

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Геоинформационные системы в лесном деле**

**Направление подготовки 35.03.01 Лесное дело**

**Профиль образовательной программы Лесное хозяйство**

**Форма обучения        заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Геоинформационные системы: история и современное состояние.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция №2 Организация данных в ГИС .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Лекция № 3 ГИС в лесоустройстве и в лесном деле. ....</b>	<b>11</b>
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Обзор инструментальных средств ГИС.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Создание растрового изображения квартальной сети объекта.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Создание проекта электронной карты в среде MapInfo на основе преобразования растрового изображения, изучение свойств графических объектов.....</b>	<b>17</b>

# **1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

## **1.1 Лекция № 1 (2 часа)**

**Тема: «Геоинформационные системы: история и современное состояние».**

### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Содержание и определение предмета.
2. Краткая история развития и перспективы применения аэрокосмических методов в лесном хозяйстве.
3. Виды аэрофотоснимков и их использование.

### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Общие сведения.**

**ГИС** - это интегрированная автоматизированная информационная система, предназначенная для сбора, хранения, обработки и представления пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация.

**Планово-картографические материалы лесоустройства.** Из года в год средства современных ГИС позволяют автоматизировать методы построения цифровых лесных карт с использованием стереофотограмметрического дешифрирования аэрокосмических изображений и геодезических измерений, совмещать их с любыми картографическими материалами, резко увеличивать производительность геодезических работ с использованием методов геопозиционирования и электронной тахеометрии, вводящих данные непосредственно в ГИС, и т.д.

#### **Актуализация данных лесоустройства.**

Наличие специальных программных комплексов позволяет использовать ГИС-технологии для решения ряда задач по актуализации базы данных лесного фонда по направлениям:

- а) учет текущих изменений в лесном фонде по категориям земель;
- б) корректировка данных учета лесного фонда районного лесничества (лесопарка);
- в) обновление таксационной характеристики выделов под влиянием естественного роста леса и с учетом проведенных лесохозяйственных мероприятий;
- г) текущее и перспективное планирование мероприятий по лесовосстановлению, рубкам ухода, охране и защите леса, лесопользованию;
- д) актуализация лесочетных данных по передаваемым в аренду и концессии территориям лесного фонда и контроль за выполнением арендаторами условий договора.

В зоне интенсивного ведения лесного хозяйства и лесопользования отмеченная выше работа должна проводиться ежегодно. Учет текущих изменений в лесном фонде в зоне экстенсивных форм ведения хозяйства должна осуществляться на основе дистанционного зондирования через 5- 10 лет.

**Управление лесным хозяйством.** Регулярная работа с бумажными картами и пространственный анализ лесного фонда в лесничестве затруднены не только вследствие ограниченности информации, находящейся на планшетах и планах лесонасаждений, но и их физического старения. Обычная карта 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. ЭВМ-карты сохраняют заложенную при их создании информативность, точность и могут многократно репродуцироваться (в том числе и на бумажные носители) без потери качества, отличаются от традиционных картографических произведений отсутствием избыточности, неопределенности, наличием возможности корректного перехода к другим планово-картографическим материалам, а также аэрофотоснимкам, другим изображениям

и т.п.

## **2. ГИС и другие автоматизированные системы**

ГИС как наука развивалась и продолжает совершенствоваться в среде и окружении различных наук, используя при этом различные технологии, методики существующих автоматизированных систем. К родственным предметным областям необходимо отнести картографию, дистанционное зондирование земли. Характер связи трех наук и технологий сегодня можно представить в виде модели тройного взаимодействия (рис. 1.2). Эти науки можно считать равноправными, параллельно развивающимися и открытыми для интеграции. Анализ их взаимоотношений опирается на близость сходства их технологий и исходных данных. Массовыми данными для них являются карты, данные дистанционного зондирования земли и другие картографические материалы, а для ГИС еще и форма представления в виде *электронных карт*.

### **АСНИ**

По формам организации АСНИ делятся на три группы: специальные, локальные и глобальные. Специальные АСНИ решают узкий класс задач на заданном наборе параметров. Их основная задача - контроль протекания процессов и предотвращение нежелательных ситуаций. Данная группа АСНИ широко использует измерительно-вычислительные комплексы и относится к классу контрольно-измерительных. Эта группа не имеет аналогов в среде ГИС. Локальные АСНИ функционируют в рамках лабораторий. Их развитие связано с появлением персональных компьютеров, персональных баз данных и т.п. По организации эта группа наиболее близка ГИС, функционирующим на уровне города, области.

*Глобальные АСНИ* создаются в рамках университета, института, КБ, НПО и т.п. ГИС аналогичного класса обслуживают страну или большой регион. Одним из направлений развития систем этой группы является создание распределенных систем (АСНИ, ГИС), в том числе и на основе локальных вычислительных сетей (ЛВС).

*По функциям* можно также выделить три группы АСНИ: информационно-поисковые, подсказывающие и обучающие; расчетные на основе модельного машинного эксперимента; экспериментальных исследований.

Возможности АСНИ во многом определяются уровнем вычислительных средств и набором периферийных устройств к ним.

В настоящее время характерен рост интегрированных систем, которые включают технологии АСНИ на уровнях сбора и первичной обработки разнородных данных.

