поскольку они являются основными крупными покупателями пространственных данных и обеспечивают финансирование научно-исследовательских работ.

Существенным фактором является то, что даже ведущие государственные и частные агентства и компании испытывают большую потребность в хорошо подготовленных кадрах исполнителей. Эта потребность становится еще более острой по мере роста рынка данных ДЗЗ, что яв-

ляется ключевым моментом для устойчивого роста индустрии данных ДЗЗ и эффективного использования геопространственной информации в экономике в целом.

Исследования показывают, что нужно повысить статус дисциплин, связанных с пространственной информацией в общей структуре системы образования, и добиться постоянной поддержки администраций учебных заведений.

В проведенных исследованиях отчетливо проявилась проблема текучести кадров. Следует иметь в виду, что многие из работников, занятых в индустрии данных ДЗЗ и ГИС, и они вполне имеют возможности в поиске рабочих мест в более привлекательных (экономически и карьерно) отраслях производства, которые связаны с полученным ими образованием (например, информатика и компьютерные технологии).

Выход из создавшегося положения, очевидно, находится в повышении статуса и престижности высокопрофессионального труда в области ДЗЗ (повышении зарплаты).

Иная ситуация в отечественной отрасли индустрии ДЗЗ.

Конечно, рынок ДЗЗ в России существует и развивается в настоящее время своим путем. Ряд организаций выполняет тематическую обработку космических снимков. Перечень решаемых задач у всех организаций примерно одинаковый и относится, преимущественно, к разделению контрастных участков изображения и его идентификации, т.е. эксплуатирует основные (и, наверное, пока единственные) неоспоримые преимущества космического мониторинга – экстерриториальность, масштабность и наглядность, что само по себе не является конкурентным преимуществом и уже давно решено международным сообществом.

Наше отставание, по крайней мере, на ближайшие годы определяется тем, что финансирование космических программ в различных странах соотносится по шкале: США – Европа – Япония – Китай – Россия, как: 1 – 0,26 – 0,18 – 0,15 – 0,04 [3]. Действительно, мы контролируем 30 % околоземного космоса, США контролируют 100 %, США имеют 8 спутников оптико-электронного мониторинга Земли, мы – имеем один (да и тот запущен только в 2006 г. и не дает пока гражданской продукции). Космические снимки приходится покупать у операторов через дилеров, что приводит к высокой стоимости данных ДЗЗ, задержке их поставки, а также ограничений их продаж по режимным и организационным причинам.

Для решения существующей проблемы Правительством РФ предложены две Федеральных космических программы по развитию космических технологий до 2015 и 2025 годов. В последней программе («Кон-

цепция развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года», раздел 4.4) подробно прописаны предполагаемые потребности и перспективные запросы лесной отрасли. Однако, как показывает перечень предложенных задач (29 задач), он не совпадает ни с указанными ранее мировыми тенденциями, ни с отечественными «Основными принципами государственной инвентаризации лесов» [5], вытекающими из новой редакции Лесного кодекса РФ:

- сохранение повыведельной таксационной базы данных;
- зонирование территории лесного фонда по заданной точности получения информации;
- выборочная таксация учетных единиц (страт) измерительно-перечислительными методами;
- применение моделей актуализации;
- ежегодный охват территории лесного фонда всех субъектов РФ;
- объект инвентаризации – лесничество;
- периодичность - 10 лет.

Вместе с тем, в концепции содержится ряд задач, которые находятся не в компетенции производств лесной отрасли. Более того, решение задач опирается преимущественно (75%) на использование низкоразрешающих зарубежных сенсоров (снимаемых с эксплуатации).

Вместе с тем в процессе исследований были выявлены вполне достаточные потенциальные возможности для роста рынка данных ДЗЗ. Например, в настоящее время очень малая доля работ в данной отрасли приходится на его сегменты с высокими требованиями к точности пространственных данных, таких, как лесной кадастр (как часть земельного кадастра), сам земельный кадастр и кадастр недвижимости, риэлтерский и страховой бизнес и т.п. В то же время эти сферы применения могут открыть новые возможности для индустрии данных ДЗЗ при условиях, что поставляемая геопространственная информация будет отвечать специфическим потребностям (координатной точности и однозначной идентификации объектов) подобных клиентов и что они смогут эффективно работать с такими данными. Правда, использование данных высокого пространственного и спектрального разрешения и высокой координатной точности требует достаточно крупных инвестиций в модернизацию оборудования и технологии.

На сегодняшний день указанные тенденции вряд ли применимы напрямую к нашему современному рынку. Учитывая специфические особенности развития аналогичного отечественного сектора, следует заметить, что многие причинно-следственные параллели нельзя провести:

нет частных спутников, нет частных отечественных операторов, нет строгой геопространственной культуры и т.п., поэтому пути развития отечественного рынка сейчас пока не совпадают с путями, изложенными в данной работе. Более того, наши современные производственные потребности также не совпадают с потребностями зарубежных хозяйствующих субъектов.

Вместе с тем, данная работа предлагает ориентиры для выбора конкурентоспособной тематики исследований, возможность сравнительной оценки уровня проводимых отечественных разработок и перспективы достижения поставленных перед ними целей.

Литература

1. Stoney W.E. ASPRS guide to land imaging satellites. Updated for the NOAA commercial remote sensing symposium. USA, 2006.
2. Монделло Ч., Хепнер Дж., Вильямсон Р. Рынок данных ДЗЗ в мире // Дистанционное зондирование Земли. - 2005. - № 2.- С. 31-37.
3. Гершензон В.Е. Дистанционное зондирование Земли: общие проблемы и российская действительность // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации, 2005. - №3.- С.57-59.
4. Trinder J. Recent developments in international remote sensing and GIS markets. The third International conference «Earth from space – the most effective solutions», Moscow, 2007.
5. Кашпор Н.Н. Методические основы инвентаризации лесов // IV Международная конференция «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве». М., 2007.

ЦВЕТОВАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ МНОГОЗОНАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ СНИМКОВ С ОБУЧЕНИЕМ

А.В. Кревецкий, Ю.А. Ипатов

г. Йошкар-Ола, Марийский государственный технический университет

Одной из основных проблем в области обработки изображений и распознавания образов является выделение объектов на сложном и статистически не однородном фоне [1]. В частности, при обработке многозональных ландшафтных снимков необходимо знать относительную площадь растительного покрова и положение границ участков определенного типа. В научной литературе методы сегментации представлены достаточно широко, однако большинство является эвристическими, не дают удовлетворительных результатов на реальных сложных неодно-

родных фонах и не имеют реализаций в виде законченных программных продуктов [2].

В данной работе синтезируется оптимальный в байесовском смысле алгоритм цветовой сегментации изображений «с учителем» и его законченная программная реализация. На рис. 1 представлено изображение части острова Арран, Шотландия, сделанное со спутника серии SPOT в диапазоне от 0,50 до 0,59 мкм. Характерными текстурными элементами здесь являются: растительный покров, рельеф местности и акватория острова.



Рис. 1. Изображение со SPOT спутника в видимом диапазоне спектра.

1. Статистические характеристики наблюдаемых изображений

Современные спутники дистанционного зондирования, используемые сегодня для регистрации изображений растительного покрова, имеют высокую разрешающую способность по яркости и цветовому тону. Флуктуационный шум возникающий, в этом случае можно аппроксимировать центрированным независимым нормальным шумом по каждой цветовой компоненте. При невозможности накопления нескольких кадров и крупных размерах представляющих интерес однородных по цвету участков, оптимальным устройством оценки яркости или цвета при таком шуме является низкочастотный пространственный фильтр скользящего среднего [3]. Нарушение оптимальности характерно лишь на незначительной площади изображения в области резких перепадов яркости (цвета) между участков с разными текстурами.

Для вычисления относительной площади растительных насаждений по его аэрокосмическому изображению необходимо относительно каждого элемента разрешения принять обоснованное решение – отнести элемент к фрагменту заданной растительности или к остальным текстуррам.

При использовании в качестве дискриминационных признаков данных о яркости и цвете пикселей для построения оптимального или квазиоптимального в байесовском смысле алгоритма принятия решения,

важно знать законы распределения вероятностей цвета полезных и мешающих пикселей в цветовом пространстве.

На рис. 2 приведены выборочные условные законы распределений цвета $W(\bar{I}/H_1)$ и $W(\bar{I}/H_2)$ для обеих гипотез в RGB пространстве. Видно, что статистически неоднородный фон и растительные насаждения выделяются в слабо перекрывающиеся пространственные кластеры. Их вытянутый вдоль диагонали цветового куба характер объясняется неравномерной освещенностью и полезных объектов и фона и поэтому учет яркостной информации мало информативен.

В связи с этим, для упрощения алгоритма сегментации предлагается использовать проекции данных распределений на плоскость перпендикулярную вектору (255,255,255) (см. рис. 3). Как видно из данного рисунка, данные двумерные условные распределения вероятностей имеют близкую дисперсию.

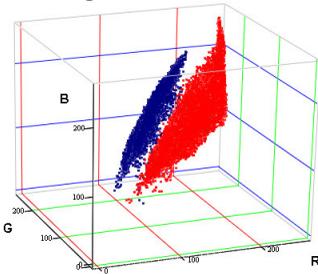


Рис. 2. Кластерная модель растительного покрова и фона в RGB пространстве

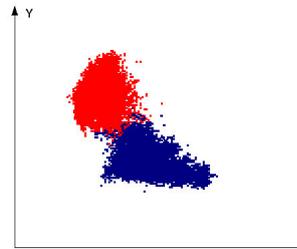


Рис. 3. Проекция на секущую плоскость

2. Синтез оптимального алгоритма сегментации проективного листовного покрова

Для возможности синтеза оптимального алгоритма сегментации аналитически аппроксимируем указанные распределения $W(\bar{I}/H_1)$ и $W(\bar{I}/H_2)$ функциями [5]:

$$K(\mathbf{x}, i) = c \cdot \exp\{-\alpha \|\mathbf{x} - \mathbf{x}_i\|^2\}, \quad (1)$$

где α - декремент затухания, $\|\mathbf{x}\|$ - норма вектора \mathbf{x} , i - номер проверяемой гипотезы (рис. 4), c - нормировочный множитель.

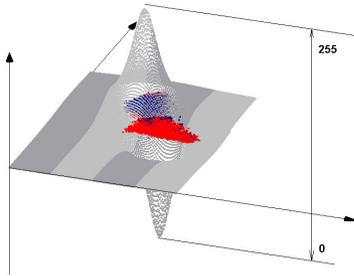


Рис. 4. Аппроксимация выборочных распределений гауссовскими функциями

Для выбранной формы аппроксимации распределений оптимальный по критерию максимального правдоподобия (или минимального расстояния в цветовом пространстве) сводится к следующим шагам:

- 1) определению проекции цвета текущей точки на выбранную плоскость цветового пространства,
- 2) вычислению для нее величины отношения правдоподобия

$$\bar{\lambda}(x, y) = \frac{W(\bar{I}/H_2)}{W(\bar{I}/H_1)}, \quad (2)$$

(x, y) - координаты пикселя в кадре изображения,

- 3) нормировке поля отношений правдоподобия к 255 градациям серого для возможности визуализации (рис. 5),

- 4) пороговой обработке нормированного изображения $\lambda(x, y)$ (см. рис. 6),

$$U(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } \lambda(x, y) \geq \lambda_{\text{пор}} \\ 0, & \text{если } \lambda(x, y) < \lambda_{\text{пор}} \end{cases} \quad (3)$$

Следует отметить, что результат сегментации содержит статистические ошибки, вызванные случайным характером шумов и фона. С целью снижения вероятности ошибок в программном комплексе для автоматизации рассмотренных алгоритмов введена возможность ручной коррекции результатов сегментации.

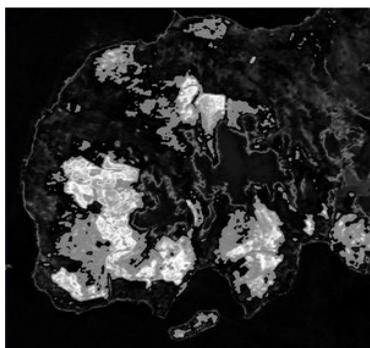


Рис. 5. Нормировка изображения потенциальной функцией (1)

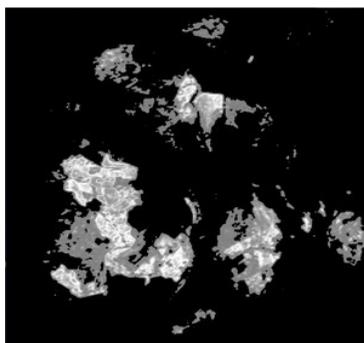


Рис. 6. Результирующее изображение после пороговой обработки

Предложенные алгоритм и его программная реализация позволяют автоматизировать процесс сегментации ландшафтных сцен и могут служить готовым инструментом при решении исследовательских и инженерных задач.

Реализуемый в программе алгоритм является оптимальным по критерию максимального правдоподобия. Для исключения выбросов, связанных с неоднородностью фона, на котором производится распознавание, в программе предусматривается ручная коррекция результатов автоматического анализа, а для инвариантности к классу сегментируемых объектов введена процедура интерактивного обучения.

Литература

1. Прэйт У. Цифровая обработка изображений. Кн.1,2. — М.: Мир, 1982.
2. John A. R., Xiuping J. Remote Sensing Digital Image Analysis. — Heidelberg: Springer, 2006. — 455 p.
3. Кревецкий А.В. Обработка изображений в системах ориентации летательных аппаратов. — Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. — 149с.
4. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005. — 1072 с.
5. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. — М.: Мир, 1978. — 401 с.

СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ЛОКАЦИОННЫХ И ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

С.Е. Чесноков, А.В. Кревецкий

г. Йошкар-Ола, Марийский государственный технический университет

В управлении землепользованием и в ведении городского хозяйства одним из основных видов продукции является информация, получаемая на основе данных аэрокосмического зондирования. В ходе экологического мониторинга осуществляется сбор и совместная обработка данных, моделирование и анализ экологических процессов и тенденций их развития, а также использование данных при принятии решений по управлению качеством окружающей среды. В экологических ГИС применяются в первую очередь динамические модели. Часто необходимо принимать решения непосредственно во время облета территорий (пожар, несанкционированная вырубка леса, разлив нефти и т.п.). Поэтому особенно важно, чтобы получение результатов обработки измерений и оценок экологической ситуации происходило в близком к реальному масштабе времени. В экологических ГИС применяются в первую очередь динамические модели. Часто необходимо принимать решения непосредственно во время облета территорий (пожар, несанкционированная вырубка леса, разлив нефти и т.п.). Поэтому особенно важно, чтобы получение результатов обработки измерений и оценок экологической ситуации происходило в близком к реальному масштабе времени.

Разработанная программная модель системы Segment предназначена для анализа информации полученной с формируемых в реальном времени аэрокосмических изображений, выделения «областей интереса» на изображениях для последующего анализа, настройки и применения набора процедур обработки изображений, сохранения результатов обработки для формирования констатирующей карты. Структурная схема системы представлена на рис. 1. Основным достоинством данной системы является ее гибкая структура. Она продумана таким образом, что каждый важный компонент системы взаимодействует с другими через сокет на основе протокола TCP/IP.

Благодаря этому система Segment может быть развернута на одном компьютере (если решаемые задачи не требуют громоздких по времени вычислений), так и в виде целого комплекса – с рабочими местами для обработки потоковой информации. Программные компоненты системы

выполнены в среде Qt, что обеспечивает их перенос на различные платформы.

В представленной системе Segment выделяются следующие программные компоненты:

1. Высокопроизводительный сервер для выполнения алгоритмов обработки изображений по заданному пользователем профилю. Программный компонент DSPServer (рис. 2);
2. Ftp-сервер - организуется на сервере БД и служит для хранения фрагментов изображений, выбранных для анализа, а также результатов их обработки;

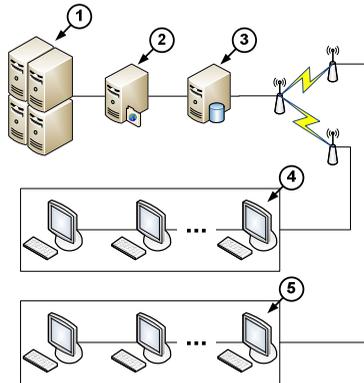


Рис. 1. Структурная схема системы Segment

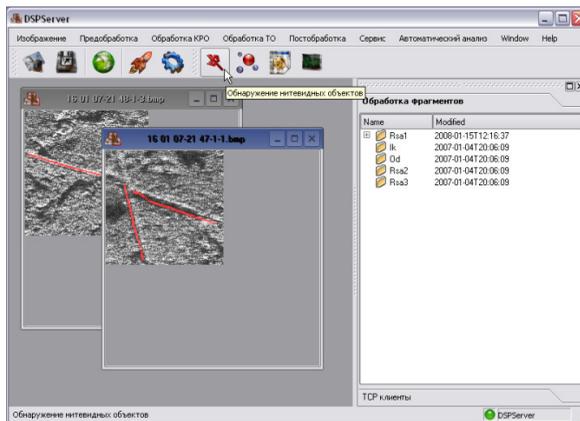


Рис. 2. Программный компонент DSPServer

3. Сервер базы данных – предназначен для накопления и объединения поступающих изображений в один поток данных. Программный компонент DBServer (рис. 3);



Рис. 3. Программный компонент DBServer

4. Рабочие места операторов, занимающихся просмотром потока изображений в реальном масштабе времени и выделением «областей интереса» в соответствии с оперативным заданием. Программный компонент Emulator (рис. 4);

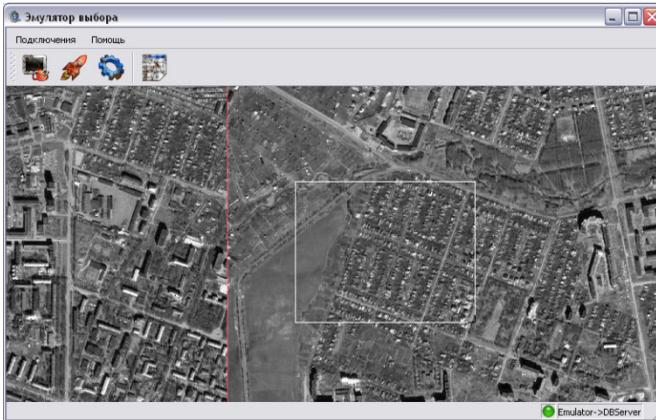


Рис. 4. Программный компонент Emulator

5. Рабочие места операторов, выполняющих функции просмотра изображений, присланных для обработки и применения соответствующих профилей обработки. Программный компонент Segment (рис. 5).

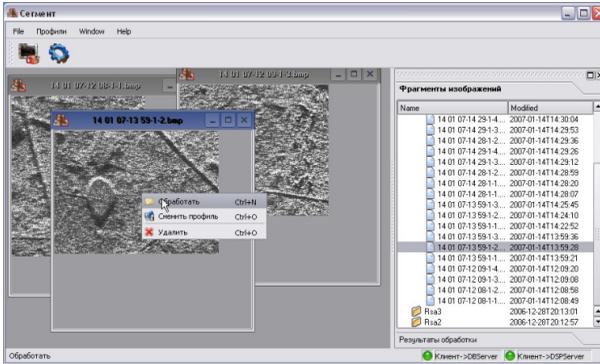


Рис. 5. Программный компонент Segment в режиме передачи изображения на обработку

С помощью программного компонента Segment можно выполнять настройку профиля пользователя – описания последовательности процедур обработки изображений с заданными значениями параметров (рис. 6). Каждый такой профиль наилучшим образом подходит для решения определенного вида задач.

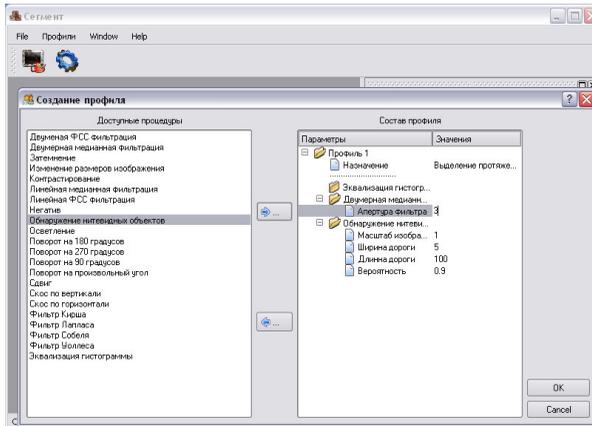


Рис. 6. Программный компонент Segment в режиме настройки профиля обработки

Система Segment позволяет получать информацию, используя алгоритмы предварительной обработки изображений, алгоритмы анализа крупноразмерных и точечных объектов, выполнять контурных анализ

ареальных геобъектов. Гибкая схема системы позволяет ориентировать ее практически на любую из задач экологического мониторинга для представления и анализа пространственно-распределенных экологических данных.

Результаты интерпретации данных, а также различные комментарии и заголовки наносятся непосредственно на растровое изображение аэрокосмического снимка совместно с данными из произвольных геоинформационных систем и баз данных.

Литература

1. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 288с.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Я.А. Фурман, К.Б. Рябинин, М.И. Красильников

г. Йошкар-Ола, Марийский государственный технический университет

1. Постановка задачи

Одной из представляющих практический интерес задач дистанционного зондирования земной поверхности является задача нахождения фрагмента ландшафта сцены, представляющего собой плоский участок заданных размеров. В зависимости от планов использования такого участка устанавливаются минимальные условия для различных локальных неровностей – впадин и бугорков, расположенных в его пределах. В данной работе рассматривается один из подходов к решению данной задачи на основе методов кватернионного исчисления.

