

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

**сборник учебно-методических материалов**

для направления подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность

Благовещенск, 2017

*Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
инженерно-физического факультета  
Амурского государственного  
университета*

*Составитель: Аверьянов В.Н.*

Геоинформационные системы: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность / АмГУ, ИФФ; - Благовещенск: Изд-во Амур.гос. ун-та, 2017. – 50 с.

© Амурский государственный университет, 2017  
©Кафедра безопасности жизнедеятельности, 2017  
©Аверьянов В.Н., составление

## СОДЕРЖАНИЕ:

1	Краткое изложение лекционного материала	4
2	Методические рекомендации (указания) к лабораторным занятиям	40
3	Методические указания для самостоятельной работы студентов	48

## 1. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Понятие географических информационных систем и технологий. Место геоинформатики в системе наук.

#### Введение в геоинформационные технологии.

Геоинформационные технологии существуют уже около 50 лет. Много ли это или мало для подобного высоко технологического направления? Почему геоинформатика и геоинформационные технологии представляют собой одно из наиболее бурно развивающихся направлений среди информационных технологий? И вообще, что это – наука, технология, метод, компьютерная программа?

Человек, абсолютно незнакомый с географическими информационными системами, может задать вопрос: “а зачем мне нужно знать, что такое геоинформатика?” Действительно, в жизни большинства из нас далеко не каждый день возникает необходимость обращаться к географическим атласам или картам. Но если разобраться, то геоинформационные технологии представляют из себя несколько больше, чем просто карту, помещенную в компьютер. В то же время, понятие “географическая информационная система (геоинформационная система, ГИС)” неразрывно связано с обычной печатной картой. По сути любая географическая карта есть модель земной поверхности и является объектом анализа её пользователей. Специалисту хватит беглого взгляда на географическое расположение каких-либо явлений или объектов на карте для оценки закономерностей их возникновения и связи с другими параметрами, рис.1.1.

Простейший пример – это определение расстояния от одного пункта на карте до другого, рис.1.2. Более сложной задачей является определение площадей объектов неправильной формы. В самых сложных задачах устанавливают зависимости между различными тематическими данными карт, например, зависимость популяции снежного барса от рельефа местности или состава почв от геологии коренных пород. Список примеров можно увеличивать. Человек в научной, производственной и управленческой деятельности постоянно сталкивается с необходимостью обработки больших массивов информации, которые связаны с пространственным местоположением разных объектов, описывающих трансформацию их свойств и характеристик в зависимости от времени. В итоге получают визуальное отображение, а весь процесс визуализации – есть процесс создания карты.



Рисунок 1.1. На фотографическом изображении видны вырубленные участки лесного массива. ГИС позволяет анализировать пространственно локализованные природные объекты и эффективно управлять вырубкой леса.



Рисунок 1.2. Картографическое изображение одной из частей г. Уссурийска. Красная кривая построена в ГИС для определения расстояния между объектами.

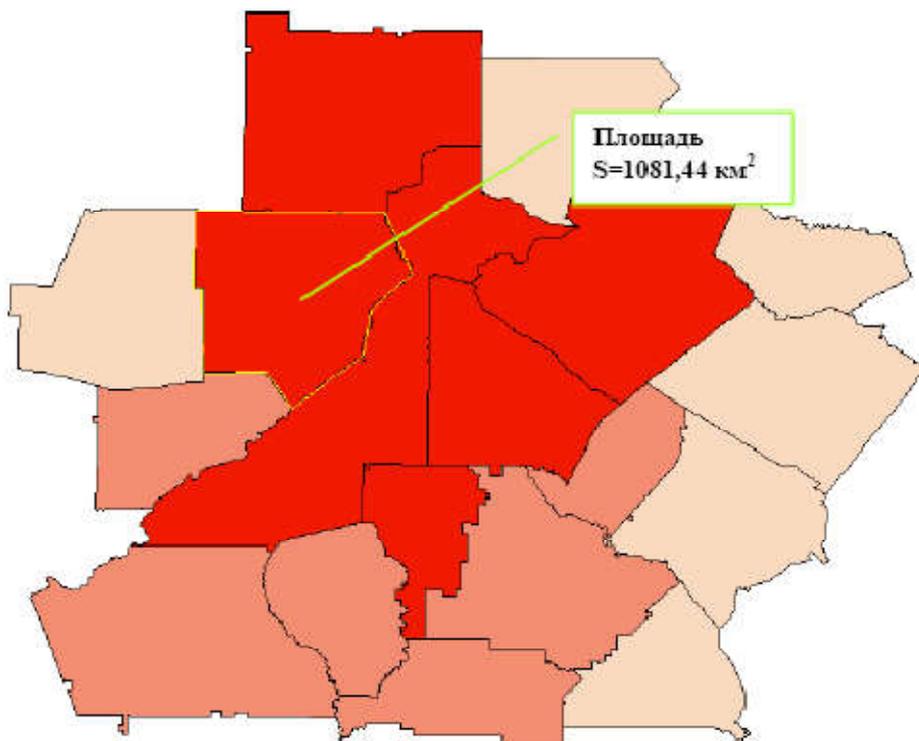


Рисунок 1.3. Определение территориальной площади (желтый многоугольник) в ГИС.