### **Системы автоматизированного проектирования**

Технологии САПР служат основой интеграции всех прочих технологий в ГИС. Основное назначение САПР - получение оптимальных проектных решений - отвечает требованиям ГИС на уровне моделирования, хранения и проектирования карт на основе уже собранной унифицированной информации.

**Проектирование.** Анализ технологических процессов в САПР позволяет дать простую классификацию типов проектных работ по степени интеграции процессов, вполне подходящую для решения задач ГИС.

Одна из основных технологических групп задач - разработка и автоматизация типовых проектных процедур, включающих декомпозицию, симплификацию, унификацию, композицию и синтез, взаимосвязана с группой задач оптимальной классификации и кодирования входной информации.

В процессе проектирования наиважнейшими остаются задачи оптимизации, например задача оптимального выбора структуры процесса проектирования или оптимизации самого проектного решения. Оптимальные решения можно выбирать разными путями, используя метод имитационного моделирования, векторные критерии оценки качества и т.п.

В большинстве САПР проект создается на основе типовых проектных процедур,

типовых проектных решений, типовых элементов проекта. Этот подход полностью приемлем для ГИС, но при наличии хорошо организованной базы данных и интегрированной информационной основы.

Таким образом, эффективность применения технологий САПР в ГИС определяется, прежде всего, степенью интеграции информационной основы ГИС.

Отметим различие между ГИС и САПР. В ГИС графическая информация значительно сложнее и больше по объему по сравнению с аналогами в САПР. Кроме того, в ГИС возможно наличие видеобаз данных для хранения видеоинформации, а в САПР такие базы отсутствуют. Следовательно, разработка и эксплуатация БД в ГИС должны проводиться более углубленно по сравнению с САПР.

**Моделирование.** Выбор методов моделирования определяется главным образом предметной областью объекта моделирования. Построение моделей основано на их представлении в виде совокупностей декларативных, процедурных, семантических, метрических информационных массивов.

Моделирование с использованием аналитических моделей находит широкое применение для тех классов объектов, которые легко описываются аналитическими выражениями.

Для моделирования проектируемого объекта используют двухкомпонентную модель, включающую структурно-иерархическую и функционально-геометрическую части. Такой же подход применяется в некоторых ГИС.

#### **Автоматизированные справочно-информационные системы**

Автоматизированная справочно-информационная система использует ПК на этапах ввода, обработки и выдачи справочных данных по различным запросам потребителей. Она представляет собой развитие информационно-поисковых систем, обеспечивавших ранее выполнение функций автоматизации архивов и информационного поиска.

Существует ряд специфических ГИС, рассматриваемых как архивы. Подобно архиву, каждая ГИС хранит какую-либо информацию. Поэтому технологии АСИС интересны для использования в ГИС именно с целью организации хранения архивных данных.

Технологическая совместимость АСИС и ГИС проявляется на этапах хранения, обновления информации и выдачи разного рода справок, отчетов, графических отображений.

### **3. Классификация ГИС**

Техническое развитие геоинформационных систем позволяет выделить среди них несколько функционально различных классов:

- инструментальные ГИС;
- ГИС – вьюверы;
- справочные картографические системы
- ГИС пользователя;
- специализированные средства пространственного моделирования.

Инструментальные ГИС предназначены для организации ввода информации (картографической и атрибутивной), ее хранения (в том числе и распределенного), обработкой с помощью сложных информационных запросов и решения пространственных аналитических задач, построения произвольных карт и схем и вывода на носитель оригинальных

К таким ГИС относятся: PC Arc/Info, PC ArcCAD, MapInfo, Geograph for Windows, Wingis, «Карта 2003».

**ГИС-вьюверм** - системы, лишенные возможности редактирования топологических покрытий, используются для просмотра созданных инструментальными системами топологических покрытий и для создания и редактирования не топологических векторных данных. Представители: PC ArcView, GisVkw и т.д.

**Справочные картографические системы** - системы, не поддерживающие

изменение как графической информации, так и структуры тематической информации. Представители: BY-Sell, ИНТЭК-2, WireMap.

**Векторизаторы** растрового изображения - программные системы, предназначенные для конвертирования растровых данных в векторные. Этот класс очень полезен как инструментарий по подготовке графических данных (Easy Trace, MapEdit, TRACK, AUDRE, CorelDraw, профессиональный векторизатор «Панорама-редактора и т.д.).

**ГИС отраслевого пользователя** - системы, которые передаются конечному пользователю после создания картографической и атрибутивной баз данных в конкретной предметной области. Системы обладают возможностью редактирования топологических покрытий и атрибутов, а также имеют модуль тематического картографирования. Например, к такой системе можно отнести ГИС «Лесфонд».

## 1.2 Лекция № 2 (2 часа)

**Тема: «Организация данных в ГИС».**

### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Геометрические данные
2. Вектор и растр
3. Модели объекта в ГИС
4. Системы координат на земной поверхности
5. Классификация картографических проекций
6. Разграфка и номенклатура топографических карт

### 1.2.2 Краткое содержание вопросов

#### 1. Геометрические данные

*Геометрия* – раздел математики, в котором изучаются пространственные отношения (взаимное расположение), формы (например, геометрические тела) и их обобщения. К геометрическим свойствам относятся длина, площадь, объём, форма и т.д. (регулярность, ориентировка, наличие центра, уклон и т.п.).