2. Принцип решения задачи

Предполагается, что аппаратура дистанционного зондирования расположена на летательном аппарате и обладает разрешающей способностью, соизмеримой с линейными размерами локальных неровностей, нарушающих условия плоскостности в пределах выделенного участка местности. Как видно из рис. 1, при зондировании подстилающей поверхности формируются два семейства 3D векторов. Первое семейство имеет полюс, расположенный на летательном аппарате и состоит из векторов $oa_0, oa_1, oa_2, oa_3, \dots$. Второе семейство содержит векторы la_1, la_2, la_3, \dots , расположенные на подстилающей поверхности W и образованными разностями векторов первого семейства:

$$\pi a_1 = a_1 a_0 = o a_1 - o a_0; \pi a_2 = a_2 a_0 = o a_2 - o a_0; \dots$$

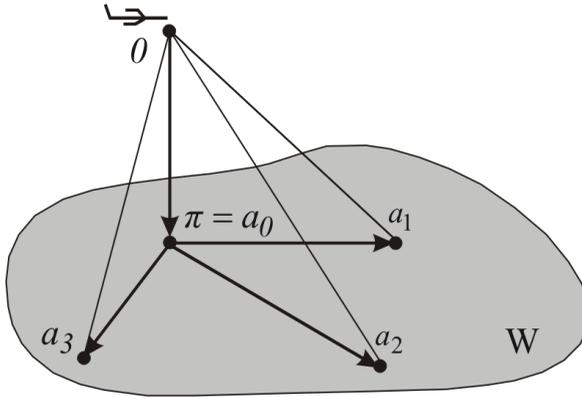


Рис 1. Зондирование подстилающей поверхности

В качестве полюса π для образования векторов второго семейства выбрана произвольная точка a_0 . Любые два вектора второго семейства задают плоскость, называемую собственной плоскостью Ω этих векторов или элементарной плоскостью на поверхности W .

Решение задачи выполняется в течение двух этапов. На первом этапе выделяется фрагмент поверхности W , подавляющее количество элементарных плоскостей Ω в котором лежат в одной плоскости. Такое решение принимается при условии коллинеарности нормалей r_n к массиву элементарных плоскостей $\Omega_1, \Omega_{i+1}, \dots, \Omega_{l+m}$ (рис. 2).

Результатом первого этапа являются генеральное множество точек $A = \{a_n\}_{0, s-1}$ мощности s и генеральное множество нормалей $R = \{r_n\}_{0, s-3}$, а также кластеры R_1, R_2, \dots, R_t с очень близкими между собой параметрами. Каждая из точек a_n зондирования поверхности W задается ее декартовыми координатами x_n, y_n, z_n . В результате анализа кластеров нормалей отбирается один, соответствующий выделенному фрагменту плоской формы.

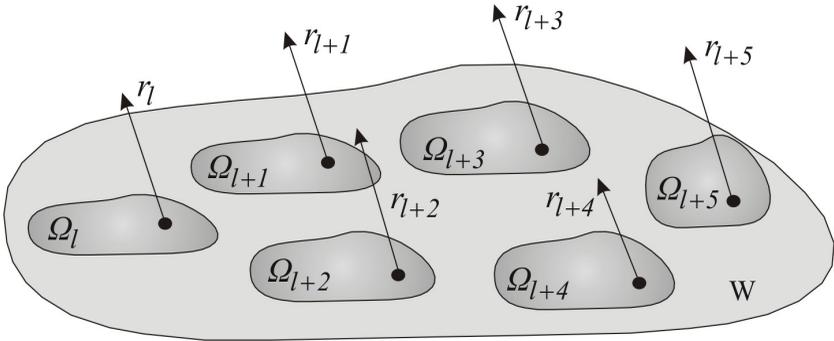


Рис 2. Равенство нормалей к элементарным плоскостям, расположенных в одной плоскости

На втором этапе решения задачи производится анализ тонкой структуры ряда нормалей в пределах выделенного фрагмента плоской формы. На этом этапе нас интересуют нормали, обладающие значительными различиями своих параметров. Такие нормали будут характеризовать неровности в пределах в пределах выделенного плоского фрагмента (рис. 3).

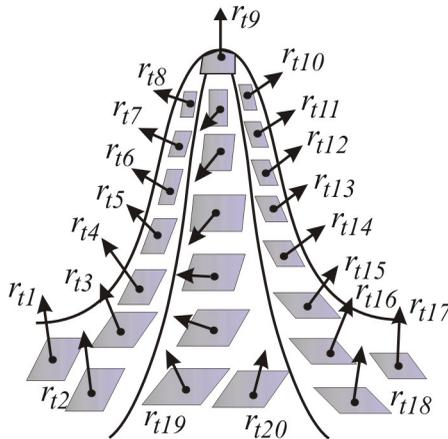


Рис. 3. Расположение нормалей к элементарным плоскостям на неровном участке плоской поверхности

Таким образом нормали к элементарным плоскостям, расположенным на буграх и впадинах в пределах плоского участка будут характеризоваться большим разбросом своих параметров, но будут образовывать кластер по значениям координат своих начальных точек. Эти данные позволяют воспроизвести неровный участок плоской поверхности, измерить его параметры и принять решение о допустимости считать выделенный фрагмент поверхности плоским.

3. Преобразование кластеризации генерального множества точек.

Данное преобразование позволяет сформировать значения нормалей к элементарным плоскостям на зондируемой поверхности. Оно основано на свойствах гиперкомплексной части скалярного произведения двух векторных кватернионов. Векторный кватернион задает точку (или соответствующий ей вектор) в трехмерном пространстве:

$$a_n = a_{n,1}i + a_{n,2}j + a_{n,3}k,$$

где i, j и k - мнимые единицы, обладающие следующими свойствами:

$$ii = jj = kk = -1; ij = k; ki = j; jk = i; ji = -k; ik = -j; kj = -i.$$

Из этих свойств следует, что операция перемножения кватернионов некоммутативна. Скалярное произведение двух векторных кватернионов $q = q_1i + q_2j + q_3k$ и $p = p_1i + p_2j + p_3k$ в пространстве H имеет вид

$$(q, p)_H = qp^* = (q, p)_E - [q, p] = \text{Re}(q, p) + \text{hур}(q, p)$$

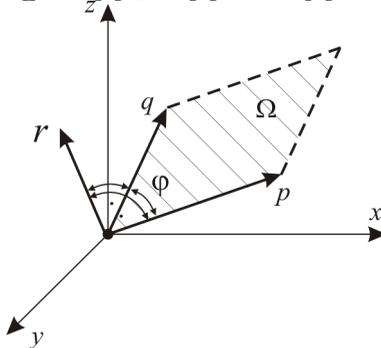


Рис. 4. Геометрическая интерпретация скалярного произведения векторов q и p в кватернионном пространстве H

Здесь $(q, p)_E$ – скалярное произведение векторов q и p , заданных в линейном действительном пространстве E , $[q, p]$ – векторное произведение векторов q и p . Через $\text{Re}(q, p) = (q, p)_E$ обозначается реальная часть, а через $\text{hур}(q, p) = -[q, p]$ – гиперкомплексная часть скалярного произведения $(q, p)_H$. Геометрический смысл скалярного произведения $(q, p)_H$, при

условии, когда векторы q и p имеют единичную длину, т.е. $|q| = |p| = 1$, поясняется на рис. 4. Через φ обозначен угол между векторами q и p . Косинус этого угла равен реальной части скалярного произведения $(q, p)_H$, т.е.

$$\operatorname{Re}(q, p)_H = (q, p)_E = \cos \varphi.$$

Гиперкомплексная часть $\operatorname{hyp}(q, p)_H$ есть вектор r , длина которого численно равна площади S параллелограмма, построенного на векторах q и p и направленного перпендикулярно плоскости этого параллелограмма, т.е.

$$\operatorname{hyp}(q, p)_H = -Sr = -|q| |p| r \sin \varphi = -r \sin \varphi.$$

Отсюда следует, что в нормированном виде гиперкомплексная часть $\operatorname{hyp}_N(q, p)_H$ задает нормаль к собственной плоскости Ω векторов q и p .

На приведенных выше свойствах скалярного произведения векторов в кватернионном пространстве H основан анализ генерального множества $A = \{a_n\}_{0, s-1}$. Для выполнения преобразования кластеризации этого множества поступаем следующим образом: 1) произвольную точку множества A назначаем точкой полюса π , например $\pi = a_{0+}$; 2) образуем опорный вектор $q_0 = a_1 - a_0$, где a_1 – также произвольно взятая точка множества A ; 3) формируем текущий вектор $q_v = a_v - \pi$, $v = 2, 3, \dots, s-1$; 4) вычисляем нормаль r_v к собственной плоскости векторов q_v и q_0 , $v = 2, 3, \dots, s-1$. В результате получим генеральное множество нормалей $R = \{r_v\}_{0, s-3}$. Для анализа этого множества строится гистограмма нормалей. Нормали имеют одинаковую длину, равную единице, и отличаются друг от друга лишь своими угловыми координатами – углом пеленга α и углом места β (рис. 5).

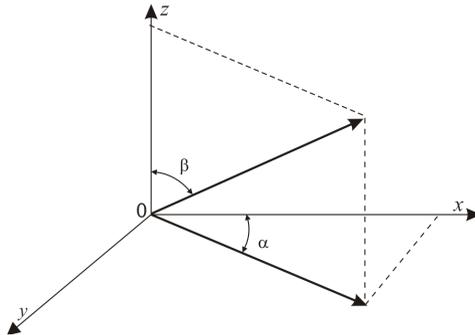


Рис 5. Угловые координаты вектора нормали к элементарной плоскости

Угловые координаты вектора нормалей к элементарным плоскостям, расположенным в одной плоскости, мало отличаются друг от друга. Поэтому в гистограмме нормалей образуется мощный пик (кластер),

превышающий по своей величине количество нормалей в любой другой области гистограммы. Наличие этого кластера свидетельствует о существовании плоского фрагмента подстилающей поверхности.

4. Оценка степени шероховатости плоского фрагмента поверхности.

Преобразование кластеризации формирует кластер нормалей к плоской части выделенной поверхности и использует для этого информацию о близости значений угловых координат их нормалей. Для выделения участков поверхности в пределах выделенной поверхности, имеющих бугры или впадины, учитывается информация о распределении угловых координат нормалей в пределах небольшого участка выделенной поверхности (рис. 6). После обнаружения участка с неровной поверхностью определяется его форма и вычисляются его размеры.

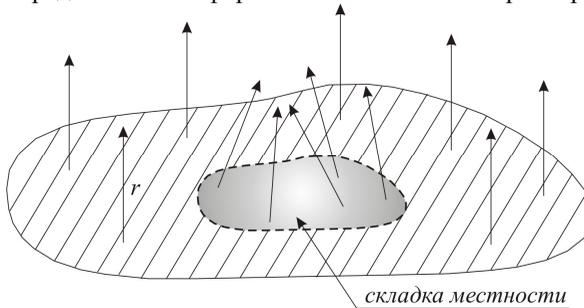


Рис 6. Векторное поле плоского участка поверхности, содержащего складку местности

Подобным образом исследуются все складки местности в пределах выделенного плоского фрагмента подстилающей поверхности. Если полученные характеристики бугров и впадин находятся в допустимых пределах, то принимается решение о плоской форме участка поверхности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 07-01-00058.

Литература

1. Фурман Я. А. Сегментация и описание трехмерных структур на базе кварternионного анализа // Научно-технические технологии. – 2007. – Т. 8, № 9. С. 37-49.
2. Фурман Я. А., Рябинин К. Б. Нахождение параметров вращения пространственного группового точечного объекта по результатам его фильтрации // Радиотехника и электроника. – 2008. – Том 53, №1. – С.86-97.

ЛАЗЕРНАЯ ЛОКАЦИЯ И ЦИФРОВАЯ АЭРОСЪЕМКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ

И.М. Данилин, Е.М.Медведев, Е.Н. Капралова

Красноярск, Институт леса СО РАН, Москва, Компания ГеоЛидар

Авиационное лазерное сканирование и цифровая аэросъемка являются составной частью новейших методов и технологий геоинформатики и цифровой фотограмметрии и находят сегодня применение во многих отраслях, а также в решении задач информационного обеспечения инвентаризации и мониторинга лесов, разрабатываются во многих странах и по показателям точности и экономической эффективности превосходят другие, известные на сегодняшний день, дистанционные методы изучения и измерения параметров лесной растительности [1–7].

Современные авиационные лазерно-локационные системы стремительно развиваются и на сегодняшний день имеют частоту сканирования более 100 тыс. импульсов (измерений) в секунду (рис. 1).

Наибольшая плотность точек сканирования при этом составляет 1 точка на 5–7 см поверхности, а точность измерения геометрических параметров наземных объектов и морфоструктурных элементов растительности в плановой и профильной проекциях составляют порядка ± 5 –10 см. Точность спутникового позиционирования контуров линий и границ лесных выделов, пробных площадей, отдельных деревьев и морфоструктурных элементов их стволов и крон, в том числе и в подкрановом пространстве, практически не ограничена и определяется техническими характеристиками приборов геопозиционирования [1, 4].

Средствами пространственного и детального отображения контуров и рельефа земной поверхности с представленной на них растительностью и основой для предварительного трассирования маршрутов авиационной лазерной и цифровой аэрофотосъемки могут также являться спутниковые изображения, получаемые в современных системах Ресурс, Landsat, Ikonos, Quick Bird II, Orbview и/или других системах высокого и сверхвысокого разрешения и дешифрованные по основным параметрам и характеристикам растительного покрова [5].

Вместе с тем, структура, объемные показатели деревьев и древостоев, их фитомасса наиболее достоверно и точно определяются по лазерно-локационным данным («лазерным портретам»), интегрированным с цифровыми геотрансформированными аэрофотоснимками и видеоизображениями, на основе цифровой модели местности (ЦММ) и поля рас-

предела лесного полога, которые генерируются из исходных данных лазерной локации способом фильтрации импульсов сканера, отраженных от земной поверхности и растительности, путем интерполяции точек земли, с последующей триангуляцией точек растительности в системах дифференциального спутникового позиционирования GPS, ГЛОНАСС [3, 5].

При обработке и анализе лазерно-локационных данных и цифровых аэрофотоснимков используются методы математической морфологии, оперирующей понятиями теории множеств и нечетких множеств [8].

Цифровая (лазерно-локационная) модель земной поверхности и лесной растительности позволяет получать детальные координаты и морфоструктурные характеристики рельефа местности и лесных насаждений средствами трехмерной компьютерной графики и визуализации с использованием программных продуктов Altexis 2.0, ArcView Spatial & 3D Analyst, или другими, известными на сегодняшний день программными средствами [5] (рис. 2–4).



а)

Рис. 1. Приборная и технологическая составляющая лазерно-локационного метода: а) лидар – поставляет лазерно-локационные данные. Назначение: ЦММ, ЦМР, выделение контуров, дешифрирование;



б)



в)

Рис. 1. Окончание: б) цифровой аэрофотоаппарат – поставляет цифровые аэрофотоснимки сверхвысокого разрешения. Назначение: традиционное; в) GPS/инерциальная - система – предоставляет элементы внешнего ориентирования аэрофотоснимков и лазерно-локационных данных. Назначение: прямое геопозиционирование (геопривязка)

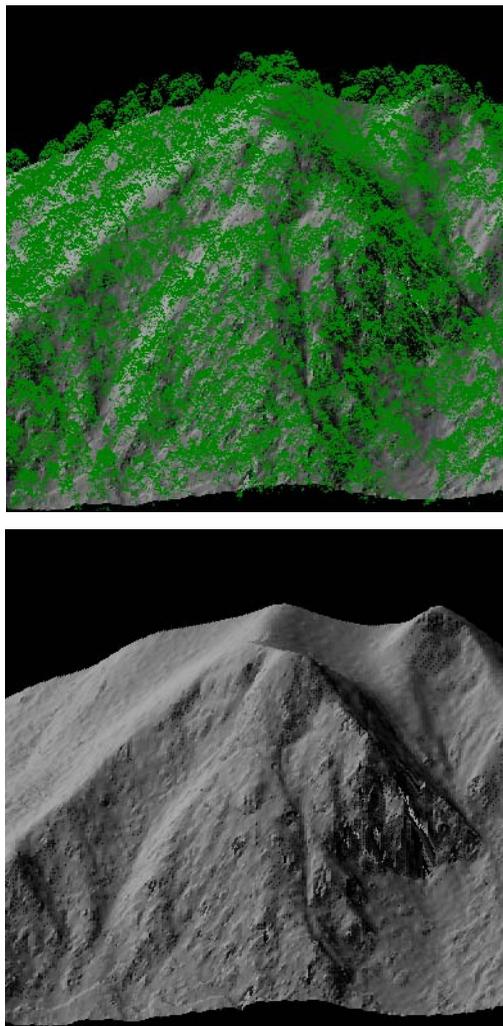


Рис. 2. Трехмерная визуализация лесной растительности и рельефа местности в подкрановом пространстве по лазерно-локационным данным

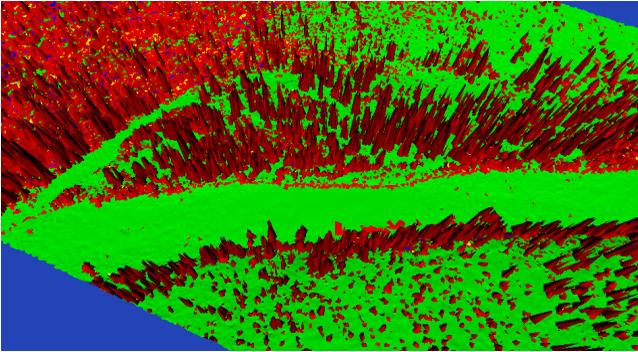


Рис. 3. Цифровая полигональная модель лиственного насаждения, построенная по данным лазерной локации.

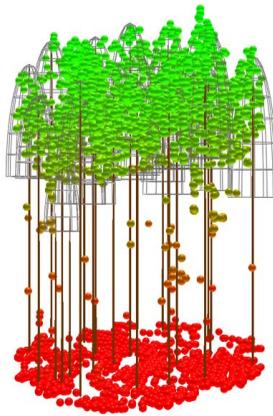


Рис. 4. Цифровая реконструкция морфологической структуры лиственного древостоя по данным лазерной локации.

Следует отметить, что методы построения ЦММ и определения по ним таксационных показателей на сегодняшний день не унифицированы, различны у разных авторов и отличаются существенным разнообразием подходов, используемого программно-математического аппарата и эффективностью решений [2, 5–7].

В ряде работ, выполненных ранее в России и за рубежом, было показано, что точность оценки древесного запаса и биомассы леса, в том числе методами авиационного зондирования, можно повысить до 5–7%

с использованием морфологической классификации и аллометрических взаимосвязей между признаками [1, 2, 5, 7].

Наши исследования, проведенные в Красноярском крае, показывают, что наиболее адекватно и эффективно структура элементов земной поверхности и растительного покрова с использованием цифровых моделей местности, получаемых на основе лазерной и цифровой аэро съемки, определяются по характеристикам рядов распределения деревьев по основным морфометрическим признакам – диаметру и высоте, вертикальной и горизонтальной протяженности крон, которые, в свою очередь, взаимосвязаны и тесно коррелированы. При этом объемные и весовые показатели деревьев и древостоев с высокой точностью аппроксимируются аллометрическими функциями через их морфоструктурные признаки [1, 2] (рис. 5, 6; табл. 1).

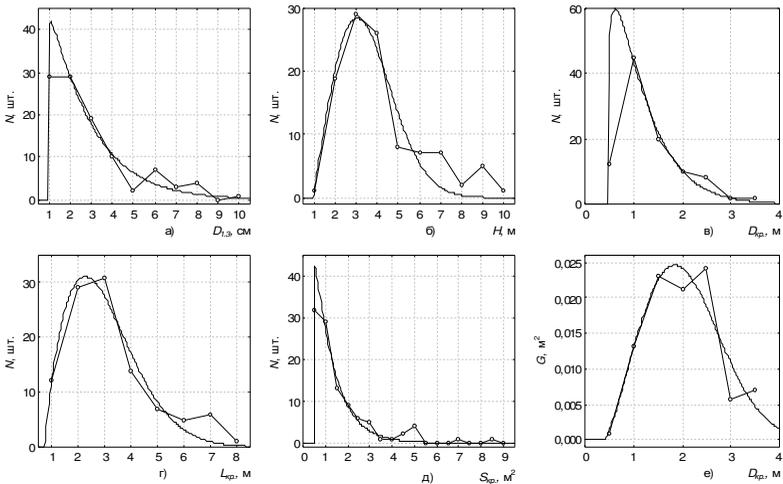


Рис. 5. Распределение деревьев лиственницы по морфометрическим показателям стволов и крон, аппроксимированное функцией Вейбулла:
а) – $D_{1,3}$; б) – H ; в) – $D_{кр}$; г) – $L_{кр}$; д) – $S_{кр}$; е) – $G f (D_{кр})$.

Общеизвестно, что построение рядов распределения деревьев по морфометрическим показателям традиционно предполагает выполнение время- и трудоемких наземных биометрических процедур, операций и перечетов (сплошных или выборочных), которые требуют значительных финансовых затрат. Вместе с тем, метод лазерной локации, интегрированный с цифровой аэро съемкой сверхвысокого (субметрового) разрешения, позволяет выполнять «попиксельную» инструментально-

измерительную таксацию на основе прецизионной спутниковой геодезии и детальной топографической съемки, изучать динамику лесного покрова, горизонтальную и вертикальную структуру насаждений, реконструировать ряды распределений деревьев по любому морфоструктурному признаку, вычислять искомые таксационные показатели и фитомассу леса в автоматическом режиме с высокой точностью и на достаточно больших площадях (до 500–600 км кв. за один рабочий день).