Геоинформационные системы, функции которых включают в себя анализ информации и визуализацию в виде карт и схем, возникли на стыке технологий обработки информации, использованных в системах управления базами данных, и визуализации графических данных в системах автоматизированного проектирования и машинной графики (САПР), автоматизированного производства карт, системах управления сетями. Необходимость использования компьютерных мощностей для обработки географической информации была осознана в 60–70-е гг. XX в. Тогда реализа-

ция идеи требовала огромных программно-аппаратных ресурсов и была под силу лишь очень крупным заказчикам, таким, как, например, государственное ведомство в лице министерства обороны (об этом мы будем говорить в модуле 3). Ситуация коренным образом поменялась с середины 90-х гг., так как в это время на рынке появляются мощные, относительно дешевые ПК, дешевеет и становится более понятным программное обеспечение, пользователи становятся более подготовленными. Эти факторы послужили отправной точкой для интенсивного распространения геоинформационных технологий.

Большинство задач для ГИС можно решить просто, без компьютерного анализа или моделирования. Однако печатать текст можно и на печатной машинке, а мы сейчас предпочитаем использовать компьютер. Это очень удобно, быстро, эффективно. Обычно человек подходит к ГИС незаметно для себя. Все начинается с использования распространенных графических редакторов, таких как Photoshop, CorelDraw, Illustrator. В процессе работы становится ясно, что на нашу схему или тематический слой нужно разместить дополнительные данные из других источников (как нанести изображение на контурную карту). Для таких операций требуется единое координатное пространство. Это является первым шагом к использованию определенных систем координат и картографических проекций (подробнее в теме 3). На следующем этапе возникает необходимость составлять и делать запросы по атрибутивной информации. Простейшие запросы можно делать в графических редакторах, например, найти все полиномы площадью больше чем 50 км<sup>2</sup>. Но часто существует потребность в более сложных запросах, таких, как отметить все офисные многоэтажные здания, построенные из бетонных блоков, или найти нужную улицу на карте. Как только вы начали формировать подобного рода задачи, вы становитесь потенциальным пользователем ГИС.

С одной стороны, применение ГИС для обработки и анализа пространственной информации в различных областях жизнедеятельности способствует возникновению междисциплинарных понятий и методов. С другой стороны, развитие самой геоинформатики приводит к организации внутренних (собственных) требований к объектам изучения, что приводит к определенным ограничениям методов, используемых в конкретных дисциплинах (строительстве, геологии, биологии и т.д.). Такая ситуация создает атмосферу живого общения людей, которые занимаются различной деятельностью (иногда очень разной), но объединенных геоинформационным подходом к работе или исследованиям.

### **Основополагающие понятия и термины**

Геоинформационные технологии – бурно развивающееся направление современных информационных технологий. По этой причине пока нельзя говорить о существовании общепринятой терминологии в этой отрасли знаний. Достаточно привести многочисленные определения ГИС, предложенные разными авторами, чтобы понять, насколько еще молода эта сфера деятельности.

Итак:

ГИС – это “внутренне позиционированная автоматизированная пространственная информационная система, создаваемая для управления данными, их картографического отображения и анализа”. (Berry J.)

Данное определение не совсем полное, поскольку не учитывает человека, как элемент информационной системы. Человек в любой информационной системе занимает важное место – это и наблюдатель, и эксперт, и аналитик. Очень часто исследователи в области геоинформатики для акцентирования роли человека в ГИС используют словосочетание “человеко-машинный комплекс”.

ГИС – это “аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных географических задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальной организацией общества”. (Кошкарев А.В.)

ГИС – это “система, состоящая из людей, а также технических и организационных средств, которые осуществляют сбор, передачу, ввод и обработку данных с целью выработки информации,

удобной для дальнейшего использования в географическом исследовании и для ее практического применения”. (Konesny M.)

ГИС – это “комплекс аппаратно-программных средств и деятельности человека по хранению, манипулированию и отображению географических (пространственно соотнесенных) данных”. (Abler R.)