*Топология* – раздел математики, изучающий топологические свойства фигур, т.е. свойства, не изменяющиеся при любых взаимно однозначных и непрерывных отображениях. К топологическим свойствам фигур относятся: размерность, ориентация, инцидентность, смежность, связность и т.д. Так, фигуры: окружность, эллипс, контур квадрата – топологически идентичны.

**Геометрия** пространственных объектов полностью описывается через форму и относительное положение тел. Для этих описаний можно воспользоваться расстояниями и углами, но обычно пользуются координатами (ввел Декарт), тип которых определяет системы отношений и метрик. Внутри **топологии** важен только факт, что точки и линии находятся в определённых взаимных отношениях, а не геометрическая форма этих отношений. Точка (топологический узел) – это носитель графической информации. Линии и плоскости могут рассматриваться как следствие объединения характерных точек в группы. Форму связующих элементов можно определить через дополнительные предписания, например, дугу через радиус. Носителем топологической информации является граница (край).

#### 2. Вектор и растр

В векторном мире топология должна быть представлена эксплицитно (во всех параметрах), в растровом мире она приводится в порядок через строки и столбцы и ее можно представить как структуру дерева. В растровом мире возможны различные метрики. Растровый и векторный миры существуют в пространственных

информационных системах рядом друг с другом. В каждом конкретном способе используются преимущества данного мира, например, растровые данные существенно лучше подходят к описанию плоскостных явлений, в то время как векторный мир - сильнее в линейных построениях.

Под векторными данными понимают описание пространственных объектов в виде набора координат и их взаимосвязей. Их основными элементами являются точка, линия и область. Векторные данные могут быть векторно-топологическими или не топологическими векторными данными. В дальнейшем мы будем говорить и об отношениях смежности, как, например начальная и конечная точка, а также граничащие области. Векторные данные имеют значение на всей масштабной шкале ГИС, но всё же они доминируют в области крупных масштабов от 1:100 до 1:10000.

Основные области их применения - кадастр недвижимости, учет земельных угодий, документация по линиям электропередач и такое планирование, при котором сбор данных происходит путем геодезической съемки и вычислений, перевода на язык ЭВМ аналоговой графической информации; а также конструирование на графическом рабочем месте,

**Растровыми** данными называется цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности значений, полученных в узлах регулярной сети. В противоположность векторным данным растровое изображение относится непосредственно к плоскостям, а не к линиям. Это изображение пространственного объекта - самая первая форма геометрического изображения. Основным геометрическим элементом - пиксель (от Picture Element - элемент картинки), который располагается в виде квадратных или прямоугольных элементов одной формы в матрице. Эти элементы однородно заполняют область. Растровые данные не различают точку, линию или плоскость, то есть между отдельными элементами картин не существует логических связей. Растровые данные оцениваются исключительно по свойствам пикселя (серый или цветной, высота, эмиссия и т.д.).

### **Графические данные**

*Графические данные* - это совокупность геометрических и графических атрибутивных (описательных) данных, необходимых для представления геометрического объекта на графическом устройстве вывода (принтер, плоттер, монитор и т.п.). Графические данные могут быть представлены в аналоговой форме (карта или подобное карте изображение) и в цифровой форме (компьютерная графика).

*Графические атрибутивные данные* (графические атрибуты) - это данные о способах представления пространственного объекта определенной тематики на графическом устройстве вывода. К графическим атрибутам относятся (табл. 2):

- цвет;
- форма представления точечных объектов (вид знака, символа);
- вид линий (непрерывная, пунктир и т.п.);
- толщина линии (1 элемент, 2 элемента и т.п.);
- стиль области (стиль границы, стиль заливки и т.п.);
- наличие, стиль и положение текста и т.д.

Комбинация геометрических данных с их графическими атрибутами образует графические данные, обработка которых осуществляется средствами векторной и растровой графики.

### **Векторная графика**

*Векторная графика* - формат графического представления объекта на основе геометрических векторных данных и их графических атрибутов.

Векторная графика легко поддается аффинным преобразованиям, т.е. погрешности преобразований минимальны. Выводится векторная графика как обычно на плоттеры и лазерные принтеры. Массив данных такого фрагмента относительно мал.

### **Растровая графика**

*Растровая графика* - формат графического представления объекта в виде множества регулярно расположенных точек, с атрибутами цвета. Манипуляции растровыми данными и создание графического образа к растровой графике. Сюда относятся электронные методы обработки изображения, а также методы визуализации компьютерной графики.

Поскольку на уровне пикселя нельзя построить логические связи между графическими элементами картинки, эту форму геометрического изображения представляют как неинтеллектуальную графику.

### **Конвертирование графики**

Перевод векторной графики в растровую и наоборот называется *конвертированием*. Следовательно, можно говорить о векторно-растровом конвертировании, когда изображение трансформируется из векторного в растровое, и о растрово-векторном конвертировании в обратном случае.