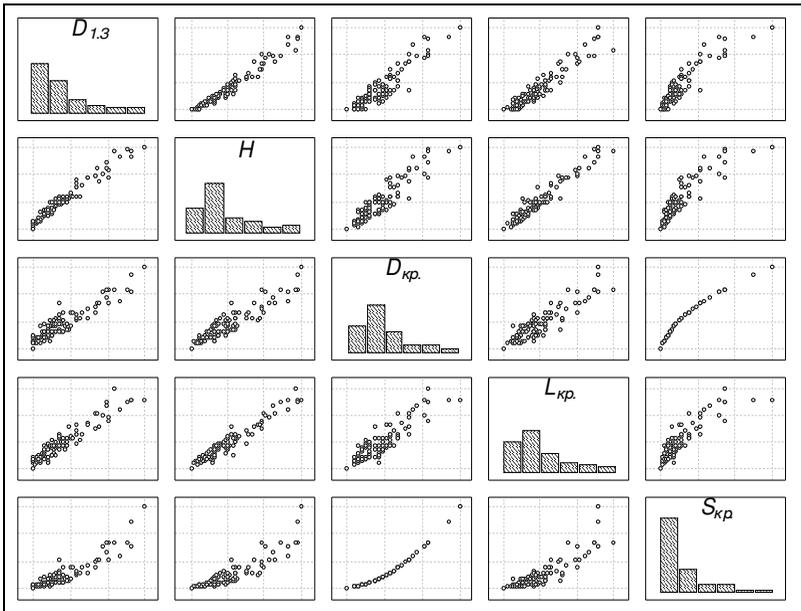


Рис. 6. Совмещенная матрица гистограмм распределения и коррелированных полей рассеяния основных морфометрических показателей листовничного древостоя (Центральная Эвенкия)

Оценка запасов и фитомассы леса по данным лазерной локации и цифровой аэросъемки, в каждом конкретном случае сводится к установлению базовых закономерностей изучаемого объекта и определению соотношений между объемами стволов, высотой и диаметрами стволов и крон деревьев, фитомассой, которые, в свою очередь, составляют 87–99% объясненной изменчивости различных фракций фитомассы – стволов, скелета крон и хвои [1].

Результаты практической апробации метода авиационной лазерной локации в сочетании с цифровой аэросъемкой, спутниковой навигацией и геопозиционированием, интегрированных в геоинформационных системах, свидетельствуют о высокой перспективности его использования для целей анализа и моделирования структуры и нарушенности растительного покрова, инвентаризации и оперативного экологического мониторинга лесных земель и контроля лесопользования. Метод обеспечивает дистанционную оценку состояния и динамики лесных ресурсов с высокой эффективностью, при минимуме наземных работ и значительной экономии времени и финансовых средств.

Таблица 1. Коэффициенты регрессии морфометрических показателей и фитомассы деревьев лиственницы

Модель аппроксимации:	$P = aD_{1,3}^2 H$			$P = aD_k^2 H$		
	a	S	R^2	a	S	R^2
Параметры уравнения:						
Зависимая переменная:						
Надземная часть	0.029	0.505	0.996	0.266	2.122	0.964
Ствол	0.0203	0.055	0.999	0.187	1.750	0.951
Древесина	0.017	0.037	0.999	0.153	1.452	0.950
Кора	0.004	0.008	0.996	0.034	0.307	0.951
Крона	0.008	0.258	0.976	0.079	0.427	0.983
Ветви $\varnothing > 1$ см	0.003	0.068	0.940	0.024	0.217	0.959
Ветви $\varnothing < 1$ см	0.002	0.021	0.969	0.020	0.272	0.892
Побеги текущего года	0.0001	0.000	0.873	0.0001	0.005	0.966
Хвоя	0.003	0.089	0.917	0.024	0.074	0.995
Отмершие ветви	0.001	0.002	0.987	0.009	0.110	0.918

Примечание: P – вес фракции дерева в абсолютно сухом состоянии, кг; $D_{1,3}$ – диаметр ствола на высоте 1.3 м от его основания, см; H – высота дерева, м; D_k – диаметр кроны, м; a – константа уравнения; S – стандартная ошибка уравнения; R^2 – индекс детерминации.

Экономическая эффективность метода обеспечивается принципиальным повышением точности результатов измерений и возможности их повторимости (проверки), а также значительным снижением трудоемкости и сложности выполнения работ (как полевых, так и камеральных дешифровочных) за счет высокого уровня автоматизации обработки данных, получаемых при лазерной и цифровой аэросъемке. Объем полевых работ при этом значительно сокращается и необходим лишь

для калибровки результатов лазерного сканирования и поддержки интерактивного дешифрирования данных аэросъемки (см. табл. 2).

Таблица 2. Экономическая эффективность метода лазерной локации и цифровой аэросъемки по укрупненным показателям (в расчете на 1 млн. га, III разряд лесоустройства)

Традиционные технологии			Лазерная локация	
виды работ	стоимость, тыс. руб.		виды работ	стоимость, тыс. руб.
	традиционные методы таксации и лесоустройства	наземная таксация с камеральным дешифрированием аэрофотоснимков		
Аналоговая аэрофотосъемка М 1:25000, с печатью аэрофотоснимков)	3250	3250	Лазерная, цифровая аэро- и видеосъемка с обработкой и представлением данных	1450
Подготовительные	304	304	Подготовительные	304
Полевые	8000	4000	Полевые	250
Камеральные	3200	3200	Камеральные	3000
ИТОГО:	14754	10754	ИТОГО:	5004
В переводе на 1 га, руб.	14.8	10.8	В переводе на 1 га, руб.	5.0
Превышение стоимости по сравнению с лазерной локацией, в переводе на 1 га, руб.	+9.8	+5.8		0

Информационное обеспечение управления лесными ресурсами и контроль лесопользования, таким образом, из рутинной и трудоемкой операции превращается в высокотехнологичный и творческий процесс и становится количественной основой для экологического мониторинга и инвентаризации лесов.

Литература

1. Данилин И. М. Морфологическая структура, продуктивность и дистанционные методы таксации древостоев Сибири / Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Красноярск, 2003.- 35 с.
2. Данилин И. М., Медведев Е. М., Абэ Н. И. и др. Высокие технологии XXI века для аэрокосмического мониторинга и таксации лесов. Задачи исследований

и перспективы использования // Лесная таксация и лесоустройство. 2005. № 1 (34). - С. 28–38.

3. Данилин И. М., Свезда Т. Лазерное профилирование лесного полога // Лесоведение. 2001. № 6. - С. 64–69.

4. Медведев Е. М., Григорьев А. В. С лазерным сканированием на вечные времена // Геопрофи. 2003. № 1. - С. 5–10.

5. Медведев Е. М., Данилин И. М., Мельников С. Р. Лазерная локация земли и леса / Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М. – Красноярск, 2007. - 229 с.

6. Holmgren J., Persson Å. Identifying species of individual trees using airborne laser scanner // Remote Sensing of Environment. 2004. Vol. 90. № 4. - С. 415–423.

7. Næsset E., Gobakken T., Holmgren J. et al. Laser scanning of forest resources: the Nordic experience // Scandinavian Journal of Forest Research. 2004. Vol. 19. № 6: 482–499.

8. Soille P. Morphological Image Analysis: Principles and Applications, 2nd edition, Springer-Verlag, Berlin, Germany. 2003.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И САДОВО-ПАРКОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

СПЕЦИФИКА ДИСЦИПЛИН, ИЗУЧАЮЩИХ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С.А. Евдокимова

г. Воронеж, Воронежская государственная лесотехническая академия

В работе рассматриваются задачи в области ГИС-технологий, решению которых обучаются студенты специальности 260400 (250201) – Лесное хозяйство в ВГЛТА при изучении дисциплин "Компьютерное моделирование в ГИС" и "Информационные технологии в лесном хозяйстве".

Будущая профессиональная деятельность студентов, обучающихся по специальности 260400 (250201) – Лесное хозяйство, связана с ведением лесного хозяйства, лесокультурного производства, лесоустроительных работ, защитой растений от вредителей и болезней, эксплуатацией лесного фонда и т.д.

В настоящее время лесное хозяйство интенсивно оснащается средствами вычислительной техники и передачи данных, отраслевыми автоматизированными системами [1]. Прежде всего, внедрение современных геоинформационных технологий в лесное хозяйство связано с необходимостью непрерывного отслеживания изменений, происходящих в лесном фонде, с одновременным контролем за состоянием и использованием лесного фонда. Поэтому повышаются требования к уровню подготовки специалиста лесного хозяйства в области использования средств вычислительной техники и владения современными информационными технологиями.

Практические навыки работы с геоинформационными системами студенты ВГЛТА приобретают при изучении дисциплин "Компьютерное моделирование в геоинформационных системах" (часть регионального компонента программы обучения) и "Информационные технологии в лесном хозяйстве" (дисциплина специальности).

В курсе "Компьютерное моделирование в ГИС" студенты знакомятся с основными операциями и алгоритмами ГИС-технологий в среде *MapInfo* [2]:

- способами представления данных;
- основными инструментальными средствами создания графических примитивов, их выбора, редактирования, изменения формы и стилей отображения;
- задачами геометрического анализа и инструментами совмещения узлов;
- оверлейными операциями, выполняемыми путем наложения разноименных слоев (границы районов и типы земель) и образованием производных объектов;
- методами построения буферных зон, полигонов-контуров, полигонов Вороного и цифровой модели рельефа.

Наиболее сложной задачей для студентов является реализация оверлейных операций, когда приходится работать с несколькими слоями карты и окнами. Только четкое и последовательное выполнение шагов позволяет прийти к получению необходимого результата.

Исследование средств создания электронных карт студентами продолжается при изучении дисциплины "Информационные технологии в лесном хозяйстве". Используя программу-векторизатор *Easy Trace*, студенты знакомятся с последовательностью взаимосвязанных операций, выполняемых при вводе картографической информации в память компьютера с бумажных носителей [3]:

- подготовка отсканированных карт к процессу векторизации, включающая в себя процессы: инверсии, обрезки по заданному многоугольнику, сшивки фрагментов разными способами;
- векторизация черно-белых растровых изображений с применением различных инструментов полуавтоматической трассировки для ввода квартальной и выделной сети (для студентов является наиболее сложно осваиваемым процессом);
- редактирование полученного векторного изображения;
- экспорт созданной карты в *MapInfo*.

Таким образом, наличие в *Easy Trace* возможности экспорта файла в обменный формат *MIF*, используемого системой *MapInfo*, позволяет студентам познакомиться с технологией создания электронных карт.

Работа в лесоустроительной ГИС *WinPLP* на базе *WinGIS* (имеется в учебно-опытном лесхозе ВГЛТА) требует от пользователей более углубленных знаний теории баз данных и знакомства с языком запросов, чем те, которые даются в курсе "Информатика" студентам лесохозяйственного факультета. Поэтому для приобретения необходимых навыков с целью простоты представления материала создан лесной электронный планшет в среде *MapInfo*, который состоит из следующих слоев [4]:

Рамка, Семантика, Лесные дороги, Узкие просеки, Гидрография, Сельхоз, Кв. просеки, Визирь, Лесные дороги и зимник, Ситуация и Выделы. Связанная с картой база данных имеет структуру, представленную на рис. 1. В данной реляционной модели таблицы *Категории земель* и *Лесохозяйственные мероприятия* играют роль справочников, содержащих допустимые значения.

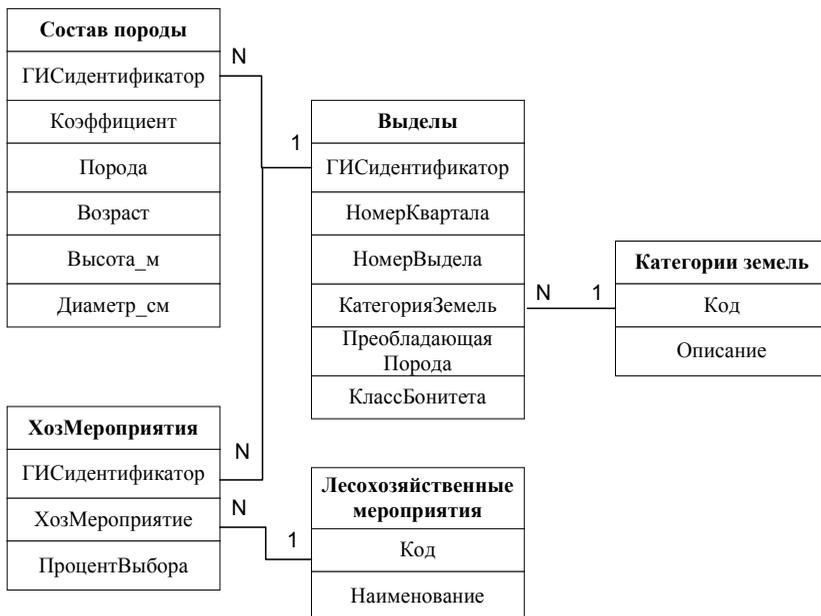


Рис. 1 Реляционная модель базы данных «Планшет»

Основной задачей, возникающей при работе с электронным планшетом и связанной с ним базой данных, является построение запросов к таблицам по значению атрибутов, удовлетворяющих некоторому критерию. Студенты учатся формулировать условия отбора с использованием языка запросов *SQL*, который поддерживает *MapInfo*.

В *MapInfo* для записи *SQL*-запроса предлагается заполнение диалогового окна (рис. 2), которое значительно снижает требования к знанию языка запросов. Типовыми задачами, решаемыми студентами путем построения запросов, являются нахождение на карте:

–выделов, входящих в состав какого-либо квартала;

- выделов, в состав насаждений которых входит определенная порода;
- выделов с определенным диапазоном какого-либо параметра таксационного описания;
- выделов, которым соответствует, например, категория земель «Лесные культуры»;
- выделов, на которых назначено проведение главной рубки или другого лесохозяйственного мероприятия и т.д.

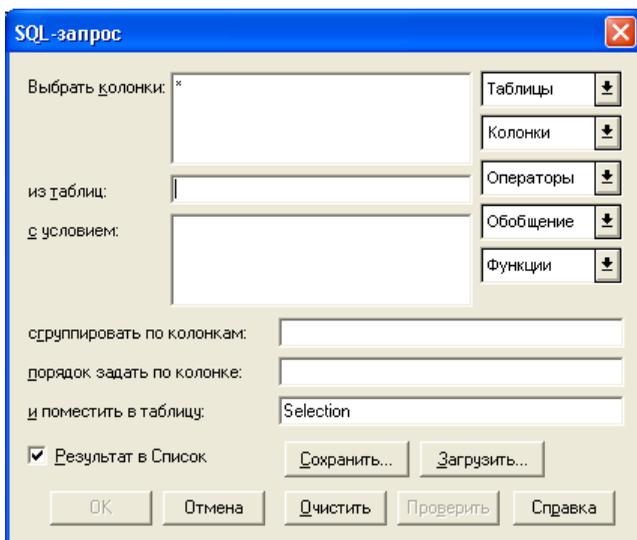


Рис. 2 Диалоговое окно для создания запросов с помощью средств языка *SQL*

При работе с базами данных ведения лесного хозяйства существует необходимость в их актуализации, т.е. изменения данных на конкретный момент. Для этого требуется производить пересчет многих значений.

Студенты для решения этой задачи знакомятся в *MapInfo* со специальной командой изменения всех или части строк таблицы *Обновить колонку*, перед выполнением которой следует организовать требуемый выбор с помощью запроса.

При работе с лесным электронным планшетом возникают задачи поиска геометрических объектов, содержащим координаты или функции от них (например, расстояния). Для этого применяются пространствен-

ные запросы, в которых используются географические операторы, позволяющие выбирать объекты на основании их взаимного расположения в пространстве.

Примерами задач на построение пространственных запросов являются:

- нахождение выделов, заданной площади;
- дорог, которые проходят через заданный квартал;
- выделов, граничащих с определенным кварталом и т.д.

В ГИС *MapInfo* легко выполняется построение диаграмм любого типа, форматирование их содержания и внешнего вида. На основе лесного электронного планшета студенты решают задачи построения диаграмм процентного распределения площади планшета по различным характеристикам: группам возраста, главным породам, категориям земель лесного фонда и т.д. Данный класс задач основан на создании таблицы, объединяющей данные нескольких таблиц по необходимым параметрам, и предъявляет высокие требования к знаниям построения запросов. Поэтому при изучении информационных технологий следует большое внимание уделять преподаванию теории баз данных и вопросам построения условий отбора.

Кроме того, специфика информационных технологий связана с бурным ростом и обновлением технических средств, что требует постоянной модернизации компьютерных залов и оснащением их периферийным оборудованием, позволяющим производить разработку, сканирование и вывод на печать графической документации. Только тогда процесс обучения ГИС-технологиям будет наиболее эффективным.

Литература

1. Черных, В. Л. Информационные технологии в лесном хозяйстве: учеб. пособие / В.Л.Черных, В.В.Сысуев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 378 с.
2. Евдокимова, С. А. Компьютерное моделирование в геоинформационных системах. Работа в MapInfo: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 260400 (250201) – Лесное хозяйство / С. А. Евдокимова; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2006. – 59 с.
3. Евдокимова, С. А. Информационные технологии в лесном хозяйстве [Текст]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 260400 (250201) – Лесное хозяйство. В 2-х ч. Ч. 1. Векторизация в Easy Trace /С. А. Евдокимова; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2007. – 32 с.
4. Евдокимова, С. А. Информационные технологии в лесном хозяйстве [Текст]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студен-

тов специальности 260400 (250201) – Лесное хозяйство. В 2-х ч. Ч. 2. Работа в MapInfo /С. А. Евдокимова; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2007. – 48 с.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ЛЕСОПАРКА «КУМЫСНАЯ ПОЛЯНА»

С.В. Кабанов

г. Саратов, ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»

Приводятся промежуточные результаты работы по разработке информационного обеспечения локального мониторинга лесопарка «Кумысная поляна», в основе которого лежит интеграция данных на базе ГИС.

Современная концепция экологического мониторинга лесов предполагает сбор данных на основе использования различных источников информации о состоянии лесных ресурсов и экологической роли лесов, их агрегацию и совместную обработку на общей пространственной основе в среде ГИС.

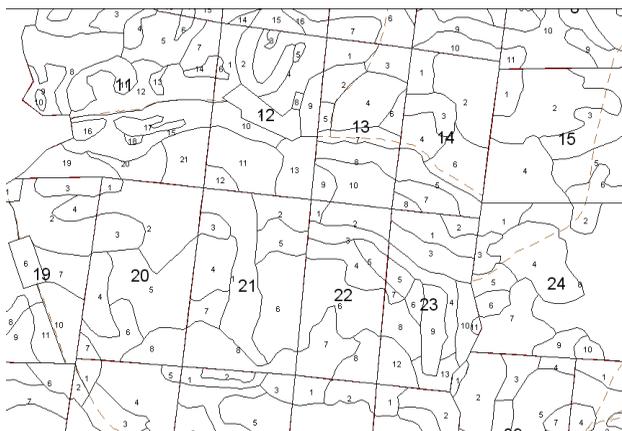


Рис. 1. Фрагмент цифровой карты (показаны 3 слоя)

Лесопарк «Кумысная поляна» занимает площадь 4945 га. Большая его часть представляет собой нагорный массив лесов с преобладанием лиственных насаждений естественного происхождения. На его территории находится 4 памятника природы регионального значения. Он явля-

ется зоной отдыха для населения крупного города, поэтому лесные экосистемы испытывают значительное антропогенное воздействие.

Слежение за состоянием лесных экосистем на основе ГИС-технологий опирается на создание и использование базы данных, которая включает в себя картографическую и атрибутивные составляющие, пространственно совмещенные по географическим координатам или признакам территориальной принадлежности. В качестве рабочей среды информационного обеспечения мониторинга использовалась среда настольной ГИС ArcView 3.2.

На основе плана лесонасаждений лесопарка была создана цифровая карта, содержащая 6 слоев (рис. 1). Состав слоев, их тип, содержание и имена файлов приводятся в табл. 1.

Таблица 1. Состав цифровой карты лесопарка «Кумысная поляна»

№ п/п	Содержание слоя	Тип	Имя файла
1	Кварталы	Shape	Theme1.shp
2	Выделы	Shape	Theme2.shp
3	Дороги	PolyLine	Theme4.shp
4	Родники	Point	Rodniki.shp
5	Пробные площади	Point	Pp.shp
6	Пункты мониторинга	Point	Ttt2.shp

Все объекты на цифровой карте являются индивидуализированными. Связь пространственной и атрибутивной информации устанавливается и поддерживается через идентификатор объекта.

При помощи созданной цифровой карты проведена организация размещения регулярной сети пунктов локального мониторинга с шагом 1 км.

Регулярная (по углам сетки квадратов) мониторинговая сеть пунктов наблюдений широко используется для контроля за состоянием природных экосистем. Сеть пунктов наблюдений представляет собой отдельный точечный слой электронной карты – ttt2.shp (рис. 2.). Для его создания были рассчитаны координаты X и Y вершин сетки квадратов, занесены в текстовый файл, а затем, при помощи встроенного в ArcView скрипта gps2shp.ave, они были конвертированы в шейп-файл. Для определения номера квартала и выдела, в которых должны находиться пункты мониторинга, была использована пространственная операция «Присвоить данные по местоположению». Атрибутивные данные выделов, в которые попали пункты мониторинга были присвоены точкам мониторинговой сети. Точки вершин сетки квадратов, которые оказа-

лись за пределами лесного фонда, были удалены. В итоге мониторинговая сеть включает 46 пунктов наблюдений.