ГИС – это “динамически организованное множество данных (динамическая база данных или банк данных), соединенное с множеством моделей, реализованных на ЭВМ для расчетных, графических и картографических преобразований этих данных в пространственную информацию в целях удовлетворения специфических потребностей определенных пользователей в пределах структуры точно определенных концепций и технологий”. (Degani A.)

ГИС – это: "система, включающая базу данных, аппаратуру, специализированное матобеспечение и пакеты программ, предназначенных для расширения базы данных, для манипулирования данными, их визуализации в виде карт или таблиц и, в конечном итоге, для принятия решений о том или ином варианте хозяйственной деятельности". (Lillesand T.)

ГИС – это: "реализованное с помощью автоматических средств (ЭВМ) хранилище системы знаний о территориальном аспекте взаимодействия природы и общества, а также программного обеспечения, моделирующего функции поиска, ввода, моделирования и др." (Трофимов А.М., Панасюк М.В.)

ГИС – это интегрированная компьютерная система, находящаяся под управлением специалистов-аналитиков, которая осуществляет сбор, хранение, манипулирование, анализ, моделирование и отображение пространственно соотнесенных данных (см. рис.1.4).

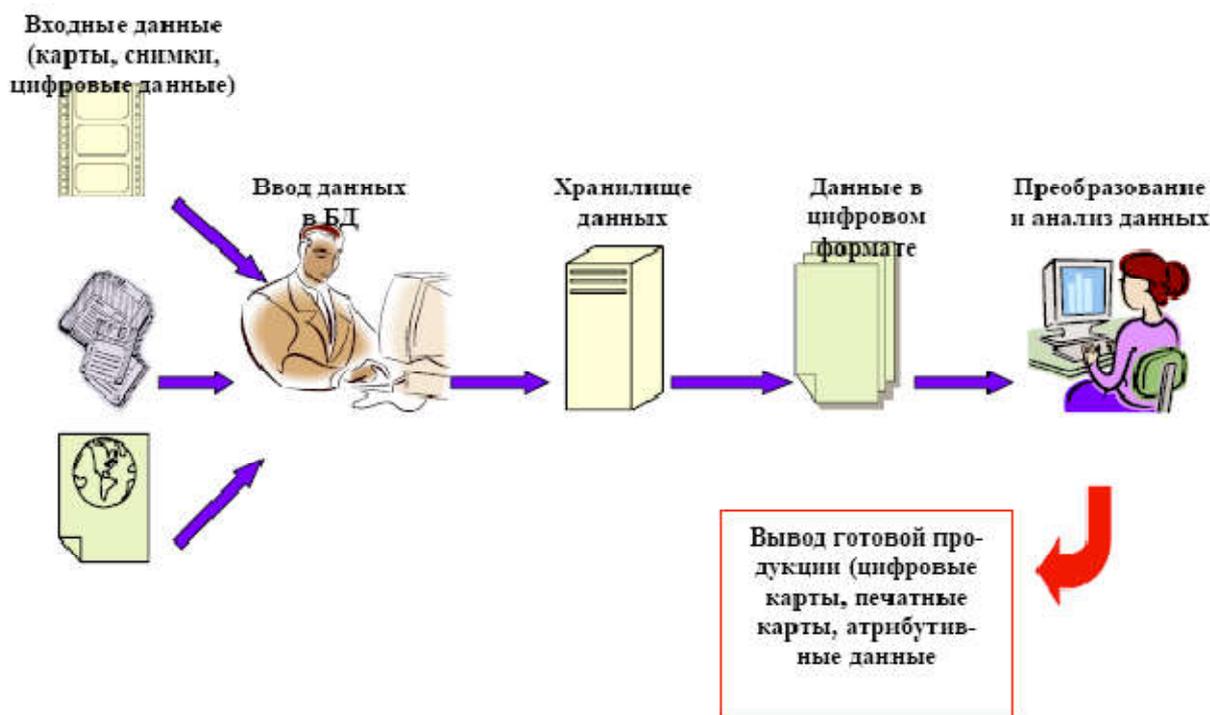


Рисунок 1.4. Схема геоинформационной системы.

Как видно, определений ГИС много, но каждое из них является верным. Отличие их лишь в широте охвата рассматриваемой проблемы. Кроме того, часто будут встречаться следующие термины:

**Карта** – (Map, Chart, нем. Karte, фр. Carte, от греч. Chartes - лист, свиток) – плоское, математически определенное, уменьшенное, генерализованное условно-знаковое изображение поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, показывающее размещение, свойства и связи природных и социально-экономических явлений. Карта рассматривается как об-

разно-знаковая модель, обладающая высокой информативностью, пространственно-временным подобием относительно оригинала, метричностью, особой обзорностью и наглядностью, что делает ее важнейшим средством познания в науках о Земле и социально-экономических науках.