В то время как первое просто алгоритмически и реализовано - современные графические системы снабжены аппаратным и программным обеспечением для выполнения этой операции - последнее связано с распознаванием образов, достаточно трудоемко и до конца не реализовано. Хотя существует множество программ векторизации (например, Corel Draw, SysScan, LaserScan, Hell, Intergraph и др.), результаты их работы нуждаются в дальнейшей интерактивной обработке с участием человека.

### **Тематические данные**

ГИС характеризуется глубокой интеграцией геометрических и тематических данных, позволяющей производить их комплексную обработку и анализ. Этим ГИС отличается от других систем обработки информации.

**Тематическими** данными называются негеометрические данные (атрибуты) пространственных объектов. Их также называют описательными данными, или негеометрическими атрибутами.

Это может быть специфическая для объектов текстовая, числовая и другая информация, представляющая собой негеометрические характеристики рассматриваемых объектов. Например, тематическими данными могут быть:

- в информационных системах страны такие величины, как номеру домов, участков земли, хозяйств и т.п.;
- в области обеспечения электроэнергией такие данные, как диаметр материал проводов и т.п.;
- в области охраны окружающей среды - количество агрессивного вещества, классы повреждения деревьев и т.д.

Тематические данные могут быть представлены в аналоговой или цифровой форме.

Пример аналоговой формы - картотеки, протоколы, акты и т.п. В цифровой форме представлена информация в банках данных, электронных таблицах, Интернете и т.п.

## **3. Модели объекта в ГИС**

Комбинация геометрических данных, графических атрибутов и тематических данных приводит к понятию объектов ГИС (рис. 3.2). По типу включения атрибутивной информации ГИС делятся на системы с сильными связями объектов и системы со слабыми связями.

ГИС называется моделью с сильными связями.

Модель объекта ГИС называется моделью с сильными связями (таб. 3.3) если графические атрибуты входят в атрибуты каждого экземпляра класса, и моделью со слабыми связями (табл. 3.4), если графические атрибуты являются атрибутами класса и идентичны для всех его представителей. Обе модели объекта имеют свои преимущества и недостатки.

Вторая модель индивидуально определяет каждый объект, то есть геометрия и его



изображение связаны, и их отношение к тематическим данным дается через идентификатор.

#### **4. Системы координат на земной поверхности**

Положение точки на поверхности сферы определяется двумя сферическими координатами – широтой и долготой.

*План* (от латинского *planum* - плоскость) условились называть карты с крупным масштабом, 1: 10 000 и крупнее. Если изображают географический объект так, чтобы в 1 сантиметре чертежа укладывалось 10 метров реальной линии, то этот объект будет иметь, как говорят, крупное изображение, и масштаб называется крупный. На чертеже будут видны отдельные объекты. На более крупном плане в 1 сантиметре чертежа, будет меньше, чем 100 метров, допустим, 10 метров - так можно изобразить план большого размера, с внутренними координатами, указанием лестниц и т.д.

План и карта отличается не только масштабом. Например, на плане не надо учитывать кривизну Земли. Небольшие участки Земли считаются плоскими. На плане не надо наносить параллели и меридианы.

##### **Геодезические координаты.**

На поверхности эллипсоида вращения положение точки определяется геодезическими координатами – геодезической широтой  $B$  и геодезической долготой  $L$ .

Геодезическая широта точки – это угол, образованный нормалью к поверхности эллипсоида в этой точке и плоскости экватора.

При геодезических работах высокой точности астрономические и геодезические координаты не различают; их общее название - географические координаты - используют довольно часто.

Две координаты - широта и долгота - определяют положение точки на поверхности сферы или эллипсоида. Для определения положения точки в трехмерном пространстве нужно задать ее третью координату которой в геодезии является высота. В нашей стране счет высот ведется от уровенной поверхности, соответствующей среднему уровню Балтийского моря; эта система высот называется Балтийской.

##### **Прямоугольные координаты**

Систему плоских прямоугольных координат образуют две взаимно перпендикулярные прямые линии, называемые осями координат; точки их пересечения называется началом или нулем системы координат.  $Q$  абсцисс -  $OX$ , ось ординат –  $OY$ .

##### **Система прямоугольных координат**

Существуют две системы прямоугольных координат: левая и правая. В геодезии чаще применяется левая система. Положение точки в прямоугольной системе однозначно определяется двумя координатами  $X$  и  $Y$ ; координата  $X$  выражает расстояние точки от оси  $OY$ , координата  $Y$  - расстояние от оси  $OX$ .

Значения координат бывают положительные (со знаком «+») и отрицательные (со знаком «-») в зависимости от того, в какой четверти находится искомая точка.

##### **Полярные координаты**

Систему полярных координат образует направленный прямой луч  $OX$ . Начало координат - точка  $O$  - называется полюсом системы, линия  $OX$  – полярной осью. Положение любой точки в полярной системе определяется двумя координатами: радиусом-вектором  $r$  (синоним полярное расстояние  $S$ ) - расстоянием от полюса до точки, - и полярным углом  $\theta$  по отношению к оси  $OX$  и радиусом-вектором точки и отсчитываемым от оси  $OX$  по ходу часовой стрелки.