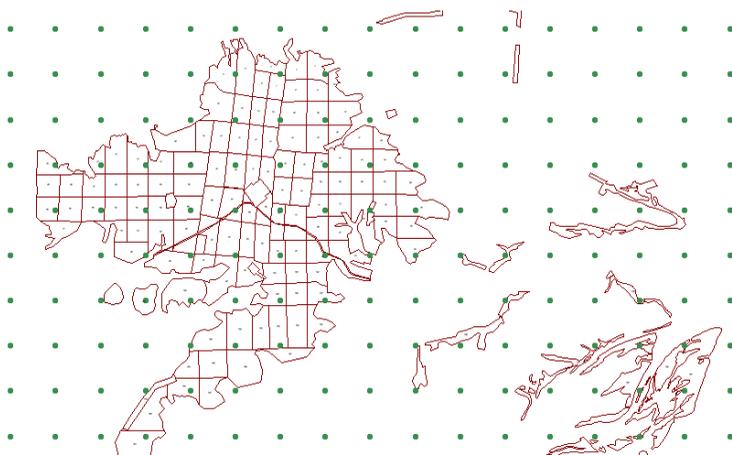


Рис. 2. Электронная карта с регулярной сетью пунктов мониторинга

Атрибутивная составляющая базы данных мониторинга состоит из атрибутивных таблиц слоев цифровой карты и внешних баз данных (табл. 2). Все внешние данные были организованы в виде плоских баз данных табличного процессора MS Excel.

Созданная электронная карта позволяет:

- выводить изображение в любом удобном для пользователя масштабе;
- измерять расстояние на карте как между двумя точками, так и ломаных линий;
- получать пространственные характеристики объектов карты;
- просматривать описательную информацию об объектах карты (например, выделах лесного фонда), хранящуюся в базе данных;
- осуществлять запросы к базе данных и найденные объекты визуализировать на карте;
- создавать сводные таблицы и визуализировать их на диаграммах;
- вычислять статистические показатели (сумма, среднее, дисперсия, минимальное значение, максимальное значение и др.) по любому числовому полю таблиц, как для всех записей, так и только селективных;

- объекты электронной карты можно связать с другими файлами, например с фотографиями, и в нужный момент выводить их на экран монитора для просмотра.

Таблица 2. Внешние файлы атрибутивных данных

№ п/п	Имя файла	Привязка к слоям	Поле связи	Назначение
1	БД.xls	Выделы	ID2	Повыдельная база данных лесоводственно-таксационных показателей
2	ПП1.bmp – ПП17.bmp	Пробные площади	Фото	Фотографии насаждений пробных площадей
3	ПП. xls	Пробные площади	ID2	Лесоводственно-таксационные показатели насаждений пробных площадей и значения экофакторов среды
4	ПМ.xls	Пункты мониторинга	ID2	Результаты наблюдений в пунктах мониторинга

Совмещение в ГИС данных картографического и атрибутивного типов позволяет обрабатывать запросы с одновременным привлечением данных этих двух типов, а также представлять результаты обработки запросов в виде картографических документов, тематическая нагрузка которых определяется содержанием реляционных таблиц.

Комплексный характер локального мониторинга лесных экосистем требует дальнейшего насыщения базы данных картографической и атрибутивной информации. Она должна быть дополнена блоком справочной информации со сведениями об основных показателях природно-климатических условий (температурный режим, количество осадков, ветровой режим, почвы, почвообразующие породы, гидрография и др.), справочниками древесных пород, типов леса, типов условий местопрорастания, ПДК токсичных веществ. Для отслеживания влияния антропогенного воздействия на лесные экосистемы лесопарка необходима информация об антропогенных нагрузках, объемах выбросов автотранспортом, сведения о хозяйственных объектах (лагеря, пансионаты, дачные кооперативы и т.п.), как возможных источников загрязнения окружающей природной среды.

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ, АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ ОСВОЕНИЕМ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН И СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

М.Т. Сериков, А.Н. Смольянов

г. Воронеж, Воронежская государственная лесотехническая академия

Процесс внедрения принципов устойчивого развития в сферы общественных отношений, производства и потребления, реформы законодательной базы в нашей стране постоянно выявляют существующие противоречия между традиционными способами принятия управленческих решений и их результатами. Особенно ярко это проявляется на стыке межотраслевых интересов. Типичный пример сосредоточения множества направлений деятельности, полифункциональности природно-территориальных комплексов (ПТК) – зеленые зоны городов.

Эти территории являются важными объектами деятельности структур разных направлений: лесохозяйственных, градостроительных, сельского хозяйства, здравоохранения, образования, науки, культуры, спорта, туризма и др. При этом отраслевые нормативные правовые положения не во всем имели согласования, а по некоторым пунктам прямо противоречили друг другу.

За устранение таких противоречий были ответственны, главным образом, те структуры, которые в большей степени участвовали в выработке управленческих решений на местах: органы местного самоуправления, проектные градостроительные и лесоустроительные подразделения.

Предпосылки противоречий содержатся изначально в различной трактовке понятия «зеленая зона». Прежнее лесное законодательство акцентировало внимание к этим ПТК как к «лесам зеленых зон поселений (населенных пунктов) и хозяйственных объектов». В градостроительном понимании в «зеленую зону» включались, помимо лесов, территории других растительных сообществ (древесно-кустарниковые, луговые, сельскохозяйственного производства). Кроме того, в противоречия вступали: отраслевые нормативы по выделению зеленых зон, соотношение их границ и границ городской черты поселений. Наиболее ярко эти противоречия стали проявляться в ходе перераспределения полномочий между органами государственной власти в области лесных отношений. В связи с этим вокруг многих городов, в том числе в Воронеже, не удалось получить правового обоснования и окончательно утвержденной версии границ зеленой зоны.

Пренебрежение научно обоснованными методологическими подходами и нормативами организации освоения лесов только усугубило создавшуюся ситуацию. Примером этого служит «рационализация» лесоустроительного проектирования в защитных лесах (бывшие леса I группы): отказ от образования первичных территориальных организационно-хозяйственных единиц проектирования – хозяйственных частей и подмена проектированием по категориям защитности. Следует заметить, что в зеленой зоне все же выделялась лесопарковая хозяйственная часть (наиболее доступная и интенсивно используемая населением часть лесов зеленой зоны). Остальная территория лесов зеленой зоны должна быть включена в лесохозяйственную часть (лесную хозяйственную часть). Противоречия, накопившиеся в лесном законодательстве по поводу правовых режимов в лесах различного целевого назначения, подвинули на принятие ошибочного управленческого решения. Содержание правового режима лесов противозерозионного назначения в большей степени соответствовал требованиям охраны, защиты и воспроизводства наиболее удаленных лесов зеленых зон. В результате во многих случаях лесохозяйственные части зеленых зон исчезли с лесных карт, а на их месте появились противозерозионные леса. Следовательно, территории зеленых зон резко сократились, стали соответствовать лишь лесопарковым частям. Все это вступило в противоречие с градостроительным проектированием – генеральными планами городов, их корректурой, создало предпосылки принятия ошибочных управленческих решений в структурах местных властей и путаницу в правовых вопросах.

Основным средством принятия согласованных грамотных управленческих решений является системный научный подход, обеспечивающий гибкий алгоритм управления. Умение, способности перестраиваться по ходу дела в пределах правового поля обеспечиваются наличием обратной связи. Это означает, что управляющий элемент постоянно должен получать сопоставимые между собой сведения о результатах управления, что обеспечивает выбор дальнейших оптимальных решений.

Применительно к зеленым зонам городов такого чаще всего не наблюдалось. Эффективное управление может быть обеспечено, во-первых, мобильностью принятия нормативных правовых актов государственными органами субъектов Российской Федерации и местного самоуправления в пределах своих полномочий; во-вторых, системным научным обоснованием принимаемых решений. Оперативность, мобильность научных исследований и эффективных управленческих решений без создания геоинформационных систем реализовать невозможно. Только ГИС-технологии могут обеспечить инвентаризацию,

системный анализ огромного количества картографических и текстовых материалов самого различного направления (географического, геологического, биологического, социологического, ресурсного, многопланового градостроительного и пр.) Только создание системы комплексного мониторинга на базе ГИС обеспечит обратную связь управляющего элемента с результатами управления. При соблюдении этих условий и наличии дееспособного алгоритма управления возможен синтез и принятия эффективных управленческих решений.

Реализация комплексного мониторинга на базе ГИС-технологий требует различного уровня оперативности обеспечения обратной связи, в том числе получения информации о происходящих изменениях в ПТК зеленых зон. В связи с тенденцией роста темпов экономического развития страны и требованиями повышения эффективности государственного надзора и контроля возрастает роль дистанционных методов зондирования с использованием авиационных и космических технических средств, которые могут обеспечить высокую оперативность в получении отдельных показателей мониторинга.

С учетом этих тенденций подготовка специалистов в лесных ВУЗах должна соответствовать современным требованиям: необходимо поднять уровень знаний и навыков в отношении освоения информационных технологий и применения методов дистанционного зондирования. На наш взгляд, наиболее актуальное направление развития учебной дисциплины «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве» заключается в усиленном изучении современных и перспективных средств зондирования, а также в разработке новых методик для обслуживания ландшафтного строительства. Кроме того, учебные планы должны содержать сопутствующие учебные дисциплины, которые наряду с аэрокосмическими методами обеспечат непрерывность в подготовке специалистов лесного хозяйства и ландшафтного строительства с повышенным уровнем знаний об информационных системах, ландшафтоведении с элементами градостроительства и дистанционных методах зондирования.

Студенты Воронежской государственной лесотехнической академии специальности «Садово-парковое и ландшафтное строительство» уже имеют систему непрерывной подготовки специалистов, осваивая комплекс дисциплин по ландшафтоведению, ландшафтному строительству, основам лесоустройства рекреационных лесов, применению аэрокосмических методов. В ходе обучения они получают знания и навыки ландшафтного редуцирования, функционального зонирования и определения экологических емкостей ПТК по природным и антропогенным разно-

стям, способам оценки рекреационного потенциала и регулирования рекреационного использования в отдельных объектах и функциональных зонах; в применении ГИС и результатов мониторинговых наблюдений. Одной из завершающих этот цикл учебных дисциплин является «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве». В последние годы удалось изменить содержание учебной практики, которая проводится в конце восьмого семестра обучения. В ходе этой практики будущие специалисты получают практические навыки в осуществлении комплексного анализа факторов освоения значительной части зеленой зоны г. Воронежа с большим разнообразием ландшафтов (лиственные и хвойные леса с разной интенсивностью рекреационного использования, акватории, водно-болотные ландшафты, селитебные, промышленно-транспортные и сельскохозяйственные комплексы и т.д.). На основе этого анализа показателей, получаемых из базы данных и наземного рекогносцировочного выборочного натурного обследования, производится предварительное индуцирование функциональных зон на электронных репродукциях цветных спектральных снимков (в отличие от чисто географического подхода в разграничении ландшафтов).

В завершение учебной практики, проведя ландшафтную диагностику по аэрофотоснимкам и выборочным натурным обследованиям, выполняются полеты с элементами аэротаксации для проведения полного аэровизуального обследования изучаемых ПТК и корректировки выполненного прогноза. Для закрепления практических навыков каждый экипаж, имея подготовленные и предварительно им отдешифрованные спектральные фотосхемы полетов, совершает облет территории дважды на самолете АН-2. Высота полета – 250-300 м. В наземных условиях выполняется окончательная корректировка границ функциональных зон.

В планах совершенствования подготовки специалистов по этому направлению предполагается усилить согласованность преподаваемых дисциплин цикла в плане выбора генерального объекта изучения, окончательного формирования по нему баз данных ГИС, приобретение и совершенствование дополнительного программного обеспечения для проведения углубленного ландшафтного анализа и синтеза.

Все это позволит полностью внедрить в учебный процесс «экосистемный метод математико-картографического имитационного моделирования рекреационного использования лесов на базе ГИС, дистанционного зондирования и ландшафтного синтеза» (Сериков, 2003).

Литература

1. Сериков, М.Т. Экосистемное имитационное моделирование при проектировании экологичного рекреационного лесопользования [Текст] // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации: науч.-техн. журн. по проблемам экологии, охраны окр. среды и рациональн. природопольз. / ЛЭГИ. – Липецк, 2003. – Вып.2. – С. 74-76.

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ - ОСНОВА КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

В.Л.Черных

Йошкар-Ола, Марийский государственный технический университет

Предлагается реализовать курсовое проектирование по специальности «Лесное хозяйство» на основе компьютерных и ГИС-технологий.

В наше время сумма новых знаний стремительно увеличивается. В мире происходит перераспределение ресурсов в сфере информации и материального производства. В развитых странах сегодня это соотношение одинаковое, а в этом десятилетии нового века оно будет составлять 3:1 в пользу сферы информации. Этот факт подтверждается тем, что в некоторых странах расходы на энергетику меньше, чем расходы на приобретение электроники, компьютерной техники, телекоммуникацию.

Лесное хозяйство характеризуется многоцелевой направленностью, существенным ростом роли экологических факторов и социальной роли лесов. Лесное хозяйство – управляющая система, а лесные ресурсы выступают как объект управления. Лес – сложная живая система. Чтобы управлять сложным объектом, необходимо освоить современные подходы и инструменты. Современными инструментами управления служат средства вычислительной техники и автоматизированные системы.

В настоящее время комплексная обработка информации о лесном фонде обусловлена расширением технических возможностей современных информационных технологий. Одним из главных направлений развития ГИС является расширение использования дистанционных данных о лесном фонде и цифровых фотограмметрических систем.

В этой связи к специалистам лесного хозяйства предъявляются высокие требования в области владения современными информационными

технологиями, их эффективного применения в научно-исследовательской и практической деятельности.

Для подготовки специалиста, свободно владеющего информационными технологиями, необходимо, чтобы студент во время обучения постоянно сталкивался с потребностью использовать их. Реализация этой задачи возможна при внедрении в учебный процесс компьютерных и ГИС-технологий.

В МарГТУ с 2004 года в учебный процесс по очной форме обучения (с 2007 года по заочной форме) для специальности «Лесное хозяйство» внедрена дисциплина «Геоинформационные системы в лесном хозяйстве» - новое направление в компьютерной подготовке специалистов, как составная часть регионального компонента программы подготовки инженеров.

Освоение ГИС-технологий позволит впоследствии будущим профессионалам: инженерам-таксаторам лесоустроительных экспедиций, лесничим, всем специалистам лесного комплекса – принимать наиболее правильные решения при управлении природными ресурсами.

Наш опыт показывает, что простое изучение дисциплины «Геоинформационные системы в лесном хозяйстве» не дает желаемого эффекта в повышении качества подготовки специалиста, если не будет обязательной потребности применять ГИС-технологии и при изучении других дисциплин на протяжении всех лет обучения. Реализация этой идеи возможна с применением технологии сквозного курсового проектирования. Под сквозным курсовым проектированием следует понимать то, что студент выполняет на протяжении всего времени обучения все курсовые работы и проекты на одном и том же объекте хозяйствования – лесничестве. Реализация такого подхода обучения студентов возможна при наличии геоинформационной системы конечного пользователя, знаний и умений работать в среде ГИС. Следовательно, нужно выстроить последовательность изучения дисциплин в учебном плане таким образом, чтобы знания и умения студентов в области ГИС-технологий имелись уже на втором курсе.

В процессе изучения на кафедре лесной таксации и лесоустройства МарГТУ дисциплины «Геоинформационные системы в лесном хозяйстве» студенты второго курса получают теоретические знания и практические умения создавать ГИС-проекты в среде MapInfo и работать с ГИС «ЛесФонд».

Геоинформационная система «ЛесФонд» предназначена для ведения картографической и повыведельной баз данных по иерархии: лесной квар-

тал → лесничество → агентство (управление, министерство) лесного хозяйства по субъекту федерации. Базы данных ГИС «Лесфонд» для конкретного объекта создаются по материалам лесоустройства. Основное назначение системы:

- ведение баз данных по текущим изменениям в лесном фонде;
- подготовка данных для текущего планирования по лесопользованию;

- тематическое картографирование;
- документационное обеспечение;
- эффективный инструмент для управления лесными ресурсами и др.

Изучение среды MapInfo дает студенту опыт создавать самостоятельно ГИС-проекты, а знание ГИС «ЛесФонд» дает информационную базу реального объекта хозяйствования. Следует отметить, что за каждым студентом на втором курсе обучения по специальности «Лесное хозяйство» закрепляется определенное лесничество на весь срок обучения с доступом полномочий пользователя к ГИС «Лесфонд».

Наш опыт показал, что студенты с интересом изучают дисциплину «Геоинформационные системы в лесном хозяйстве» и на старших курсах самостоятельно используют знания в этой области.

Современные требования к выпускникам вузов в области информационных технологий можно выразить так: «Специалист лесного хозяйства должен уметь работать на персональных компьютерах и решать профессиональные задачи, используя современные методы и технологии сбора, обработки, моделирования, хранения и представления пространственно-временной информации».

В МарГТУ это требование успешно реализуется.

Литература

1. Черных, В. Л. Информационные технологии в лесном хозяйстве: учеб. пособие / В.Л.Черных, В.В.Сысуев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 378 с.
2. Черных, В.Л. Геоинформационные системы в лесном хозяйстве: учебное пособие / В.Л. Черных. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 204 с.
3. Черных, В.Л. Таксация леса. Нормативно-справочная информация: учебное пособие./ В.Л. Черных, П.М. Верхунов, А.В. Попова, О.Н. Бажин – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 188 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЕВОЙ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ FIELD-MAP В ЛАНДШАФТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И КАРТИРОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

И.Ф. Букша, В.П. Пастернак, Т.С. Пивовар, М.И. Букша

Харьков, Украинский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации

Приведены результаты применения полевой ГИС-технологии Field-Mar для картографирования и оценки состояния городских зеленых насаждений. С помощью передовых измерительных и ГИС-технологий создана электронная карта для сквера Победы в г. Харькове и связанные с ней базы данных по всем объектам, расположенным на его территории, включая полную характеристику растительности в соответствии с требованиями действующих нормативных документов по инвентаризации зеленых насаждений. В результате создана информационно-аналитическая система, которая может быть использована для управления объектами городского зеленого хозяйства.

Многофункциональное значение городских зеленых насаждений постоянно возрастает в условиях стремительной урбанизации территорий. Эти насаждения положительно влияют на температуру воздуха, снижают силу ветра, увеличивают относительную влажность воздуха, выделяют кислород и биологически активные вещества, поглощают пыль. Большое значение имеет их эстетическая и рекреационная роль. Для сохранения и поддержания надлежащего функционирования зеленых насаждений нужна актуальная и точная информация об их состоянии, а также соответствующие картографические материалы.

Картографирование объектов зеленого хозяйства и территорий, на которых они расположены, представляет собой сложную и трудоемкую задачу, для решения которой необходимы значительные ресурсы. Использование современных полевых измерительных и информационных технологий для картографирования и оценки состояния зеленых насаждений позволяет эффективно решать эту задачу. При этом существенно улучшается качество получаемой информации и создается базовая основа для развития системы управления данными объектами на базе современных информационных технологий.

С целью развития технологий инвентаризации и картирования городских зеленых насаждений на базе передовых технологий, в лаборатории мониторинга и сертификации лесов Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого проводились исследования по картографированию

и оценке состояния зеленых насаждений сквера Победы. Этот сквер, где расположен водно-архитектурный ансамбль «Зеркальная струя», является своего рода визитной карточкой города Харькова. Исследования проводились в рамках чешско-украинского проекта ТехИнЛес (Передача передовых методических и технологических знаний в области инвентаризации и мониторинга лесных экосистем, <http://www.techinles.org.ua>). При этом использовалась технология для компьютерного сбора полевых данных Field-Map, разработанная в Институте исследования лесных экосистем (IFER, Чешская республика, <http://www.ifer.cz>). Field-Map представляет собой ГИС (географическую информационную систему), которая может работать с различными электронными измерительными приборами в полевых условиях [1,2].

Данная технология предназначена для картирования и измерения, она объединяет измерительные приборы и полевую ГИС в единый мобильный приборно-технологический комплекс, основу которого составляют: лазерный дальномер-высотомер Forest-Pro, электромагнитный компас Map-Star, полевой компьютер Hummerhead (рис. 1).

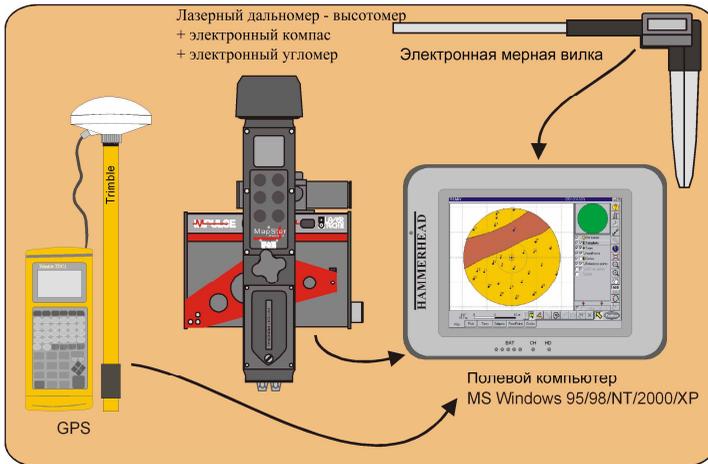


Рис. 1. Базовый комплект технологии Field-Map

Комплекс работает под управлением программного обеспечения Field-Map, которое позволяет подсоединять к полевым компьютерам широкий набор различных электронных и лазерных измерительных приборов. Например, для работ по измерению диаметров значительного

количества деревьев, в комплексе могут использоваться электронные мерные вилки, для определения местоположения – различные типы приемников системы глобального позиционирования – GPS. Имеются возможности дистанционного измерения диаметров ствола или веток на любой высоте от поверхности земли, что позволяет картографировать профили стволов растущих деревьев, можно измерять форму крон у деревьев и ее проекции. Достоинством технологии Field-Mar является то, что она позволяет переносить данные измерений от электронных и лазерных измерительных приборов непосредственно в базу данных полевого компьютера и отображать их на экране в ГИС.