**Чтение карты** – восприятие карты (визуальное, тактильное или автоматическое), основанное на распознавании картографических образов, истолковании и понимании ее содержания. Эффективность чтения карты зависит от читаемости карты, т.е. от легкости и быстроты восприятия отдельных обозначений, картографических образов и всего изображения в целом. В свою очередь, читаемость определяется наглядностью условных знаков, качеством оформления карты, общей загруженностью карты, различимостью деталей изображения.

**Цифровая карта** – (Numerical map, Digital map, нем. Numerische Karte) – цифровая модель поверхности, сформированная с учетом законов картографической генерализации в принятых для карт проекции, разграфке, системе координат и высот. По сути, термин “цифровая карта” означает именно цифровую модель, цифровые картографические данные. Цифровая карта создается с полным соблюдением нормативов и правил картографирования, точности карт, генерализации, системы условных обозначений. Цифровая карта служит основой для изготовления обычных бумажных, компьютерных, электронных карт, она входит в состав картографической базы данных, является одним из важнейших элементов информационного обеспечения ГИС и одновременно может быть результатом функционирования ГИС.

Компьютерная карта – карта, полученная на устройстве графического вывода с помощью средств автоматизированного картографирования (графопостроителей, принтеров, дигитайзеров и др. на бумаге, пластике, фотопленке и иных материалах) или с помощью геоинформационной системы. Иногда к компьютерной карте относят также карты, изготовленные на неспециализированных приборах, например, на алфавитно-цифровых печатных устройствах, так называемые ЭВМ-карты или АЦПУ-карты.

**ГИС-технологии** – технологическая основа создания географических информационных систем, позволяющая реализовать их функциональные возможности.

**Геоинформационный анализ** – анализ размещения, структуры, взаимосвязей объектов и явлений с использованием методов пространственного анализа и гео моделирования.

**Функциональные возможности ГИС** – набор функций географических информационных систем и соответствующих программных средств:

- ввод данных в машинную среду путем импорта из существующих наборов цифровых данных или с помощью оцифровки источников;
- преобразование данных, включая конвертирование данных из одного формата в другой, трансформацию картографических проекций, изменение систем координат;
- хранение, манипулирование и управление данными во внутренних и внешних базах данных;
- картометрические операции;
- средства персональных настроек пользователей.

**Геоинформатика** – наука, технология и производственная деятельность: по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию географических информационных систем;

- по разработке геоинформационных технологий;
- по прикладным аспектам или приложениям ГИС для практических или геонаучных целей.

**Геоматика** — это совокупность применений информационных технологий, мультимедиа и средств телекоммуникации для обработки данных, анализа геосистем, автоматизированного картографирования; также этот термин употребляется как синоним геоинформатики или геоинформационного картографирования.

**Цифровое покрытие** (слой, тема) – семейство однотипных (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к одному классу объектов в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. По типу объектов различают точечные, линейные и полигональные цифровые покрытия.

**Пространственный объект** (графический примитив) – цифровое представление объекта реальности (цифровая модель местности), содержащее его местоположение и набор свойств, характеристик, атрибутов или сам этот объект. Выделяют четыре основных типа пространственных объектов: 1) точечные, 2) линейные, 3) площадные (полигональные), контурные и 4) поверхности.

## **Раздел 2. Общие принципы построения моделей данных в ГИС. Типы данных в ГИС.**

### **Географические и атрибутивные данные**

Как уже отмечалось, ГИС нацелена на совместную обработку информации двух типов:

- 1. Географическая** (пространственная, картографическая) информация;
- 2. Атрибутивная** (непространственная, семантическая, тематическая, описательная, табличная) информация.

Географическая информация в ГИС представлена данными, описывающими пространственное месторасположение объектов (координаты, элементы графического оформления). Данные находятся в цифровой форме на магнитных лентах, магнитных, оптических и “жестких” дисках и служат для визуализации картины в той или иной модели данных.

Атрибутивная информация в ГИС – это данные, описывающие качественные или количественные параметры пространственно соотнесенных объектов.

Так, например, жилая постройка на дисплее может быть представлена в виде полигона (графическая составляющая), а в атрибутивной базе данных будет содержаться информация об ее площади, почтовом адресе, количестве этажей, материале стен, типе фундамента, годе постройки и т.д., рис. 2.1.