Переход от прямоугольных координат к полярным и обратно для случая, когда начала обеих систем находятся в одной точке и оси  $OX$  у них совпадают, выполняется по формулам:  $X = S \cdot \cos \theta$ ;  $Y = S \cdot \sin \theta$ ;  $\tan \theta = Y/X$ ,

Эти формулы получаются из решения ОВА по известным соотношениям между сторонами и углами прямоугольного треугольника.

Системы прямоугольных и полярных координат применяются в геодезии для

определения положения точек на плоскости.

## **5. Классификация картографических проекций**

*Картографические проекции* - это отображения всей поверхности земного эллипсоида или какой-либо её части на плоскость, получаемые в основном с целью построения карты. Классификация нормальных картографических проекций по виду изображений меридианов и параллелей является результатом исторического развития теории картографирования.

В ней сохранились наименования, связанные с геометрическим методом получения проекций, однако рассматриваемые их группы теперь определяют аналитически.

*Цилиндрические проекции* - проекции, в которых меридианы изображаются равноотстоящими параллельными прямыми, а параллели - прямыми, перпендикулярными к изображениям меридианов. Выгодны для изображения территорий, вытянутых вдоль экватора или какой-либо параллели. В навигации используется проекция Меркатора - равноугольная цилиндрическая проекция. Проекция Гаусса-Крюгера - равноугольная поперечно-цилиндрическая. Картографическая проекция - применяется при составлении топографических карт.

*Конические проекции* - проекции, в которых параллели изображаются концентрическими окружностями, меридианы - ортогональными или прямыми. В этих проекциях искажения не зависят от долготы. Карты всей территории России составляются в равноугольных и равнопромежуточных конических проекциях. Используются также как геодезические проекции.

*Азимутальные проекции* - проекции, в которых - концентрические окружности, меридианы - их радиусы, при этом углы между последними равны соответствующим разностям долгот. Частным случаем азимутальных проекций являются перспективные проекции.

*Псевдоконические проекции* - проекции, в которых параллели изображаются концентрическими окружностями, средний меридиан - прямой линией, остальные меридианы - кривыми. Часто применяется равновеликая псевдоконическая проекция Бонна; в ней с 1847 г. составлялась трёхвёрстная (1: 126 000) карта европейской части России.

*Псевдоцилиндрические проекции* - проекции, в которых параллели изображаются параллельными прямыми, средний меридиан - прямой линией, перпендикулярной этим прямым и являющейся осью симметрии проекций, остальные меридианы - кривыми.

*Поликонические проекции* - проекции, в которых параллели изображаются окружностями с центрами, расположенными на одной прямой, изображающей средний меридиан. При построении конкретных поликонических проекций ставятся дополнительные условия. Одна из поликонических проекций рекомендована для международной (1: 1 000 000) карты.

## **6. Разграфка и номенклатура топографических карт**

Номенклатурой называется система нумерации листов топографических карт и планов разных масштабов. Схема взаимного расположения отдельных листов называется разграфкой.

В нашей стране принята международная система разграфки и номенклатуры топографических карт; ее основой является лист карты масштаба 1:1000000.

Вся поверхность Земли условно разделена меридианами и параллелями на трапеции размером 6° по долготе и 4° по широте; каждая трапеция изображается на одном листе карты масштаба 1:1 000 000. Листы карт, на которых изображаются трапеции, расположенные между двумя соседними параллелями, образуют ряды, которые обозначаются буквами латинского алфавита от А до V от экватора к северу и к югу. Листы карт, на которых изображаются трапеции, расположенные между двумя соседними

меридианами, образуют колонны. Колонны имеют порядковые номера от 1 до 60, начиная с меридиана 180 °; колонна листов карт, на которой изображена 1-я зона проекции Гаусса, имеет порядковый номер 31

Номенклатура листа карты миллионного масштаба составляется из буквы ряда и номера колонны, например, N-37.

Листы карты масштаба 1:500 000 получают делением листа миллионного масштаба на 4 части средним меридианом и средней параллелью

Размеры листа - 3° по долготе и 2° по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:500 000 получают, добавляя к номенклатуре миллионного листа справа одну из прописных букв русского алфавита А, Б, В, Г, например, N-37-А.

Листы карты масштаба 1:200 000 получают делением листа миллионного масштаба на 36 частей меридианами и параллелями. Размеры листа - 1° по долготе и 40' по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:200 000 получают, добавляя к номенклатуре миллионного листа справа римскую цифру от I до XXXVI, например, N-37-XXIV.

Листы карты масштаба 1:100 000 получают делением листа миллионного масштаба на 144 части меридианами и параллелями. Размеры листа – 30' по долготе и 20' по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:100 000 получают, добавляя к номенклатуре миллионного листа справа числа от 1 до 144, например, N-37-144.

Листы карты масштаба 1:50000 получают делением листа масштаба 1:100000 на 4 части средним меридианом и средней параллелью. Размеры листа - 15' по долготе и 10' по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:50 000 получают, добавляя к номенклатуре листа 1:100000 справа одну из прописных букв русского алфавита А, Б, В, Г, например, N-37-144-А.

Листы карты масштаба 1:25 000 получают делением листа масштаба 1:50000 на 4 части средним меридианом и средней параллелью. Размеры листа - 7'30" по долготе и 5' по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:25000 получают, добавляя к номенклатуре листа 1:50 000 справа одну из строчных букв русского алфавита а, б, в, г, например, N-37-144-А-а.