Технология Field-Mar является гибкой системой, позволяющей легко изменять структуру базы данных: пользователь имеет возможность сам выбирать и назначать параметры и показатели, которые будут отображаться на карте или заноситься в базу данных. При этом типы измеряемых показателей и структура баз данных может изменяться пользователем Field-Mar в зависимости от задач обследования, непосредственно в полевых условиях могут добавляться новые показатели для измерения (выбирая их из списка или создавая совершенно новые типы показателей). Важным является то, что для этого пользователю не нужно быть специалистом по базам данных или программистом – создание баз данных строится на принципе шаблонов и пошаговых действий. Специальные функции Field-Mar позволяют измерять высоты деревьев; картографировать проекции и измерять форму крон деревьев; вычислять площадь поверхности и объем кроны; измерять диаметры стволов деревьев на любой высоте и автоматически вычислять объемы стволов деревьев; автоматически вычислять длины линии, периметры и площади полигонов; проверять достоверность собранной информации и контролировать полноту баз данных во время полевых работ; визуализировать измеренные объекты в трехмерном графическом пространстве; создавать цифровые модели местности, а также решать в полевых условиях множество других задач, связанных с обработкой баз данных и ГИС. Сформированные в полевых условиях базы данных и электронные карты в Field-Mar хранятся в общепринятых форматах, что дает возможность при желании легко переносить собранные данные в другие программные продукты для обработки и анализа.

Слой «Участки» представляет собой полигоны, отображенные на карте, а их характеристики содержатся в базе данных (рис. 2). В Field-Mar автоматически рассчитываются суммарная площадь и периметры для всех площадных объектов (например, площадь, занятая древесной

растительностью, площадь под газонами, клумбами, площадь дорожной сети и т.д.). Наличие таких данных дает возможность планировать весь комплекс работ по содержанию территории объектов зеленого хозяйства и по уходу за зелеными насаждениями.

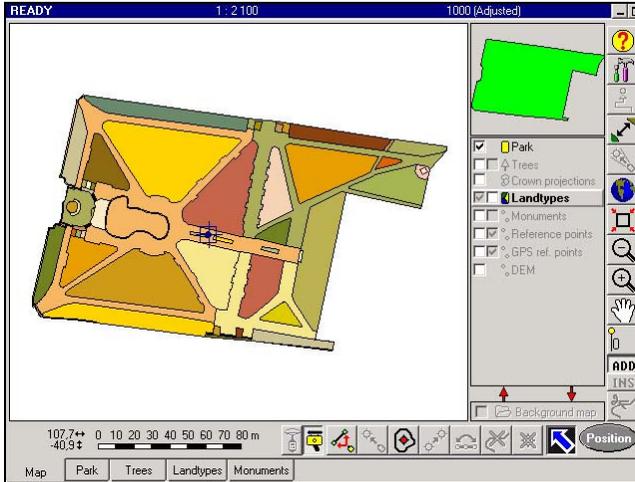


Рис. 2. Типы участков сквера Победы на экране полевого компьютера в ГИС Field-Map

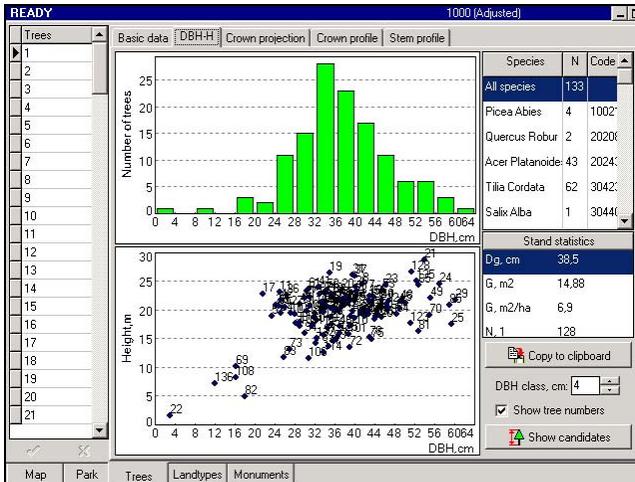


Рис. 3 График распределения деревьев сквера Победы по диаметрам и высотам на экране полевого компьютера в ГИС Field-Map

Работы проводились в три этапа. Первый этап включал подготовительные работы и картирование территории сквера: газонов, дорожек, объектов. Второй этап работ был связан непосредственно с инвентаризацией зеленых насаждений – картированием древесно-кустарниковой растительности, измерением горизонтальных проекций крон деревьев, диаметров их стволов и высот, оценкой состояния растительности.

Для части деревьев, произрастающих по внешнему периметру сквера, были измерены вертикальные профили крон с целью определения плотности их структуры и оценки пылеулавливающих свойств. Третий этап работ – обработка результатов и подготовка отчетов (планово-картографических и табличных материалов, написание пояснительно записки). В полевых работах были задействованы два человека: оператор Field-Mar и специалист-дендролог. Перед началом работ были выбраны параметры для измерений и оценок в соответствии с требованиями действующей Инструкции по технической инвентаризации зеленых насаждений [3], и на основании этих параметров была создана структура базы данных в Field-Mar [4].

База данных содержит несколько слоев (типов) данных:

- Слой «Объект» (сквер Победы) – название, площадь, периметр сквера;
- Слой «Участки» (газоны, клумбы, дорожки, бассейн, малая архитектурная форма «Зеркальная Струя») – координаты, площадь, периметр, описание, % от всей территории сквера;
- Слой «Объекты на участках» (фонари, скамейки, памятники, урны и т.д.) – координаты и описание;
- Слой «Деревья» – координаты, порода, диаметр, высота, состояние;
- Слой «Кроны деревьев» – площадь горизонтальной проекции кроны, объем кроны, площадь поверхности кроны.

Слой данных «Объект» может включать много объектов, т.е. Field-Mar позволяет создавать базы данных для различных объектов зеленого хозяйства города, и при этом вся информация будет находиться в единой базе данных.

Слой «Деревья» отображается на карте в виде объектов, а в базе данных содержится информация по каждому из них: порода, диаметр, высота, показатели состояния.

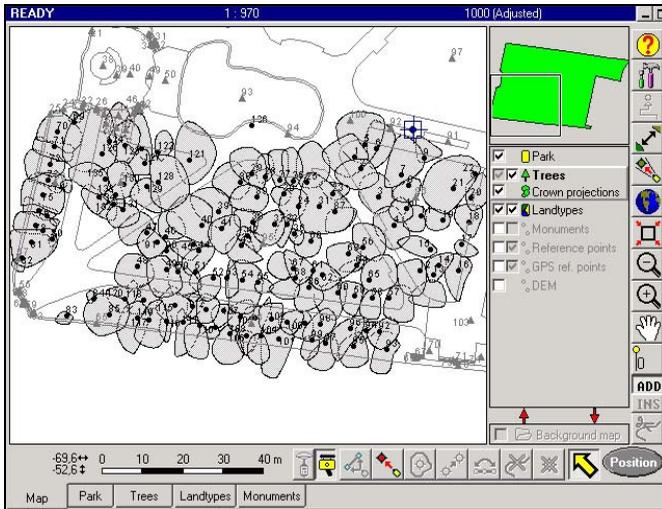


Рис. 4. Фрагмент сквера Победы с проекциями крон деревьев на экране полевого компьютера в ГИС Field-Map

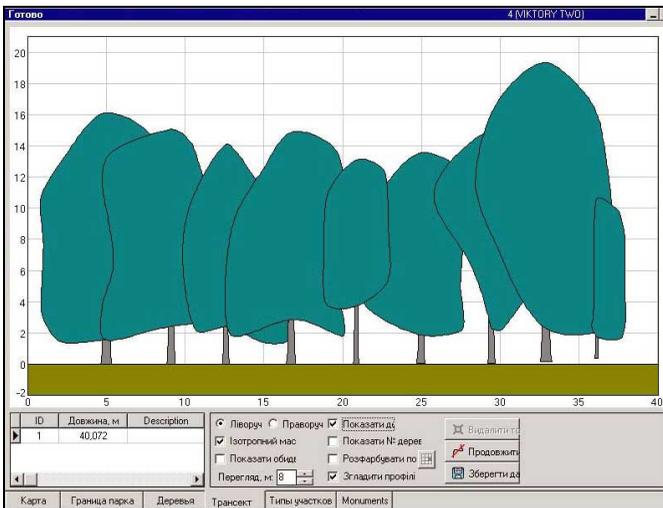


Рис. 5. Вертикальные профили крон на экране полевого компьютера в ГИС Field-Map

Для этого слоя данных в Field-Map автоматически отображается распределение измеренных деревьев по породам, классам диаметров и высоте, что позволяет контролировать данные измерений. Кроме того, автоматически рассчитывается сумма площадей сечений и объем ствола для каждого дерева (рис. 3).

Слой «Кроны деревьев» отображается на карте как слой перекрывающихся полигонов – горизонтальных проекций крон, а информация о них содержится в базе данных (рис. 4). Данные о горизонтальных проекциях крон позволяют рассчитывать и визуализировать одну из важных характеристик насаждений – сомкнутость древесного полога. Этот показатель имеет большое значение для объектов зеленого хозяйства, поскольку он характеризует степень затененности участков. Его можно использовать, например, при выборе типа теневыносливости газонных растений, произрастающих под кронами деревьев. Измеренные вертикальные профили крон в Field-Map отображаются в окне «Трансекты» (рис. 5). Такая визуализация может быть полезной для оценки плотности линейных посадок и определения эффективности их конструкции с точки зрения изоляции территорий от проезжей части, а также для оценки эстетической ценности отдельных групп деревьев. При использовании модуля трехмерной визуализации имеется возможность моделировать изменения пространства при извлечении или добавлении деревьев или других объектов в сквере. Кроме того, на основании данных о вертикальных профилях и горизонтальных проекциях крон автоматически рассчитываются площадь поверхности и объем кроны. Такие данные можно использовать для оценки газо- и пылепоглощающей способности крон деревьев, их способности снижать уровень шума, выделять кислород и увеличивать относительную влажность воздуха. Для обработки полученных данных можно использовать специальное приложение к Field-Map - DENDRO, можно также экспортировать данные из Field-Map (карты и базы данных) в другие программы. Поскольку Field-Map использует в качестве формата для данных формат ESRI shapefile и поэтому данные можно без проблем обрабатывать многими ГИС программами.

Результатом работ по инвентаризации и картографированию сквера Победы является электронная карта территории сквера и связанные с ней базы данных, содержащие информацию обо всех объектах, находящихся на территории сквера. В базах данных содержится информация о древесной растительности в соответствии с требованиями действующих нормативных документов по инвентаризации городских зеленых насаж-

дений. На карте сквера отражается местоположение каждого дерева и горизонтальная проекция его кроны с визуализацией перекрытия крон (рис. 6).

Электронная карта и связанная с ней база данных по объектам сквера может служить исходной информационной базой для создания информационно-аналитической системы по управлению объектами зеленого хозяйства в городе. Такая карта и базы данных должны постоянно актуализироваться и уточняться, их удобно использовать для проведения повторных инвентаризаций, а также для компьютерного моделирования изменений в городском ландшафте.

Таким образом, тестирование технологии Field-Map показало, что применение полевой ГИС в сочетании с современными измерительными приборами позволяет эффективно решать задачи по инвентаризации объектов зеленого хозяйства. В результате проведения эксперимента для сквера Победы получена электронная карта территории сквера и связанные с ней базы данных, содержащие информацию обо всех объектах, находящихся на территории сквера.



Рис. 6. Фрагмент плана сквера Победы с горизонтальными проекциями крон деревьев

В ГИС Field-Map автоматически рассчитываются площади и периметры измеренных объектов, программное обеспечение позволяет про-

водит автоматизированную обработку данных инвентаризации. Полученная информация может быть использована при технической паспортизации и подготовке инвентаризационного плана объектов зеленого хозяйства. Для части территории сквера была проведена оценка характеристики растительности в соответствии с требованиями действующих нормативных документов по инвентаризации городских зеленых насаждений. В результате проведенных работ создана ГИС сквера Победы, объединяющая картографическую и атрибутивную информацию, которая может быть использована в качестве прототипа информационно-аналитической системы для управления зелеными насаждениями.

Литература

1. Черны М., Букша И. Field-Mar (Полевая Карта) – передовая измерительная технология для лесного хозяйства, охраны природы и ландшафтоведения // М-ли міжнародної ювілейної наукової конференції, присвяченої 75-річчю із дня заснування УкрНДІЛГА (30-31 березня 2005 р., м. Харків). – Харків. – 2005. – С. 84-85.
2. Букша И.Ф. Современные технологии инвентаризации и мониторинга лесов // Оборудование и инструмент для профессионалов. – № 3 (50), 2004. – Харьков: ЧФ «ЦентрИнформ», 2004. – С. 8 – 9.
3. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах та селищах міського типу України, затверджено Наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України 24.12.2001 № 226, Зареєстровано в Мін'юсті України 25.02. 2002 р. № 182/ 6470. - 22с.
4. Букша И.Ф., Русс Р., Мешкова Т.С., Пастернак В.П., Черны М. Инвентаризация и картографирование зеленых насаждений с помощью полевой ГИС Field-Mar // Ландшафт плюс. – 2006. – №1.– С. 48-51.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ И НАУЧНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ

А.И. Ревин, А.Н. Смольянов

Воронеж, Воронежская государственная лесотехническая академия

Лесное хозяйство является отраслью, занятой сохранением, использованием разведением и возобновлением лесов. Основные задачи заключаются: в рациональном использовании лесов с полным удовлетворением потребностей в древесине и других полезностях леса, усиление

их защитных и рекреационных свойств. Все уровни управления лесным потенциалом с давних времен используют лесные тематические планово-картографические материалы, которые являются потребителями лесных географических информационных систем. При этом верхние уровни управления нуждаются в поддержке своих решений, т.е. в использовании информационных, а иногда и интеллектуальных возможностей ГИС и в проектировании лесохозяйственных мероприятий, выполнении отводов лесных участков освидетельствовании проведенных работ и внесении изменений в лесные картографические материалы.

Начавшееся внедрение в практическую деятельность лесхозов (лесничеств) персональных компьютеров, благодаря их возрастной мощности, позволяет уже в настоящее время рекомендовать широкое использование ГИС для управления лесным хозяйством. Обычный планово-картографический материал отступает на второй план перед познавательной и конструктивно-аналитической деятельностью в компьютерной системе, в которой пространственная визуализация данных (тем или иным способом отобранных в базе данных в результате запросов) служит посредником в диалоге между пользователем и ЭВМ и является весьма динамичным. Таким образом, применение ГИС обеспечит специалистам лесного хозяйства не только выполнение анализа пространственных данных, но и объективную поддержку принимаемых решений по проведению и оптимизации практических лесохозяйственных мероприятий, контролю их качества. Первоочередной является задача сбора данных о состоянии лесных ресурсов на примере мониторинга состояния учебных и научных объектов, и их использования. Этот процесс связан с интеграцией и синтезом разнородной картографической и фактографической информацией. Источником картографической информации могут служить карты, аэрокосмические снимки, сканерные изображения. Источником фактографической информации – банки данных, отчеты о полевых и научных работах, научные публикации, материалы учебных практик студентов, дипломные проекты.

При наполнении ГИС всю эту разнородную информацию нужно перевести в цифровую форму (или получить ее тем или иным способом в цифровой форме) и объединить на основе общей пространственно-идентифицирующей информации.

При подготовке современных специалистов лесного хозяйства, садово-паркового и ландшафтного строительства в вузах большое внимание уделяется закреплению теоретических знаний на учебных, преддипломных практиках. Не менее важное значение имеет участие студентов в научно-исследовательской работе, грантах и лотах. Часть этих работ

естественно проводится на учебных объектах в природе, в полигонах, пробных площадях, специальных маршрутах. При этом по основным направлениям лесохозяйственных исследований опытные объекты также обычно представляют собой участки, либо пробные площади, заложенные в лесу. Таким образом, совокупность учебных и опытных объектов является неотъемлемым атрибутом практического направления учебного процесса кафедры лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии.

В лесном кодексе РФ (2007) указывается, что леса, имеющие научное, образовательное и историческое значение относятся к защитным лесам и передаются вузом в бессрочное пользование. Это в свою очередь также подчеркивает значение учебных и опытных объектов. Примером таких объектов могут служить Учебно-опытный лесхоз Воронежской государственной лесотехнической академии, а также возможны отдельные лесные участки Воронцовского лесхоза (Шипов лес), Теллермановского массива, Усманского и Хреновского боров. Основной объем работ по формированию и мониторингу системы учебных и опытных объектов ВГЛТА выполняет кафедра лесной таксации и лесоустройства. Комплекс учебных и опытных объектов представлен постоянными и временными пробными площадями для проведения учебных практик по «Таксации», «Аэрокосмическим методам в лесном хозяйстве», «Лесоводству», «Лесоведению». В настоящее время в Учебно-опытном лесхозе сохранено около 20 постоянных пробных площадей и большое количество временных для проведения тренировочной таксации. Уникальным следует считать постоянные пробные площади, заложенные профессором А.В. Тюриным в 1928 г (кв. 68 Левобережного лесничества учебно-опытного лесхоза ВЛТИ) Г.Г. Юнашом в Шиповом лесу Воронежской области, Н.К. Генко в Самарской области. На этих объектах проводятся конкретные лесоводственные и таксационные исследования для дипломного проектирования, НИРС.

Материалы повторных пересчетов на постоянных пробных площадях и специальные исследования позволят осуществлять мониторинг за состоянием лесных экосистем, оценивать динамические процессы. Система учебных и опытных объектов представлена насаждениями различного происхождения и состава, полноты и продуктивности, с выполняемыми в них хозяйственными мероприятиями, не покрытыми лесом и нелесных землях. Это позволит рассматривать эту систему не только как основу при создании базы данных для последующего использования в качестве учебных полигонов и исследовательской работы, но и как тест – объектов для дешифрирования материалов аэрофотосъемки (так-

сационно-дешифровочные пробные площади – ТДПП). Формирование системы тест – объектов в виде (ТДПП), является дальнейшим развитием исследовательской работы кафедры лесной таксации и лесоустройства, на основе материалов спектрозональной аэрофотосъемки Учебно-опытного лесхоза ВГЛТА в 1998 году (М 1:25000), а также ежегодных учебных практик по «Аэрокосмическим методам в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве» проводимых с помощью самолета АН-2. Получение информации о лесах относительно нетрудоемкими методами, снижение ее детальности при обеспечении соответствующей оперативности, достоверности и сопоставимости, возможны при совместном использовании дистанционных фотографических съемок и ГИС-технологий. Все опытные и учебные пробные площади, используемые в качестве тест – объектов, закладывались традиционными методами сплошной перечислительной таксации с привязкой к надежно идентифицируемым по аэрофотоснимкам объектам.

На основе ТДПП, с помощью регрессионных уравнений, описывающих зависимость таксационных показателей от величины косвенно связанных со спектральной яркостью древесных пород. Полученные математические зависимости позволяют идентифицировать и космические снимки (группы пород).

Таким образом, усилиями кафедры лесной таксации и лесоустройства ВГЛТА в Воронежской, Тульской, Самарской областях формируется система учебных и опытных объектов, которая является учебной базой при подготовке инженеров лесного хозяйства и садово-паркового и ландшафтного строительства и служит основой для проведения лесоводственно-таксационных и лесохозяйственных исследований и может служить в качестве тест – объектов, используемых для сравнения с изображениями насаждений, при одновременном выделении рекреационных зон и проведении ландшафтной таксации на аэрофотоснимках и космических снимках. Учитывая оперативность космической съемки, данная методика может быть использована для мониторинга состояния и перспектив развития не только конкретных опытных объектов, но и общего состояния экосистем и их изменения в условиях антропогенного и технического воздействия.

Литература

1. Черных, В. Л. Информационные технологии в лесном хозяйстве: Учеб. пособие / В.Л.Черных, В.В.Сысуев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 378 с.

ГИС И КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НЕДРЕВЕСНАЯ ПРОДУКЦИЯ ЛЕСА»

А.И. Шургин, Л.В. Суханова

Йошкар-Ола, Марийский государственный технический университет

Недревесные лесные ресурсы по различным оценкам составляют от 5 до 90 % общей стоимости насаждения. При оценке недревесных лесных ресурсов, планировании и организации их заготовки в курсовом проекте рассчитываются биологический запас, эксплуатационный запас или возможный для освоения целесообразный запас. Расчет недревесных лесных ресурсов проводится на основе данных лесоустройства с использованием поведельной базы данных. Расчет запасов недревесных лесных ресурсов проводится по методике, разработанной на кафедре лесной селекции недревесных ресурсов и биотехнологии и апробированной при выполнении работ «Программа развития лесного комплекса Республики Мордовия» 1998 и «Концепция развития Лесного комплекса Республики Марий Эл до 2010 года» 2006.

Расчет ведется по оценке ресурсов: основной живицы, березового сока, продуктов пчеловодства, основных ягодников и съедобных грибов. В результате выполненных расчетов по оценке ресурсов студенты имеют возможность проанализировать объемы и спроектировать с экономическим обоснованием освоение наиболее перспективных ресурсов в данном лесничестве. Использование поведельной базы данных позволяет оценить не только общий запас вышеперечисленных ресурсов в лесничестве, но и проанализировать их пространственное распределение по площади и наметить лесоводственные мероприятия по их увеличению. С использованием ГИС технологий основной объем времени студентами тратится не на механическую выборку сходных по лесоводственно - таксационным характеристикам выделов, а на анализ и разработку мероприятий по их рациональной эксплуатации.

Внедрение сквозного курсового проектирования позволяет при выполнении раздела «Недревесная продукция леса» учитывать наработки студентов выполненных при изучении таких дисциплин как биология лесных птиц и зверей, лесная селекция, лесоводство.

**ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
«ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ДОРОЖНОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
270205 «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ И АЭРОДРОМЫ»**

П.А. Нехорошков

Йошкар-Ола, Марийский государственный технический университет

Дисциплина «Геоинформационные системы в дорожном строительстве» впервые вошла в учебный план студентов специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» в 2002 году и проводилась с использованием программы Map Info.

Насущную необходимость введения такой дисциплины продиктовали современные реалии и требования производства. Проводимая в последние годы паспортизация и межевание различных объектов коснулась в том числе и автомобильных дорог. В начале двухтысячных годов Марийскавтодор развернул программу паспортизации и межевания принадлежащих ему объектов. Для этого требовались квалифицированные кадры, умеющие работать с электронной картографической информацией и базами данных.

ГИС как новое и перспективное направление вызвало большой интерес среди студентов. Через некоторое время появились и первые дипломные проекты по этой тематике. В большей части они были связаны с анализом транспортной ситуации и аварийности на республиканских дорогах и в г.Йошкар-Оле. Всего было защищено порядка 10 дипломных проектов.

В настоящее время в преподавании развитие данного направления можно определить в интеграции ГИС с САПР, которые могли бы воплотить единый комплекс по проектированию и паспортизации объектов дорожного хозяйства. Для реализации этого необходима общая программная среда.

Работа со сложными компьютерными программами, предназначенными для создания ГИС в большей части не вызывает у студентов особой сложности. Однако, студенты, имеющие опыт работы с ЭВМ воспринимают дисциплину лучше. Также для успешного освоения необходимы хорошие знания по геодезии. Работа с картографической информацией и базами данных требует от студентов развитого воображения и хорошей визуализации.

В заключении отметим, что дисциплина «Геоинформационные системы в дорожном строительстве» гармонично вписалась в учебный процесс студентов специальности «Автомобильные дороги и аэродромы», дает представление о современном состоянии ГИС в дорожной индустрии и ориентирует будущих инженеров на внедрение в производство современных технологий и информационных методов.

МЕСТО ГЕОИНФОРМАТИКИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ. ОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО ПРЕПОДАВАНИЯ ГИС ДИСЦИПЛИН В СЫКТЫВКАРСКОМ ЛЕСНОМ ИНСТИТУТЕ

Г.В. Вольман, Н.А. Ли

г. Сыктывкар, Сыктывкарский лесной институт.

Управление лесным хозяйством неразрывно связано с пространственным аспектом. Информация о лесе – это огромный массив как пространственной, так и семантической информации.

В связи с бурным развитием информационных технологий в целом, и ГИС в частности, на сегодняшний день появились новые, высокоэффективные инструменты для оперирования такой информацией и её анализа.

Геоинформационные технологии предлагают комплексные и очень эффективные подходы к решению проблем, носящих территориально распределенный характер. Благодаря этому, ГИС находит всё большее применение в лесной отрасли Республики Коми. Так, Комитет леса РК на протяжении последних лет ведет активную работу по внедрению в свою деятельность и деятельность лесхозов современных геоинформационных технологий. В рамках этой работы созданы электронные лесоустроительные карты и таксационные базы данных на подавляющую часть лесного фонда. Сотрудники лесхозов, лесничеств и самого Комитета прошли курсы повышения квалификации и теперь в своей ежедневной работе используют программное обеспечение от мировых лидеров в этой области.

В практике производственных отношений хозяйствующих субъектов и органов государственной власти в сфере лесопользования, давно используются технологии GPS. С помощью спутниковой навигации происходит отвод лесосек, локализация пожаров и лесопатологий, об-

новление картографической и атрибутивной информации, контроль произведенных работ.

Крупнейший участник лесного рынка на территории Республики Коми – ОАО «Монди бизнес пейпа «Сыктывкарский ЛПК» - также осознал необходимость в организации процессов лесоуправления и лесосообеспечения на основе ГИС технологий. В данный момент компанией ведется разработка комплексной геоинформационной системы, охватывающей и учитывающей запросы всех участников производственного процесса. В соответствии с техническим заданием, данная система должна обеспечивать единое информационное пространство с унифицированными наборами данных, общими для всех инструментами обработки, анализа и планирования, иметь возможность модернизации.

Практически все лесозаготовители, ведущую хозяйственную деятельность на территории Республики Коми, в соответствии с требованиями Комитета леса РК, уже сейчас обязаны использовать приборы спутникового позиционирования. Также в последнее время произошло значительное увеличение интереса заготовителей к возможностям ГИС в плане анализа лесного фонда. Для них проводится актуализация картографической и лесотаксационной информации с применением средств дистанционного зондирования Земли. Такой подход к планированию лесозаготовок позволяет учесть многие произошедшие изменения в состоянии лесного фонда с момента последнего лесоустройства (для некоторых лесхозов Республики Коми это конец 80-х годов прошлого века).

Очевидная и осознанная необходимость в активном использовании ГИС для нужд лесного хозяйства, вызывает нарастающую потребность в качественном программном обеспечении и, как следствие, в подготовленных специалистах. Нужно отметить, что предложения на рынке специализированного ПО очень разнообразны и зачастую довольно сложно сделать выбор в пользу того или иного продукта. Кроме того, довольно часто разные производители программных комплексов по-разному подходят к решению однотипных задач, что обуславливает отсутствие унификации даже там, где она желательна.

Сыктывкарский лесной институт сделал выбор в пользу программных комплексов мировых лидеров, признанных де-факто стандартом в области геоинформатики и обработки данных дистанционного зондирования Земли. Это университетские комплекты от фирм ESRI и Leica Geosystems, полученные в рамках программы поддержки вузов, реализуемой компанией «Дата+».

Следует отметить, что все основные пользователи ГИС в лесной отрасли республики также преимущественно используют в своей работе продукты вышеуказанных производителей.

Таким образом, ощущается потребность именно в ГИС специалистах, имеющих навыки в работе с общераспространенными программными комплексами. Кроме того, помимо высокой пользовательской подготовки, знания основ картографии и лесного хозяйства, предприятия желают, чтобы персонал имел представление о мировых тенденциях в области построения корпоративных ГИС и организации их использования.

Учитывая требования рынка труда и перспективу развития геоинформационных технологий в регионе, Сыктывкарский лесной институт стал участником международного проекта “BEGIN”, финансируемого Европейским Союзом и нацеленного на развитие высшего образования в области ГИС в университетах Мурманска, Архангельска и Сыктывкара. В результате были организованы курсы дистанционного обучения, направленные как на подготовку новых пользователей, так и на получение современных актуальных знаний у тех, кто уже какое-то время использует в своей работе ГИС. Эта работа была проделана, опираясь на европейский опыт реализации дистанционных методов обучения и на опыт, полученный сотрудниками Лесного института во время зарубежных стажировок.

В ходе создания интернет-платформы для дистанционного образования, было принято принципиальное решение о необходимости предоставлять обучающимся возможность удаленно работать с самыми современными программными продуктами. Данная задача была решена с использованием технологии терминального доступа. Таким образом, каждый дистанционно обучающийся может непосредственно со своего рабочего места запустить на сервере Лесного института необходимый программный продукт и полностью выполнить все практические задания.

Поскольку институт постоянно обновляет весь спектр имеющегося программного обеспечения, обучающемуся гарантирована практика в работе с последними версиями максимально функциональных продуктов. В результате достигается высокая степень актуальности полученных навыков.

Конечно, помимо практических работ, слушатели курсов получают и все необходимые теоретические материалы, посредством передачи по электронным каналам связи.

Необходимо отметить, что большая часть учебного материала была переведена на русский язык и адаптирована к имеющимся учебным программам с исходных данных, предоставленными ведущими учебными заведениями Германии и Швеции, также являющимися участниками проекта «BEGIN».

На данный момент доступны к изучению два курса «Реализация ГИС» и «Инфраструктуры пространственных данных». По мере готовности будет представлено ещё три курса, затрагивающие вопросы создания баз геоданных, земельного планирования и создания мировой сети сенсоров – поставщиков разнообразной информации. Вместе с развитием этой образовательной платформы, будет расширяться и перечень предлагаемых учебных курсов. Планируется охватить список вопросов, касающихся как основ ГИС, так и различных специализированных направлений их использования.

Разумеется, что наряду с дистанционным, Сыктывкарский лесной институт осуществляет обучение геоинформационным технологиям и традиционным методом. Студенты получили возможность обучаться основам ГИС и практиковаться в реальных проектах с 2001 года. На текущий момент в учебных планах различных специальностей и в виде курсов дополнительного образования, Сыктывкарский лесной институт предлагает целый ряд дисциплин, связанных с ГИС. Среди них:

- Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений;
- Лесное картографирование на базе ГИС;
- Ведение лесного хозяйства на базе ГИС;
- Геоинформационные системы;
- Основы ГИС;
- Основы географического анализа. Введение в Spatial Analyst и 3D Analyst;
- Основы дистанционного зондирования Земли. Введение в ERDAS IMAGINE.

Для специалистов учреждений и предприятий организуются учебные курсы, составленные с учетом требований конкретного заказчика и специфики решаемых на базе ГИС производственных задач.

Если говорить о востребованности знаний в области геоинформатики, то можно отметить, что интерес к ГИС образованию постоянно возрастает. Только в 2007г. на базе Центра ГИС и платформы дистанционного образования (без учета дисциплин, включенных в учебные программы) прошли обучение или повышение квалификации на коммерче-

ской и бесплатной основе более 70 человек. Это работники лесхозов, служащие Комитета лесов, сотрудники предприятий, занятых в секторах обработки и переработки древесины, представители Управления Роснедвижимости и студенты самых разных специальностей.

Внедрение и развитие дистанционных методов изучения ГИС дисциплин стало результатом усилий Сыктывкарского лесного института, направленных на повышение доступности, улучшение качества и актуализацию образования в области геоинформатики в регионе.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

А.Т. Гурьев¹, Т.А. Гурьев¹, А.А. Казнин¹, М.С. Пугин¹, С.В. Торхов²

¹*Архангельск, Архангельский государственный технический университет*

²*Архангельск, Архангельская экспедиция (Севлеспроект)*

В настоящее время во многих регионах России накоплены большие объемы атрибутивной и картографической информации о лесных ресурсах. Однако использование ее потенциальными потребителями сдерживается по ряду причин. Основная проблема заключается в сохранении целостности баз данных (БД) на физическом уровне, логическом – под которым понимается непротиворечивость данных, и актуальность данных, реальному состоянию лесного фонда.

В лесном хозяйстве используются различные программные продукты для автоматизации отдельных направлений деятельности. Наибольшие успехи здесь были достигнуты лесоустроительными предприятиями в области БД лесных ресурсов, включая геоинформационные БД

В первую очередь здесь следует упомянуть повыведельные БД на СУБД L («литовский комплекс», СОЛИ-2), обновляющиеся согласно сроков лесоустройства и PPPGULF (БД учета лесного фонда), обновляющуюся раз в году по отчетам лесхозов. Вот уже многие годы региональные учреждения лесного хозяйства ведут параллельно две БД лесных ресурсов: одну – с информацией лесоустройства, другую – для отчетности в федеральные органы.

С 90-х годов XX в. разрабатываются системы с использованием ГИС-технологий. Это, в первую очередь, следующие системы:

ГИС «Лесфонд» (НВФ «Лабмастер», Екатеринбург);

ЛесГис (ФГУП «ЗапСибЛесПроект»);

ЛесИС (ООО «ЛесИС», Москва);

ЛугИС («Севзаплеспроект», Санкт-Петербург).

Они облегчают работу лесоустроителям и работникам лесхозов в типичных ситуациях: лесоустройство, отводы, материально-денежная оценка лесосек и многое другое. Приведем краткий сравнительный анализ этих систем по следующим параметрам:

пользовательский интерфейс системы, построение диалога с пользователем;

функциональные возможности программного комплекса;

генерируемая выходная документация;

решение стандартных задач лесоустройства и лесного хозяйства.

ГИС «Лесфонд»

Простота работы, интуитивно понятный интерфейс.

Отсутствует возможность актуализации лесных ресурсов.

Позволяет составлять выходную документацию в полном объеме.

Нет поддержки GPS-систем, связи с централизованной БД, сложность с обновлением картографической информации.

Данный программный комплекс выполняет большинство задач по автоматизации рабочего места пользователя, снижает документооборот на бумажных носителях, т.е. сокращает время обработки данных. Каких то серьезных возможностей не содержит. За новыми картами лесничеств необходимо обращаться к производителю.

ЛесГИС

Сложности, связанные с нагромождением диалогов пользователь – система.

Возможность актуализации БД.

Позволяет составлять выходную документацию в полном объеме.

Широкая функциональность системы (поддержка GPS, связь с централизованной БД, изменение картографической информации).

Достаточно мощный программный комплекс, но из-за использования в своей основе программного продукта MapInfo появляются сложности, множество дополнительных пунктов меню. Вся работа идет через панели инструментов с мелкими клавишами, хотя и расположенными в порядке работы. Реализована возможность работы с GPS модулем, а также обмен с централизованной БД посредством создания специализированных пакетов. Дополнительные карты выделов необходимо также заказывать у производителя системы. Изменение площади выделов и поддержание масштаба всего лесничества определяется пользователем.

ЛесИС

Избыточная сложность для конечного пользователя.

Обладает достаточно большой функциональностью по сравнению с другим системами.

Позволяет составлять выходную документацию в полном объеме.

Поддержка GPS, версия для КПК, изменение картографической информации, легко изменяемая конфигурация системы.

Добротный программный комплекс, в нем хорошо продумана логика работы, удобный интерфейс работы для диалога пользователь – ЭВМ, однако в некоторых моментах чрезмерно усложнен. Работа с выделом реализована просто и не вызывает затруднений. Большим плюсом является быстрый отклик производителя на доработку программного комплекса и внесение изменений по заказу организаций. Нет работы с централизованной БД и БД сторонних производителей программных продуктов. Пользователи могут изменять нормативные документы. Присутствует в некотором роде обновление БД, путем простого копирования отдельных рабочих каталогов программного комплекса. Изменение площади выделов и поддержание масштаба всего лесничества неизменным определяется лесопользователем. Имеется версия для работы с КПК и отдельный блок по работе с GPS-приемником.

По результатам сравнительного анализа специализированных ГИС для лесного хозяйства можно сделать следующие выводы:

Все программные комплексы поддерживают работу с документацией, выделами, материально-денежной оценкой лесосек и т.д. В некоторых системах частично реализована синхронизация с централизованной БД, но на примитивном уровне.

Эти системы в принципе позволяют работникам лесхоза вносить изменения в БД, но имеют ограниченные возможности по синхронизации БД. Современные лесные ГИС ориентированы на работу с персональными копиями БД предприятий лесного хозяйства и лесопользования. Имеющиеся разработки по обновлению информации методически и организационно не поддерживаются.

При комплексной автоматизации управления лесными ресурсами одной из основных проблем является проблема актуализации данных. Рассмотрим основные источники информации для актуализации данных о лесных ресурсах, применительно к географической и атрибутивной информации в ГИС (табл. 1).

Таблица 1. Источники данных для актуализации древостоев

Источник	Геоданные	Атрибутивные данные
ДДЗ	да	частично
Полевые методы	да	да
Прогнозирование хода роста	нет	да

Для успешной актуализации данных о лесных ресурсах предлагается автоматизировать процессы актуализации, используя распределенные интеллектуальные технологии обработки параллельных и асинхронных процессов [1] путем внедрения мультиагентной информационной системы.

Основные этапы создания распределенной системы:

1. Разработка информационной иерархической системы понятий предметной области.
2. Разработка концептуальной модели распределенной системы лесных ресурсов.
3. Разработка распределенной структуры БД лесных ресурсов.
4. Разработка модельной системы распределенной среды лесных ресурсов.
5. Разработка интерфейсов с существующими ГИС-системами.

Предлагается иерархическая система понятий предметной области – лесные ресурсы. Объем и содержание понятий формализуются с использованием теории множеств, теории графов, теории полихроматических графов [2, 3].

Концептуальная модель распределенной системы лесных ресурсов представлена на рис. 1.

Из имеющихся технологий создания распределенных приложений (.NET, Java RMI, CORBA) для модельной системы нами использована технология .NET корпорации Microsoft [4], позволяющая решать задачи интеграции и децентрализации информации в распределенной среде лесного комплекса между различными приложениями.

Система разработана с использованием трехзвенной модели, так как в ней явно выделены: компонент интерфейса с пользователем, компонент управления данными, БД в том числе, и промежуточный слой (middleware).

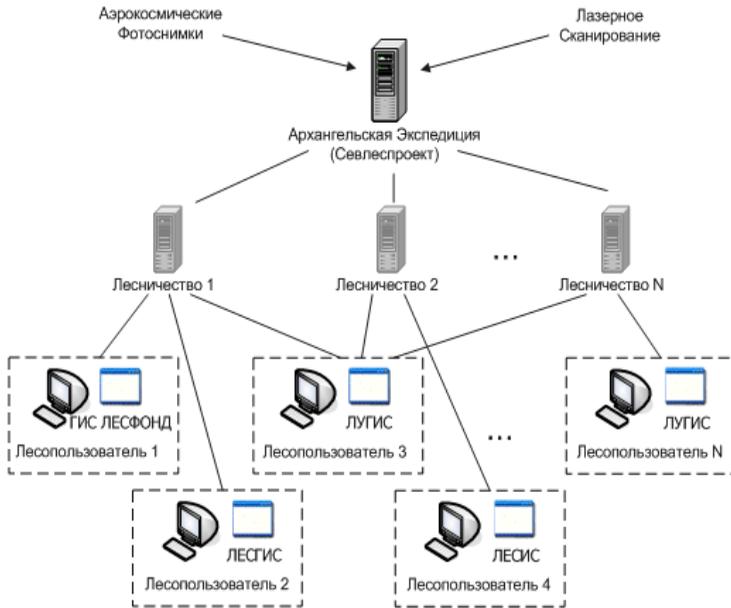


Рис. 1. Концептуальная модель распределенной системы лесных ресурсов

Компонент интерфейса с пользователем – программа, с которой работает клиент, ее работа осуществляется посредством обращения к Web-сервисам. Для создания клиентских приложений, способных работать в такой среде, использовалась технология ADO.NET.

Компонент управления БД (СУБД) – Microsoft SQL Server.

Промежуточный слой – набор Web-сервисов, являющихся основой интеграции приложений. Он позволяет приложениям, написанным на разных языках и работающим на разных платформах, обмениваться данными.

Распределенная система управления лесными ресурсами должна иметь интерфейсы для работы с существующими системами, включая современные специализированные ГИС. На наш взгляд, пользователь не должен быть ограничен в выборе ГИС: геоданные должны храниться в форматах, не зависящих от конкретного производителя ГИС.

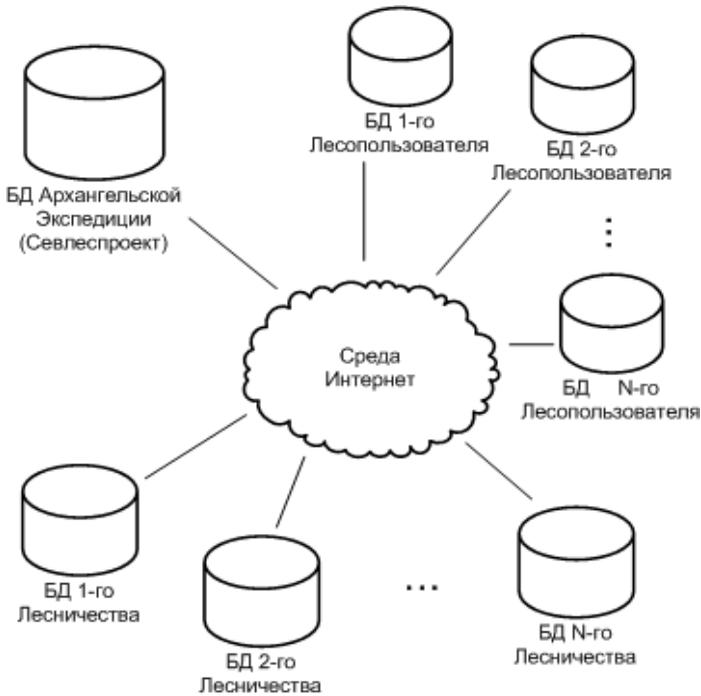


Рис. 2. Структура распределенной БД лесных ресурсов

На рис. 2 представлена структура распределенной БД. Имеется БД Архангельской экспедиции (Севлеспроект), а также БД лесничеств и лесопользователей. Взаимодействие между БД организовано при помощи среды интернет.

Клиентское приложение запрашивает необходимые данные. При этом происходит обращение к одному из Web-сервисов, который обрабатывает запрос, подключается к необходимым БД, получает данные и отправляет их обратно клиентскому приложению.

Распределенная БД включает фрагменты из нескольких БД, которые располагаются на различных узлах распределенной сети и управляются СУБД. Распределенная БД выглядит с точки зрения пользователей и прикладных программ как обычная локальная БД.

Для организации БД, которая включает фрагменты из нескольких БД, располагающихся на различных узлах сети компьютеров, необходимо использовать распределенные таблицы.