Листы карты масштаба 1:10 000 получают делением листа масштаба 1:25000 на 4 части средним меридианом и средней параллелью. Размеры листа - 3'45" по долготе и 2'30" по широте. Номенклатуру листа карты масштаба 1:10 000 получают, добавляя к номенклатуре листа 1:25 000 справа цифру от 1 до 4, например, N-37-144-А-а-1.

Севернее 60-й параллели листы карт издаются двойными по долготе, севернее 76-й параллели - четверными.

Для планов масштабов 1:5000 и 1:2000, создаваемых на участке незастроенной территории площадью более 20 км<sup>2</sup>, в основу разграфки положен лист карты масштаба 1:100 000, т.е. применяется государственная система разграфки и номенклатуры. Листы планов создаются в трехградусных зонах; сетка прямоугольных координат строится в виде квадратов 10 х 10 см.

Листы планов масштаба 1:5 000 получают делением листа масштаба 1:100000 на 256 частей меридианами и параллелями. Размеры листа-1'52.5" по долготе и 1'15" по широте.

Номенклатуру листа плана масштаба 1:5 000 получают, добавляя к номенклатуре листа карты 1:100 000 справа в скобках число от 1 до 256, например, N-37-144-(256).

### **1.3 Лекция № 3 (2 часа)**

**Тема: «ГИС в лесоустройстве и в лесном деле».**

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. ГИС в лесоустройстве

2. Геоинформационная система лесничеств
3. ГИС «Лесфонд»
4. Field – Map – полевая ГИС

## **1.5.2 Краткое содержание вопросов**

### **1. ГИС в лесоустройстве**

Современные геоинформационные системы являются основой для проведения всего комплекса лесоустроительных работ, камеральной обработки материалов лесоустройства, картоиздательских и множительно-типографских работ и поддержки постоянной взаимосвязи с лесотаксационными базами данных. Помимо этого ГИС периодически дополняется информацией с мобильных (полевых) узлов и, в свою очередь, пополняет информацию на этих узлах.

ГИС в лесоустройстве должна поддерживать следующие работы:

- а) ввод и хранение аэро- и космических снимков на носителях информации, автоматизированное таксационное дешифрирование изображений;
- б) ввод и обработку геодезических данных;
- в) совмещение и обработку геодезических, картографических и аэрокосмических материалов с целью создания и обновления планово-картографических материалов лесоустройства, других лесных карт;
- г) совмещение цифровых планово-картографических материалов и лесотаксационных баз данных для проведения однозначной совместной их актуализации (через картографо-геодезические данные, традиционные карточки таксации);
- д) ввод данных с систем геопозиционирования (GPS) или электронных тахеометров, их обработку для периодического (или текущего непосредственно в полевых условиях) создания планово-картографических материалов с помощью полевых мобильных систем. Для этих целей экспедиции лесоустроительных предприятий оснащаются мобильными полевыми узлами, в которые до начала полевых работ вводятся материалы предварительного автоматизированного таксационного дешифрирования аэрокосмических снимков, а также материалы предыдущего лесоустройства и цифровые топографические карты. Все материалы полевых исследований вводятся в совмещенную базу данных непосредственно в полевых условиях;
- е) подготовку совмещенных баз данных для конкретных лесничеств и региональных органов управления лесами с возможностью пространственной визуализации запросов по лесотаксационным базам и выдачи документов пользователям по установленным формам;
- ж) обработку данных для получения документов, предусмотренных лесоустроительной инструкцией;
- з) создание и тиражирование необходимого количества планово-картографических материалов лесоустройства и других лесных карт;
- к) подготовку и печать материалов по разовым запросам.

Рассмотрим подготовку повыведельных баз данных объекта лесоустройства на примере «Автоматизированного рабочего места таксатора» (АРМ).

Комплекс программ предназначен для ввода, контроля, корректировкой лесоустроительной информации на ПК, печати первичных лесоустроительных документов и таблиц по запросам, перекомпоновки введенной и архивной информации.

В комплексе задач АРМ-таксатора предусмотрена система вложенных меню, а также задействованных функциональных клавиш и сообщений, которые обеспечивают наглядность и простоту работы для пользователя.

Комплекс программ разработан в Поволжском лесоустроительном предприятии. Название комплекса задач АРМ-таксатора (Arm.Taks.exe) — «Автоматизированное рабочее место таксатора». Аналогичные системы разработаны и в других лесоустроительных предприятиях России. Например, в автоматизированную

компьютерную систему ЛУГИС-W входит АРМ PLP-WinPLP для создания повидельной базы данных в Северо-Западном лесоустроительном предприятии, LesGIS - в Западно-Сибирском лесоустроительном предприятии и др.

Основное назначение программ АРМ-таксатора состоит в переводе автоматизируемых работ на рабочее место таксатора с целью повышения качества ввода лесоустроительной информации, приведения ее в актуальное состояние, оптимизации технологического процесса ее обработки в сети ЭВМ, сокращения в конечном итоге сроков разработки лесоустроительных проектов.