Предлагаемая архитектура распределенной БД позволяет не только организовать коллективное использование информации, но и обеспечивает возможность автоматизации непрерывной актуализации БД лесных ресурсов на основе разработки и внедрении мультиагентных технологий [5]

В настоящее время разработана опытная версия модельной системы распределенной среды лесных ресурсов. Отдельные теоретические инженерные решения апробируются с использованием данных опытного лесхоза университета и лесных предприятий региона

Литература

1. Цимбал А.А., Аншина М.Л. Технология создания распределенных систем. – СПб.: Питер, 2003. – 576 с.
2. Гаврилова Т.А., Червинская К.Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. –М.: Радио и связь, 1992. – 200 с.
3. Павлов В.В. Структурное моделирование в CALS-технологиях. –М. : Наука, 2006. – 307 с.
4. Сара Морган, Билл Райан, Шеннон Хорн, Марк Бломса. Разработка распределенных приложений на платформе .NET Framework. Перевод Microsoft Corporation. –СПб.: Питер, 2007. – 713 с.
5. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. –М.: Эдиториал УРСС, 2002. –352 с.

СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ТАКСАЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕСНОГО УЧАСТКА – SYSTEM OF FORMING DATE BASE FOR FOREST INVENTORY (ForestDB)

**В.Л. Черных, Д.М. Ворожцов, Д.В. Черных,
М.А. Ануфриев, А.А. Домрачев, О.Н. Бажин**

Йошкар-Ола, Марийский государственный технический университет

Технология лесоустройства основана на создании повыведельного банка данных по лесному фонду районного лесничества в среде ГИС, в которой совмещены картографическая и атрибутивная информация по каждому таксационному выделу. Для этих целей служит кодовая карточка таксации выдела по ОСТ 56-22-74, являющаяся основным вход-

ным документом СОЛИ (Система обработка лесоустроительной информации) [1,3]. На лесоустроительных предприятиях разработаны программные средства и технологическая инструкция подготовки информации карточек таксации для автоматизированной обработки на персональных компьютерах. Такие программы в большинстве случаев морально устарели и их внедрение в учебный процесс затруднительно и с технической стороны.

Карточка таксации

Область (Край, Республика)		Районное лесничество		Уч. лесничество		Категория защит.									
1 - нижегородская облас		1 - Краснобаковское		2 - Кирилловс		84 - эксплуатаци									
Арендатор 2 - ИП Босов		Квартал № 3		Площадь квартала 0		Расстояние вывозки 0									
1	Номер выдела	Площ. выд., га	Катег. земель	Долг. пользы	ОЗУ	Н, у. м.	Экспозиция	Круглина	Зрелость						
2		4,4	10 - лесны	0	0 - Нет	0	0 - Нет	0	0 - Нет						
2	Проект мероприятий	Первое	10 - лесные культуры						№ РТК	Цел. пор.					
3	Преобл. порода	Класс бонитета	11 - культуры, созданные путем реконструкции						Д дней, см.	Тип вырубки					
3	10020	1 - 1Б	12 - культуры видовые						0	0 - Нет					
4	Заклам., 1 м/га	0	13 - культуры декоративные						0	0 - Нет					
4			14 - культуры ландшафтные												
4			15 - культуры-полезашитные лесные полосы												
4			16 - культуры с культурами под пологом												
4			17 - культуры в стадии реконструкции												
10	Ярус	Состав		А, лет	Н, м	Д, см	Класс товарн.	Происх.	Р относ.	Г	Запас, м. куб.				
1		Коеф	Порода												
1		6	100200	20	14	16	1	3 - семен	0,4	0,0	80				
1		3	302600	20	20	24	2	2 - семен	0,0	0,0	0				
1		1	304000	20	18	16	3	2 - семен	0,0	0,0	0				
31	Кол. тыс.	Н, м	А, лет	К	Пор	К	Пор	К	Пор	Оц	32	Густота	Породы		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
мдс	11 - Лес	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	72 - Вспашк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2 - посадка	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	6,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3 - удовле	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Добавить Удалить Раскрыть

Изменить Отмена

Рис. 1. Пример заполнения карточки таксации в системе ForestDB

Нами разработана система формирования базы данных лесотаксационной характеристики на лесной участок – System of forming date base for forest inventory (ForestDB). Эта система предназначена для ввода, контроля, корректировки лесоустроительной информации, а также для расчетов и печати первичных документов по запросам пользователя на персональном компьютере.

Система ForestDB является аналогом комплекса программ «АРМ-таксатора», от которого заимствована: методология ввода и кодирования входных данных; организации нормативно-справочной информации. Отличительными особенностями системы ForestDB являются: организация графического интерфейса (рис. 1), использование распространенного формата баз данных (DBF) поддерживаемого большинством СУБД, использование баз данных входящих в состав программы «Электронный справочник по сортиментным и товарным таблицам России».

Данные, сформированные системой ForestDB можно эффективно использовать для подготовки атрибутивной информации для описания лесного участка и экспорта данных в ГИС MapInfo. На рис. 2. представлена схема информационных потоков, начиная с этапа ввода информации и заканчивая ее использованием в ГИС MapInfo или др.

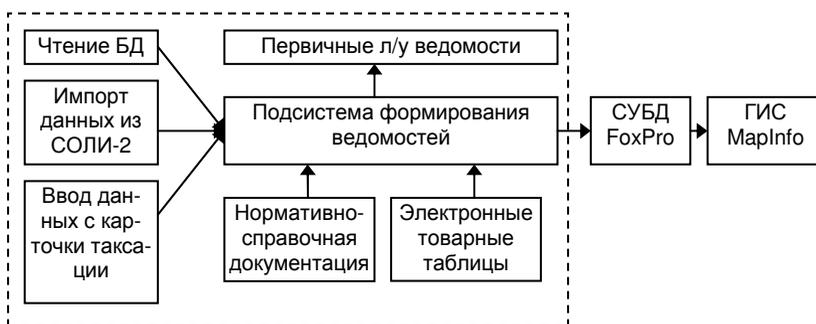


Рис. 2. Схема информационных потоков

На данный момент автоматизирован процесс формирования следующих первичных лесоустроительных документов:

Распределение площади лесного участка по видам целевого назначения лесов на защитные (по их категориям) и эксплуатационные леса;

Распределение площади лесного участка из состава земель лесного фонда на лесные и нелесные земли;

- Средние таксационные показатели лесных насаждений;
Характеристика лесных насаждений, в которых разрешена заготовка древесины при различных видах рубок;
Товарная структура лесных насаждений, в которых разрешена заготовка древесины при различных видах рубок;
Ведомость лесотаксационных выделов, в которых допускается заготовка древесины;
Распределение территории лесного участка по классам пожарной опасности;
Характеристика видов и объемов проектируемых санитарно-оздоровительных мероприятий, связанных с рубкой погибших и поврежденных лесных насаждений;
Площадь земель, нуждающихся в лесовосстановлении.
Апробация системы ForestDB проводилась по материалам таксации лесного фонда Кирилловского участкового лесничества Краснобаковского районного лесничества Нижегородской области.
В 2007 году система была внедрена в учебный процесс по дисциплинам «Информационные технологии в лесном хозяйстве» и «Геоинформационные системы в лесном хозяйстве». В ходе изучения указанных дисциплин студенты осваивают методы кодирования таксационных показателей, методы контроля данных. Формируют повыведельную базы данных на территорию конкретного лесного участка и экспортируют ее в ГИС MapInfo для совмещения с картографической информацией.
Дальнейшее совершенствование системы планируется в части: автоматизации контроля входной информации и назначения хозяйственных мероприятий, формирование архивов, разработки модуля оптимизации лесопользования.

Литература

1. Технологическая инструкция: Подготовка информации карточек таксации для обработки на ПК /А.В.Терентьев, В.В.Рахманов, А.М.Шихов, А.М.Шишов. – Нижний Новгород: Изд-во Поволж. гос. л/у предпр., 1998. – 90 с.
2. Черных, В.Л. Геоинформационные системы в лесном хозяйстве: учебное пособие/ В.Л.Черных. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2005. – 204 с.
3. Черных, В.Л. Таксация леса. Нормативно-справочная информация: Учебное пособие./ В.Л. Черных, П.М. Верхунов, А.В. Попова, О.Н. Бажин – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 188 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ОРГАНА УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

Н.В.Малышева, Н.А.Владимирова, Т.А. Золина, Н.Э. Райченко,
С.А. Попик, О.Л.Орлова

Пушкино, Московская область, ВНИИЛМ

В условиях реформирования системы управления лесным хозяйством России возрастает значение стратегического планирования и оперативности управления, существует насущная потребность внедрения ГИС-технологий в работу федерального звена управления. Выработке более обоснованных и взвешенных решений по управлению лесным хозяйством страны призвана способствовать визуализация в среде ГИС статистической отчетности по использованию, охране, защите и воспроизводству лесных ресурсов, представление этой отчетности в виде карт.

В связи с введением в действие нового Лесного Кодекса с 01.01.2007 г. существенно меняется система управления лесами страны [1]. Статья 23 Лесного кодекса устанавливает, что

- Основными территориальными единицами управления в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов являются *лесничества и лесопарки*.
- Земли лесного фонда состоят из лесничеств и лесопарков.
- Количество лесничеств и лесопарков, их границы устанавливаются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти.

Во исполнение лесного законодательства Рослесхозом были подготовлены распоряжения и приказы, предписывающие субъектам Федерации определить количество и границы лесничеств и лесопарков на переданных в их управление территориях. Так, приказом от 14.05.2007 № 212, Рослесхоз поручил субъектам Федерации представить предложения по определению количества лесничеств и лесопарков и установлению их границ. Региональные органы управления лесным хозяйством в 2007 г. направили свои предложения – списки лесничеств и картографические материалы с новыми границами административно-хозяйственного управления. Рослесхоз формирует Приказы по каждому из субъектов Федерации, в которых приводятся сведения о границах и количестве создаваемых лесничеств, расположенных в границах

административных образований. Работа по формированию лесничеств и лесопарков продолжается и пока не завершена.

В связи с введением в действие нового Лесного Кодекса реформируется система сбора данных о лесах страны. В лесоучетном секторе лесного хозяйства происходят коренные перемены. Согласно разделу 1 статьи 90 Лесного Кодекса информация о лесах будет собираться в ходе государственной инвентаризации, а сводная документация по административно-хозяйственным единицам об использовании лесов, их воспроизводстве, охране и защите будет обновляться ежегодно и вносится в государственный лесной реестр (статья 91). Нормативные документы по государственному лесному реестру утверждены Постановлением Правительства РФ от 24 мая 2007 г. № 318 [2]. Эти нормативные документы по лесному реестру содержат в приложении новые формы отраслевой отчетности. Информация по лесному реестру будет поступать из регионов в Центр государственной инвентаризации и оценки состояния лесов. Предстоят работы по своду этих данных, новой кодировке лесничеств и лесопарков.

Принимая во внимание обстоятельное реформирование системы сбора данных о лесах страны и необходимость информационной поддержки федерального звена управления отраслью, осуществлены работы по созданию картографической базы данных с границами лесничеств и лесопарков. Создание цифровой базы данных выполнено с использованием современных технических и динамично развивающихся программных средств- ArcGis – ArcMap 9.2.

Особенности информационных источников, их детальность, качество и способ представления (цифровой или аналоговый) оказывают существенное влияние на использование тех или иных методических подходов к подготовке цифровой картографической базы данных. Информационными источниками для создания слоя с единицами административно-хозяйственного управления служили карты на бумажных носителях, направленные субъектами Федерации в Рослесхоз для подготовки приказов о границах и количестве создаваемых лесничеств по субъектам. Поскольку эти картографические материалы были лишь приложением к перечню лесничеств, направляемому субъектами, требований к их качеству и способу представления не задавалось. Поэтому полученные материалы были разноплановыми. Зачастую они представляли собой графические схемы формата А4 или А3. Среди них были также настенные карты большого формата, окрашенные и ламинированные. Кроме того, границы и количество лесничеств проходили со-

гласование в несколько этапов, и окончательный вариант приказа Рослесхоза по субъекту Федерации мог не совпадать с тем перечнем лесничеств, который был отображен на сопроводительных картах, представленных субъектами ранее. Для некоторых субъектов таких приказов было несколько за разные даты. Поэтому нами проведена большая подготовительная работа по сбору приказов Рослесхоза по субъектам Федерации и их сопоставлению с присланными картографическими материалами. В базу данных вносились те лесничества и лесопарки, которые были включены самым поздним по времени приказом Рослесхоза по этому субъекту. Ввиду того, что картографические материалы, предоставленные субъектами, были различными по исполнению, детальности, размерам и масштабам было решено применить различные подходы к вводу данных о границах в картографическую базу. Можно сказать, что применялся индивидуальный подход к созданию такой картографической базы по каждому субъекту.

За основу был взят слой с площадными объектами – административными районами по Российской Федерации в целом. Поскольку этот слой сделан в определенной проекции и системе координат, то возможно вычленение из него по запросу объектов, принадлежащих тому или иному административному образованию. При этом у отобранных объектов сохраняется проекция и система координат исходного слоя, что позволяет в последующем соединить их воедино и сформировать цифровую карту, как по административным округам, так и по Федерации в целом.

В среде ArcMap существует возможность реализации нескольких вариантов стандартных запросов. Один из вариантов стандартного запроса – отбор из базы данных по определенному атрибуту. В нашем случае – по названию административного образования. Результат запроса – цифровая карта административного образования в определенной проекции и системе координат готовая к последующей обработке. Далее для отобранного административного образования осуществлялся перевод в цифровую форму представленного в Рослесхоз картографического документа с нанесенными границами новых лесничеств и лесопарков.

Использовалось несколько способов ввода в зависимости от размеров исходной карты:

1. Сканирование небольших по формату схем А4 – А3, т.к. исполнители располагали сканером малого формата (А4);
2. Цифровая фотосъемка картографических источников большого формата.

В первом случае после сканирования отдельные фрагменты исходного источника сшивались по идентичным точкам на стыке этих фрагментов. Так формировалось растровое изображение картографического источника целиком. Затем растровый слой подгружался в ArcMap и использовался в качестве подложки векторного полигонального слоя административных районов по регионам. Далее осуществлялась пространственная привязка по опорным точкам растрового изображения к векторному слою и трансформирование раstra. По границам лесничеств на трансформированном растровом изображении производилось редактирование векторного слоя. Затем отредактированные границы и перечень лесничеств сверялись со сведениями, внесенными в приказы Рослесхоза. В атрибутивные таблицы векторного слоя вносились названия новых лесничеств и их номера в соответствии с упомянутыми приказами Рослесхоза.

Во втором случае картографический источник последовательно фотографировался цифровым аппаратом. Затем в снятые фрагменты сшивались по идентичным точкам, опознанным на стыке отдельных изображений. Из отдельных файлов фрагментов изображений собирался сводный файл с изображением картографического источника по административному образованию целиком. Затем этот файл в формате *.TIFF подгружался в ArcMap и использовался в качестве подложки векторного полигонального слоя административных районов по регионам. Далее осуществлялась пространственная привязка по опорным точкам растрового изображения к векторному слою и трансформирование раstra. Надо заметить, что сшитое растровое изображение из цифровых снимков содержит большие искажения, однако его все же можно использовать для решения поставленной задачи. При этом пространственная привязка такого изображения осуществлялась нами в несколько приемов, переходя от одного отснятого фрагмента к другому и наращивая количество опорных точек, использованных для трансформирования. По границам лесничеств на трансформированном растровом изображении производилось редактирование векторного слоя. Затем отредактированные границы и перечень лесничеств сверялись со сведениями, внесенными в приказы Рослесхоза. В атрибутивные таблицы векторного слоя вносились названия новых лесничеств и их номера в соответствии с упомянутыми приказами Рослесхоза.

В результате выполненных нами работ созданы:

- Картографическая база данных с границами лесничеств и лесопарков, которая продолжает обновляться по мере утверждения Рос-

лесхозом наименования лесничеств и лесопарков, сведений об их количестве и границах.

- Разгруженная цифровая картографическая основа мелкого масштаба для визуализации границ новых единиц административно-хозяйственного управления лесами. Топооснова включает границы административных образований по субъектам Федерации, гидрографию, рельеф, дорожную сеть [3].

В виде карт по областям представлены результаты подготовки картографической базы данных с новыми границами лесничеств и лесопарков.

Для некоторых субъектов Федерации процесс согласования границ новых лесничеств и их утверждения еще не завершился. Поэтому наша работа по формированию цифровой картографической базы данных будет продолжена. В последующем посредством реализации запросов к картографической базе данных с границами лесничеств и лесопарков и базе данных, содержащих сведения статистической отчетности, будут составляться электронные карты в среде ArcMap. Такой подход к составлению тематических карт с использованием геоинформационных систем отвечает современному уровню и общемировым тенденциям в составлении карт.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ.
2. Приказ МПР от 20 июля 2007 № 189 «Об утверждении порядка представления и правил внесения документированной информации в государственный лесной реестр» Зарегистрирован в Минюсте РФ 6 августа 2007 г. № 9963.
3. Малышева Н.В. Картографическое обеспечение государственного учета лесного фонда с использованием ГИС // Лесное хозяйство.- 2007.- №3.- С. 40-42.

ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ» НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

М.В.Устинов

Брянск, Брянская государственная инженерно-технологическая академия

Происходящие в настоящее время изменения в стране и реформы в лесной отрасли в частности, выдвигают новые требования к образованию. Изменение социально-экономических условий, лавинообразный рост научно-технической информации, информационных технологий,

техники и другие особенности ускорения научно-технического прогресса требуют подготовки человека к жизни и работе в столь сложных условиях. Это указывает на необходимость принятия новых решений от образования в целом и подготовке специалистов для лесной отрасли в частности.

Для этих целей в академии разработана программа непрерывной компьютерной подготовки студентов, которая предусматривает освоение ЭВМ, использование и применение средств информационных и коммуникационных технологий,

В основе учебной подготовки специалистов на лесохозяйственном факультете лежит интеграция фундаментальных и отраслевых дисциплин специальностей. Подготовка ведется по разрабатываемым в деканате факультета учебным планам в соответствии с действующими государственными стандартами. ЭВМ и компьютерные технологии студентами изучаются, начиная с информатики, моделирования экосистем, компьютерной практики и завершается информационными технологиями в лесном хозяйстве.

Курс «Информационные технологии в лесном хозяйстве» читается в соответствии с примерной программой дисциплины «Информационные технологии в лесном хозяйстве» (2001) по разработанной на ее основе учебному комплексу, включающему в себя рабочую программу, технологическую карту, методическое обеспечение, программное обеспечение, тестовые вопросы и другие документы.

Дисциплина СД.09 «Информационные технологии в лесном хозяйстве» направлена на то, чтобы специалист лесного хозяйства представлял весь сложный процесс управления лесными ресурсами, знал и умел применять современные информационные технологии при решении конкретных научных и производственных задач. Общая трудоемкость дисциплины составляет 101 час. Аудиторные занятия занимают 46 часов, из них: 16 ч – лекции, 30 ч – лабораторные занятия. На самостоятельную работу отведено 55 часов. В отличие от примерной программой дисциплины «Информационные технологии в лесном хозяйстве» (2001) вместо практических занятий выполняется курсовая работа. Завершается дисциплина защитой курсовой работы и «зачетом по тестовой программе».

Нужно отметить, что содержание методических материалов меняется, как минимум, один раз в пять лет, а содержание дисциплины по информационным технологиям имеет значительно более высокую динамику. Традиционное книгоиздательское содержание информационной компоненты в современных экономических условиях оправдывает себя

только для лекционных курсов. Наличие корпоративной, профессионально администрируемой сети вуза, связанной с Internet, позволяет помочь решить преподавателю информационное наполнение образовательных программ и, практически, мало доступны по финансовым проблемам для студентов.

В курсовой работе студенты теоретически и практически по индивидуальным заданиям изучают программное обеспечение отрасли по направлениям – автоматизация работ в лесоустройстве, автоматизация работ в лесном хозяйстве (уровни: участковое лесничество, лесничество, Управление лесами субъекта РФ), информационные технологии в научных исследованиях.

В расчетной части основной упор делается на выполнение конкретных задач по отводу лесосек, МДОЛ, получение информации по запросу, повыдельной актуализации, работе с электронными картами в информационно-программном комплексе «ЛесГИС», в котором ФГУП «Рослесинфорг», «Заплеспроект» подготавливает для лесничеств и Управлений лесами по Брянской и смежным (устраиваемых ими) областям картографию, базы данных и текстовую информацию, куда в основном идут работать выпускники лесохозяйственного факультета. Технологию камеральной обработки карточек таксации и получение электронных карт студентам демонстрируется в объеме 2-х часовой экскурсии в ФГУП «Рослесинфорг» «Заплеспроект» вне расписания аудиторных занятий.

На лабораторных занятиях по дисциплине студенты осваивают работу с программами, предназначенными для обработки лесохозяйственной информации и предусмотренными Примерной программой дисциплины «Информационные технологии в лесном хозяйстве» (2001). При этом используется программное обеспечение «Michkod», «Проба», АРМ «Лесопользование», «Сосна» и другие, разработанное на кафедре лесной таксации и лесоустройства МарГТУ. Дополнительно в процессе работы студентов с прикладным программным обеспечением происходит освоение специального программного обеспечения по геодезии, таксации, лесоустройству, основам сельхозпользования и другим дисциплинам, разработанным преподавателями лесохозяйственного факультета академии.

Для проведения занятий на факультете имеется два компьютерных класса по 10 посадочных мест в каждом.

Для самостоятельного освоения отнесено изучение основ работы с ПК, общеизвестных пакетов программ: Staisica, Word, Excel и др., а

также освоение работы с локальными сетями, глобальной сетью Internet и электронной почтой (E-mail).

В настоящее время не используются дистанционные методы обучения, так как они требуют достаточно развитой и доступной коммуникационной системы в академии, материальных средств на ее использование, а также увеличения нагрузки на преподавателя: требуется время на разработку индивидуальных заданий, необходимо создание в электронном виде учебников, методической и другой справочной литературы; нужно дополнительное время на подготовку и отправку ответов на вопросы по средствам связи. Кроме того, необходимо учитывать возможные нарушения в работе средств связи.

В связи с реформами в отрасли и появлением новых методов оценки лесохозяйственной информации управленческие и прикладные программы претерпевают изменения, дополняются и совершенствуются. С развитием компьютерных технологий возрастает и уровень сложности специализированного программного обеспечения.

Все это требует дополнительного времени на дисциплину, средств на приобретение новой и обновления устаревшего оборудования и техники. Главным при этом остаётся человеческий фактор. С каждым годом студенты приходят в ВУЗ, имея больший уровень подготовки в области компьютерных знаний и информационных технологий. В целом компилирующая нагрузка по подготовке специалистов на современном уровне в области информационных технологий ложится на педагогов этой и других дисциплин. Необходимо повышение уровня подготовки преподавателей (например, организация курсов повышения квалификации) в этой области. Более подготовленными в этой области являются преподаватели, специалисты лесного хозяйства, имеющие ученую степень и дополнительное образование в области информационных технологий.

Литература

1. Черных, В. Л. Информационные технологии в лесном хозяйстве: Учеб. пособие / В.Л.Черных, В.В.Сысуев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 378 с.

ся, порой необходимы для разумного принятия решений, и в этом отношении география приобретает практическое значение.

Значительным препятствием в создании таких информационных систем является отсутствие законодательной и нормативной базы, межведомственная разобщенность, несоответствие различных отраслевых кадастров, а также недостаточная заинтересованность различных ведомств в формировании единого городского информационного поля.

В течение нескольких лет на кафедре информатики МарГТУ велась работа по созданию векторной карты г. Йошкар-Олы в рамках внутрикафедрального проекта ГИС «Город». Проект выполнялся в среде ГИС ИнГЕО (рис. 1). При этом разработчикам доступны функции просмотра, редактирования, анализа данных, проведения пространственных измерений, поиск объектов, отвечающих наборам заданных пользователем условий и др. Для того чтобы любой пользователь мог работать с такой векторной картой – необходимо наличие специальной программы визуализации карты. В большинстве ГИС такой компонент отсутствует, вынуждая разворачивать всю систему целиком. Использование программ визуализации сторонних производителей часто требует сохранять базу ГИС в одном из форматов обмена. В этом случае теряются важные связи между координатной и атрибутивной информацией, нарушается логическое расположение слоев данных, возникают сложности с обновлением карт.

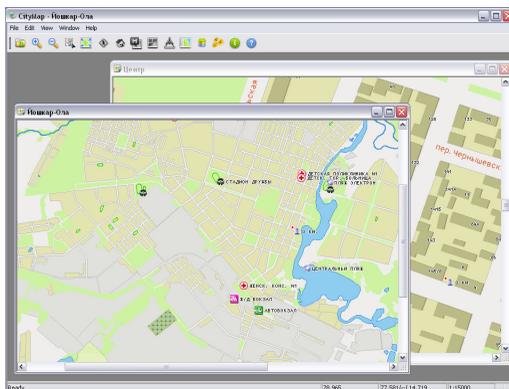


Рис. 2. Программа CityMap для визуализации векторных карт

Для решения этих проблем было разработано приложение CityMap (рис. 2). Приложение является автономным (поддерживается работа с

любого съемного носителя информации) и не требует установки в ОС Windows.

Приложение MapCity позволяет конвертировать векторную карту, совместно с атрибутивной информацией в собственный формат представления; выполнять манипуляции со слоями графических примитивов и атрибутивной информации; использовать многооконный интерфейс при работе с несколькими картами одновременно; работать со справочниками адресной информации для быстрого поиска объектов на карте (рис. 3).

Электронная карта города состоит из следующих тематических слоев: дома капитальной застройки, дома частной застройки, кварталы с разбиением по типу охватываемой территории (с преимущественно капитальной застройкой, с преимущественно частной застройкой, дачные участки), гидрография, леса, скверы, кладбища, дороги и улицы.

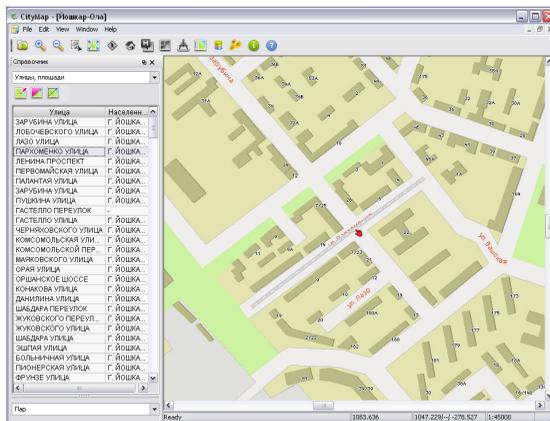


Рис. 3. Быстрый поиск объектов на карте

В качестве атрибутивной информации для тематического слоя «дома» используются адреса строений, для слоя «улицы» - названия улиц. Программа CityMap позволяет найти и отобразить в удобном для восприятия масштабе определённое строение по вводимому пользователем адресу или целиком улицу - по введённому названию. Встроенная информационно-поисковая система позволяет осуществлять поиск расположения выбранного в базе данных объекта, или вывести информацию из базы данных, соответствующую выбранному на карте объекту.

Средства визуализации векторных электронных карт, выполненные в виде автономных программных модулей, делают более «прозрачной»

ГИС-технологиию для пользователя, далекого от геоинформатики. Эта прозрачность особенно ценна при интеграции технологий управления офисом, где через стандартный интерфейс решаются задачи, требующие пространственно-временную информацию ГИС.

Литература

1. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 288 с.
2. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: ЭкоТрендз, 2003. – 306 с.
3. Цветков В.Я. Геомаркетинг: прикладные задачи и методы. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 240 с.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ БАНК ЦИФРОВОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

В.В.Карманов

г. Йошкар-Ола, Департамент природных ресурсов Минсельхоза РМЭ

Цифровая информация о природных ресурсах является важнейшим национальным достоянием России. Ее полнота и доступность имеют исключительное значение для современной экономики страны. Собственником государственной информации является государство, а владельцами – соответствующие органы государственной власти.

В Республике Марий Эл с 1998 года на основе Марийского территориального геологического фонда был создан и регулярно пополняется Государственный банк цифровой геологической информации (ГБЦГИ). На сегодняшний день в электронном банке данных имеются геологические отчеты, электронные карты, информационные системы и другая цифровая информация. Пополнение банка осуществляется за счет госзаказа. Функции заказчика этих работ от Республики Марий Эл выполняет Минсельхоз РМЭ силами своего структурного подразделения Департамента природных ресурсов. За прошедший период за счет средств республиканского бюджета ГБЦГИ был пополнен различными информационными ресурсами наиболее значимые из которых:

- создание единой топографической основы масштаба 1:200000 на территорию РМЭ;
- создание ГИС «Торфяные болота Республики Марий Эл»;

- создание ГИС «Недра Республики Марий Эл».

1. Создание единой топографической основы масштаба 1:200000 на территорию РМЭ

За период с 1998 по 2001 год ГлавНИВЦ (Главный научно-исследовательский вычислительный центр МПР РФ) передал Комитету природных ресурсов по РМЭ 15 электронных моделей топографических карт на территорию республики. Семь листов были представлены в проекции Гаусса-Крюгера для 8-й зоны, остальные 8 – в той же проекции, но для 9-й зоны. В результате проведенной работы все планшеты были сведены в одну проекцию, слои были сшиты по границам листов, обрезаны по 5-км буферной зоне за пределами границы РМЭ. Элементам гидросети придано правильное направление (от истока к устью). Контурные Чебоксарского водохранилища для листа О-38-XXXIV были исправлены по 50-тысячной топооснове (на исходном листе водохранилище отсутствовало, рис. 1).

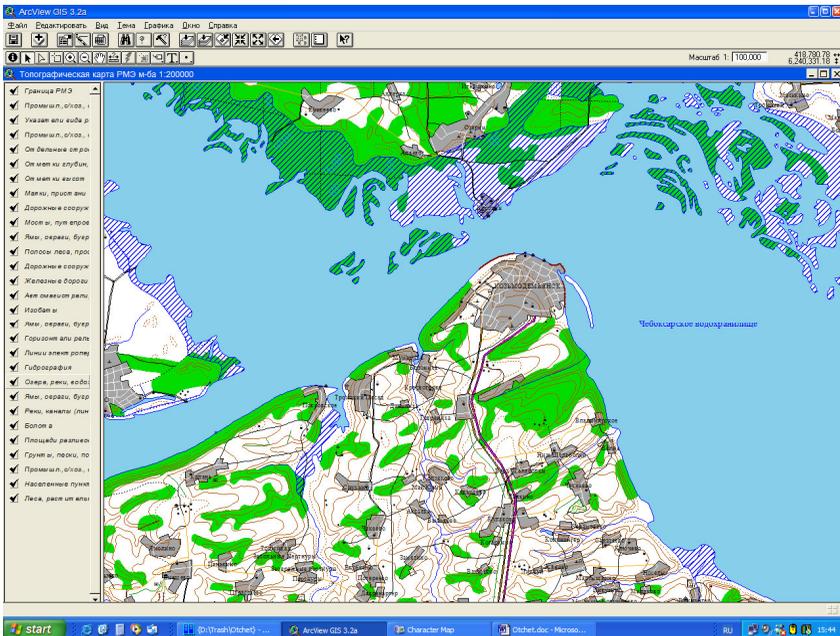


Рис. 1. Единая топографическая основа на территорию РМЭ

Результатом данной работы стала единая электронная топографическая карта на территорию РМЭ в формате ArcView состоящая из 29 сло-

ев – базовая топографическая основа для ведения мониторинга природной среды.

2. Создание ГИС «Торфяные болота Республики Марий Эл»

В основу создания ГИС-проекта положены материалы отчета В.М.Дунаева «Состояние минерально-сырьевой базы по торфу и сапропелю по Республике Марий Эл и перспективы развития геологоразведочных работ до 2005 года», а также данные кадастра торфяных месторождений и проявлений Республики Марий Эл. База данных содержит информацию по 586 объектам, а каждый объект сопровождается 21 атрибутом.

Использовать ГИС в работе может пользователь, владеющий азами компьютерной грамотности, так как в состав ГИС включена программа на Access 2000 для ведения базы данных по торфяным болотам, а также поиска и отображения информации по ним (рис. 2).

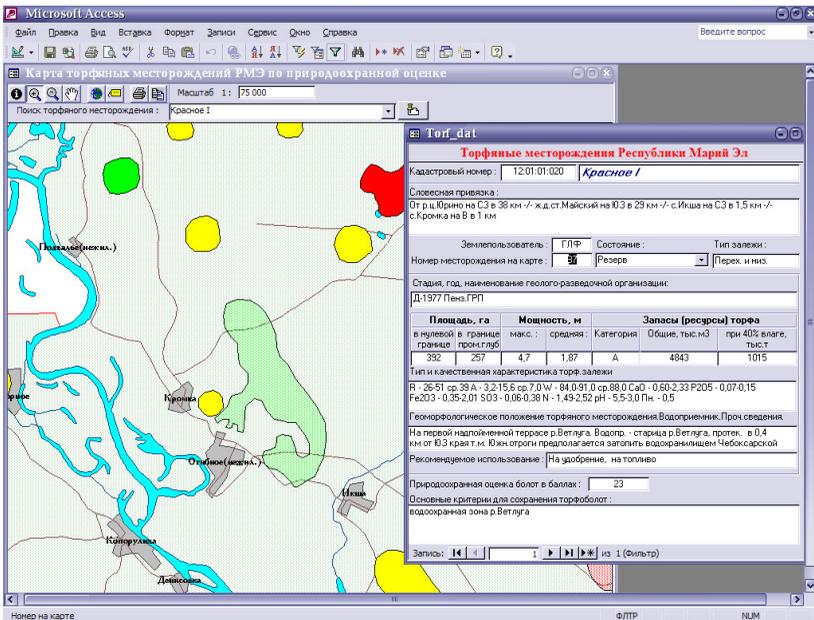


Рис. 2. ГИС «Торфяные болота Республики Марий Эл»

3. Создание ГИС «Недра РМЭ»

При наличии огромного количества геологической информации, имеющей координатную привязку, а также компьютерной техники сегодняшнего дня создание геоинформационной системы – закономерный

шаг дальнейшего развития в области информатизации. ГИС «Недра РМЭ» создана для решения геологических информационных задач, возникающих в процессе недропользования на территории РМЭ (рис. 3).

ГИС представлена проектом ArcView, содержащим следующие карты:

- Карта магнитных аномалий РМЭ М 1: 50 000
- Карта аномалий силы тяжести М 1: 200 000
- Карта дочетвертичных отложений М 1: 200 000
- Карта четвертичных отложений М 1: 200 000
- Гидрогеологическая карта М 1: 200 000
- Карта полезных ископаемых
- Региональные геолого-разведочные работы
- Структурно-тектоническая схема РМЭ М 1: 1000 000
- Топографическая карта РМЭ М 1 : 200 000
- Лесоустройство РМЭ М 1: 50 000

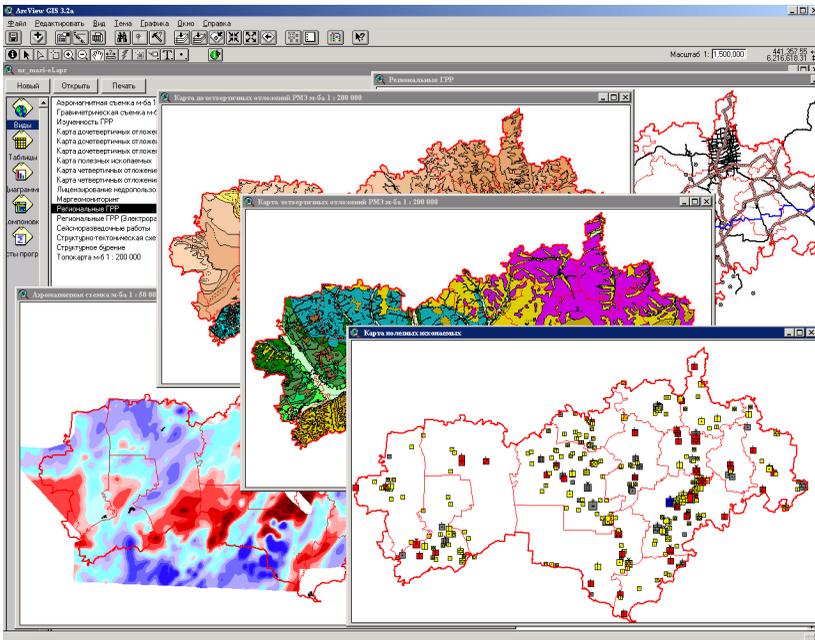


Рис. 3. ГИС «Недра Республики Марий Эл»

Атрибутивные данные включены в ГИС в качестве присоединенных файлов. Все слои ГИС представлены в формате шейп-файлов ArcView и преобразованы в десятичные градусы. Для всего проекта выбрана единая географическая проекция – Поперечная Меркатора (Гаусса-Крюгера). Центральный меридиан установлен по 48° восточной долготы.

Карта магнитных аномалий РМЭ состоит из 8 слоев описывающих аномальное и локальное магнитное поле на территории РМЭ, а также его спектральные составляющие (СПАН). Данные получены в результате аэромагнитной съемки проведенной на территории РМЭ в 1994-96гг.

Карта аномалий силы тяжести представлена в виде карты изоаномал в редукции Грааф-Хантера, составленной по материалам Всероссийского научно-исследовательского института разведочной геофизики им. А.А.Логачева (ВИРГ-Рудгеофизика).

Геологические карты выполнены Центром ГИС ВГПП «Волгагеология» в 2001 году.

Гидрогеологическая карта составлена в 2006 году специалистами ГУП ТЦ «Маргеомониторинг».

Карта полезных ископаемых состоит из нескольких слоев:

- Карта нерудных полезных ископаемых – 290 месторождений и проявлений. Представлена точечными объектами и сопровождается базой данных содержащей паспортные данные о каждом объекте.

- Карта торфяных месторождений М 1: 200 000 – 586 объектов

- Карта месторождений сапропеля (60 объектов) и лечебных грязей (9 объектов) М 1: 200 000

- Комплект детальных карт нерудных месторождений.

Карта лесоустройства вошла в состав ГИС "Недра РМЭ" в 2007 году в качестве дополнительного информационного ресурса, имеющего огромное значение для прогнозной оценки территории на наличие общераспространенных полезных ископаемых.

Применение ГИС-технологий позволяет совместно обрабатывать разнообразную пространственную информацию полученное в разное время, разными людьми используя различные методы и средства. Мы имеем возможность по-новому, с высоты современных представлений о геологическом строении, взглянуть на весь комплекс геолого-разведочных работ проведенных на территории республики за последние несколько десятилетий.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И САДОВО-ПАРКОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	4
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЛАНДШАФТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В.И. Сухих.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ЗАЛЕСЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ДЮН КУРШСКОЙ КОСЫ И. А. Вуколова ¹ , В. В. Нагулевич ²	9
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В.М. Жирин.....	13
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМОЙ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА М.Д. Брейдо.....	16
ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕТОДИКА ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ASTER И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ Н.А. Владимирова.....	22
ИНФОРМАТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ASTER ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ ИНТЕНСИВНЫХ ЛЕСОЗАГОТОВОК С. В. Князева.....	28
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛЕСОВ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ О. Л. Орлова ¹ , И. А. Вуколова ² , С. В. Князева ³ , Т.А. Золина ¹	33
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДА ЭКОЛОГО - ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ СВЕЖИХ ВЫРУБОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЭРОФОТОСНИМКОВ С.Д.Титов.....	37
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММ SCANEX ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСОВ» М.А. Ануфриев.....	42
КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ЗЕМНОГО ПОКРОВА (LCCS) ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕТОДИКЕ ФАО В КУРСАХ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ» Э.А. Курбанов, О.Н. Воробьев, А.В. Губаев, С.А. Лежнин, Г.В. Швецов.....	45

СОСТОЯНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЛЕСОВ Ю.С. Галкин, В.С. Шалаев.....	47
ЦВЕТОВАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ МНОГОЗОНАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ СНИМКОВ С ОБУЧЕНИЕМ А.В. Кревецкий, Ю.А. Ипатов	52
СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ЛОКАЦИОННЫХ И ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ С.Е. Чесноков, А.В. Кревецкий	57
ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ Я.А. Фурман, К.Б. Рябинин, М.И. Красильников	61
ЛАЗЕРНАЯ ЛОКАЦИЯ И ЦИФРОВАЯ АЭРОСЪЕМКА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ И.М. Данилин, Е.М.Медведев, Е.Н. Капралова	67
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И САДОВО-ПАРКОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	77
СПЕЦИФИКА ДИСЦИПЛИН, ИЗУЧАЮЩИХ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ С.А. Евдокимова	77
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ЛЕСОПАРКА «КУМЫСНАЯ ПОЛЯНА» С.В. Кабанов.....	82
ГИС-ТЕХНОЛОГИИ, АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ ОСВОЕНИЕМ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН И СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА М.Т. Сериков, А.Н. Смольянов	86
ГИС-ТЕХНОЛОГИИ - ОСНОВА КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО» В.Л.Черных	90
ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЕВОЙ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ FIELD-MAP В ЛАНДШАФТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	93
ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И КАРТИРОВАНИЯ.....	93
ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ И.Ф. Букша, В.П. Пастернак, Т.С. Пивовар, М.И. Букша	93
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОБЪЕКТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ А.И. Ревин, А.Н. Смольянов	101

ГИС И КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НЕДРЕВЕСНАЯ ПРОДУКЦИЯ ЛЕСА» А.И. Шургин, Л.В. Суханова.....	105
ОПЫТ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 270205 «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ И АЭРОДРОМЫ» П.А. Нехорошков.....	106
МЕСТО ГЕОИНФОРМАТИКИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ. ОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО ПРЕПОДАВАНИЯ ГИС ДИСЦИПЛИН В СЫКТЫВКАРСКОМ ЛЕСНОМ ИНСТИТУТЕ Г.В. Вольман, Н.А. Ли	107
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ А.Т. Гурьев ¹ , Т.А. Гурьев ¹ , А.А. Казнин ¹ , М.С. Пугин ¹ , С.В. Торхов ²	111
СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ТАКСАЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕСНОГО УЧАСТКА – SYSTEM OF FORMING DATE BASE FOR FOREST INVENTORY (ForestDB) В.Л. Черных, Д.М. Ворожцов, Д.В. Черных, М.А. Ануфриев, А.А. Домрачев, О.Н. Бажин	117
ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ОРГАНА УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ Н.В.Мальшева, Н.А.Владиминова, Т.А. Золина, Н.Э. Райченко, С.А. Попик, О.Л.Орлова	121
ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ» НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ М.В.Устинов	125
АВТОНОМНЫЙ КОМПОНЕНТ ГИС ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЕКТОРНЫХ КАРТ С.Е. Чесноков.....	129
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ БАНК ЦИФРОВОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ В.В.Карманов.....	132

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
И САДОВО-ПАРКОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДАННЫХ
ДИСЦИПЛИН В ВЫСШИХ
И СРЕДНИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**

ВСЕРОССИЙСКИЙ СЕМИНАР

СБОРНИК СТАТЕЙ

Компьютерная верстка *Л.В. Шебашева*
Дизайн обложки *Д.В. Черных*
Е.А. Рыбакова

Подписано в печать 21.01.08. Формат 60 x 84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. п. л. 8,1. Уч.-изд. л. 6,4. Тираж 120 экз.
Заказ № 3768.

Марийский государственный технический университет
424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Редакционно-издательский центр
Марийского государственного технического университета
424006 Йошкар-Ола, ул. Панфилова, 17