Программы АРМ-таксатора автоматизируют следующие работы:

- ввод лесоустроительной информации с карточек таксации;
- контроль, корректировку, просмотр, протокол введенной лесоустроительной информации;
- печать первичных документов и таблиц по запросам (ведомости окраски планов лесонасаждений, литературы планшетов, поквартальных итогов);
- сортировка введенной информации с доводом;
- выборка информации (сортировка) и выдача на печать или дисплей различных выборочных ведомостей (запросов).

*Выбор ГИС для лесоустройства*

Для оценки ГИС были выдвинуты следующие требования.

- система должна одинаково хорошо отвечать потребностям, как лесоустройства, так и лесного хозяйства;
- система должна быть «все в одном». Или процессы создания карт и Работы с ними должны осуществляться, по возможности, одним инструментом;
- система должна быть устойчивой, чтобы сбои и ошибки персонала не приводили к существенным потерям данных;
- при эксплуатации ГИС должна быть хорошая поддержка от производителя;
- система должна позволить сделать технологию недорогой, чтобы недорогими были как само программное обеспечение, так и технологический процесс создания карт на нем.

Некоторые краткие и упрощенные пояснения терминов в данном контексте:

**Реляционная база** - система связанных общим идентификаторов между собой таблиц, каждая из которых представляет простую по структуре таблицу. Множественные описания (например, много пород в одном выделе) хранятся по оптимальной схеме 1xN, что обеспечивает возможность построения простых SQL запросов. Обеспечивается неограниченная расширяемость базы.

**Нереляционная база** - все данные в одной таблице, иерархичность информации отражается либо через сложную внутреннюю структуру, либо путем «вытягивания» данных в одну линию (1x1). В первом случае SQL запросы вообще невозможны, во втором требуется анализ каждой записи на предмет наличия - отсутствия многих описаний одного показателя (например, породный состав в 10 повторяющихся наборах полей).

## **2. Геоинформационная система лесничеств**

Задачи использования ГИС в лесном хозяйстве проще. Основным компонентом информационной системы лесничества является совмещенная база данных, позволяющая наиболее рационально использовать возможности таксационных баз данных реляционного типа и ГИС для ввода, хранения, обработки и выдачи материалов планово-картографического сопровождения.

При проведении актуализации данных о лесах силами районного лесничества специалисты также должны обеспечиваться мобильными узлами – переносными компьютерами и средствами геопозиционирования (системой GPS), позволяющими путём установки координат непосредственно на месте точно определить границы планируемого хозмероприятия (границы лесосек, участков посадки лесных культур и т.д.). Лесничий,

используя лесоустроительные планшеты, топографические карты, аэроснимки, таксационные описания и другие документы, имеющиеся в совмещенной базе данных, может на цифровой карте отметить выбранные участки и просчитать их характеристики по запасам и площадям. На выбранные участки лесничий заполняет в интерактивном режиме сопроводительные первичные документы, на основании которых в лесничестве будет проведена корректировка (актуализация) таксационного описания и планово-картографических материалов объекта лесоустройства.

В настоящее время наиболее распространенной и внедренной специализированной геоинформационной системой в лесном хозяйстве России является ГИС «Лесфонд». Следует отметить, что наибольшее количество (более 300) лесничеств Поволжья и Урала были оснащены АРМ – лесфонд (ныне ГИС «Лесфонд») под управлением ДОС.

### **3. ГИС «Лесфонд»**

Геоинформационная система «Лесфонд» предназначена для ведения картографической и поведельной баз данных по иерархии: **лесничество → районное лесничество → агентство лесного хозяйства по субъекту федерации**. Базы данных ГИС «Лесфонд» для конкретного объекта

создаются лесоустройством. Разработку, распространение и поддержку ГИС выполняет с 1989 года ООО Научно-внедренческая фирма «ЛабМастер».

Основное назначение системы:

- ведение баз данных по текущим изменениям в лесном фонде
- подготовка данных для текущего планирования по различным: пользования
- тематическое картографирование лесными участками;
- документационное обеспечение – оперативная и качественная подготовка документации по ведению лесного хозяйства;
- переход лесоустройства на современные методы инвентаризации и мониторинга лесов;
- эффективный инструмент для управления лесными ресурсами и т.д.

### **4. Field – Map – полевая ГИС**

Сегодня традиционные методы определения параметров лесных объектов, которые основаны преимущественно на глазомерных оценках, всё чаще заменяются измерительными методами. Новые технологии проведения полевых работ, связанных с инвентаризацией лесов и мониторингом, востребованы специалистами лесного хозяйства. Эти технологии основываются на использовании полевых компьютеров, приборов глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС), лазерных дальномеров, электронных мерных вилок, беспилотных летательных аппаратов, цифровых фотокамер и других современных инструментов.

Технология инвентаризации и мониторинга лесов, которая объединяет в единый технологический процесс формирования атрибутивной и картографической информации о лесных объектах, максимально автоматизирует процедуры измерения лесоводственно-таксационных и других показателей в лесу, обеспечивает контроль полноты и достоверности информации, формирует базы данных выполненных измерений в полевом компьютере, позволяет отображать лесные объекты на электронной карте компьютера непосредственно в полевых условиях.

Одной из наиболее удачных разработок в этой области является технология «Field – Map» (полевая карта), которую разработали специалисты Чешского института исследований лесных экосистем (IFER) и адаптировали к условиям Украины совместно со специалистами лаборатории мониторинга и сертификации лесов Украинского НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации.

Field – Map представляет собой гибкое программно-инструментальное средство для сбора и управления полевыми данными при лесной инвентаризации и мониторинге.

Важным преимуществом технологии Field – Map является возможность её модульного использования, т.е. использования полевого компьютера и программного

обеспечения с различными электронными приборами. Например, при использовании в комплекте полевого оборудования GPS (ГЛОНАСС) приёмника могут решаться навигационные задачи и осуществляться привязка локальных координат на местности к выбранной системе глобальных координат.

Применение GPS приёмника и полевого компьютера в технологии Field – Map позволяет в реальном режиме автоматически построить на экране компьютера карту местности с размещением на ней всех измеряемых объектов. При этом можно увеличить или уменьшить масштаб объектов на экране, проводить измерения расстояний и площадей на карте, создавать легенды для карт т.е. использовать возможности географической информационной системы непосредственно при работах в лесу. Средствами ГИС в полевом компьютере можно проектировать размещение пробных площадей или сети участков мониторинга различной густоты путём генерации регулярной сети точек внутри границы карты, а также проектировать концентрические круговые пробные площадки с радиусом, определённым пользователем для проведения на них измерений.

Технология Field – Map имеет очень широкий спектр возможности для применения. Она может использоваться лесоустроителями (таксаторами), специалистами по охране природы землеустроителями, географами, ландшафтными архитекторами, специалистами по дистанционному зондированию Земли.

С 2008 года в России планируется использовать программно инструментальное средство Field – Map при инвентаризации и мониторинге леса.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа №2 (2 часа).**

**Тема: «Обзор инструментальных средств ГИС»**

**2.1.1 Цель работы:** - изучить возможности и назначения ГИС на примере WinGis и MapInfo.

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Анализ системы MapInfo (назначение, возможности, основные функции).
2. Анализ графического интерфейса ГИС.
3. Поиск информации в справочной системе по ключевым словам. Особенности управления базами данных, изучаемой ГИС.
4. Знакомство с элементами деловой графики.
5. Документационное обеспечение.
6. Возможности информационного обмена с другими системами.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

ПК, программное обеспечение ГИС WinGis, MapInfo.

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

1. Запуск системы на ПК.
2. Просмотр готовых проектов электронных карт.
3. Работа со справочной системой ГИС.
4. Работа с векторными данными и связанной с ними тематической информацией.
5. Изучение структуры обменного формата для передачи информации из других систем, наличия возможности использования формата DXF.
6. Организация прямого доступа к данным в форматах DXF, Excel, Access, Lotus 1-2-3, текстовом.

7. Изучение редактирования картографической информации, в том числе с использованием раstra в качестве подложки.

8. Средства работы с таблицами тематической информации, позволяющие: редактировать, создавать, изменять структуру, выполнять связывание баз данных, осуществлять поиски, выбор объектов на карте или в таблице на основании различных критериев, включая SQL-запросы и функции пространственного анализа, выполнение вычислений значений полей и баз данных.

9. Изучение средств визуализации информации с помощью создания тематических карт.

10. Изучение специальных функций геокодирования, т.е. привязки пространственных объектов по адресам либо к другой информации.

11. Ознакомление с возможностями вывода твердых копий композиции карт, теста и градиентов на принтеры, имеющие драйверы для среды Windows.

12. Ознакомление с возможностями изменения самой системы и включения в нее прикладных пользовательских задач с помощью языка программирования MapBasic.

13. Изучение возможности работы с удаленными базами данных (Grade, Sybase, Informix, DBL) без выхода из среды MapInfo.

## **2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).**

**Тема:** «Создание тематических слоев карты»

**2.2.1 Цель работы:** получить практические навыки по созданию тематических слоев карты.

### **2.2.2 Задачи работы:**

1. Представить проекты тематических электронных карт.

**2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:** ПК, программное обеспечение ГИС MapInfo, проект электронной карты.

### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

1. Проверка графической и атрибутивной базы данных.

2. Создание тематических слоев карты:

-план лесонасаждений объекта исследований;

-распределение насаждений объекта исследования по классам бонитетов;

-распределение насаждений объекта исследования по запасам на 1 га;

-распределение насаждений объекта исследования по среднему диаметру;

-распределение насаждений объекта исследования по типам леса;

-распределение насаждений объекта исследования по типу лесорастительных условий.

3. Подготовка тематической карты к печати и создание легенды.

## **2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).**

**Тема:** «Создание отчета и печать карты»

**2.3.1 Цель работы:** получить практические навыки по созданию и оформлению отчета.

### **2.3.2 Задачи работы:**

1. Представить набор тематических карт.



**2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**  
ПК, программное обеспечение ГИС MapInfo, проект электронной карты, тематические карты в среде ГИС.

**2.3.4 Описание (ход) работы:**

1. Открытие ранее созданной тематической карты в среде ГИС.
2. Создание легенды тематической карты.
3. Оформление отчета.
4. Экспорт отчета.
5. Печать тематических карт.