В геоинформационной системе присутствует подсистема управления как географической, так и атрибутивной информации. Пространственный анализ, который включает в себя проверку взаимного расположения объектов, установление закономерностей их распределения, нахождение смежных объектов, измерение расстояния и площади и т.д., проводят с опорой на географическую информацию. Функции семантической (непространственной) обработки предназначены для анализа и управления атрибутивной информацией, рис. 2.2.

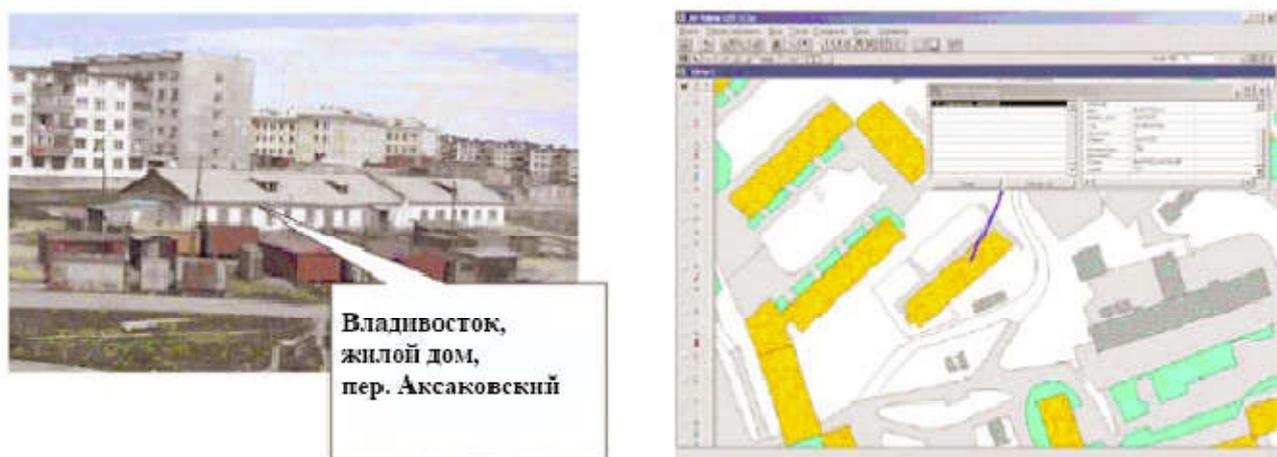


Рисунок 2.1 Естественный мир и его отображение в ГИС.

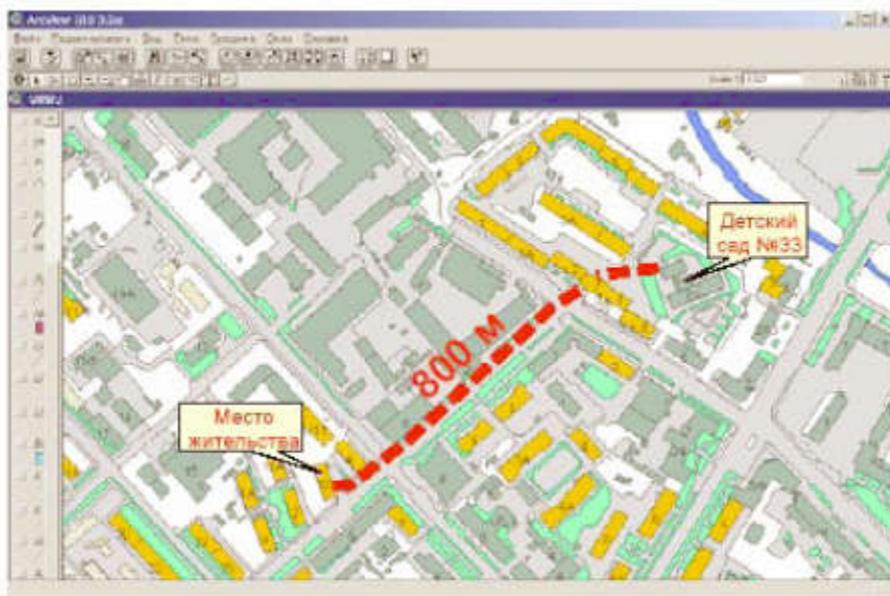


Рисунок 2.2. Вычисление кратчайшего пути в геоинформационной системе ArcView GIS.

Практически в каждой ГИС имеются средства и инструменты, позволяющие вводить и редактировать информацию, визуально отображать данные – это масштабирование изображений (увеличение или уменьшение), прокрутка, пролистывание или просмотр как слайд-шоу и т.д. В этом процессе не последнее место занимает дружелюбный графический пользовательский интерфейс, предоставляемый современными операционными системами, такими как Windows, Linux, Solaris, – диалоговые окошки, контекстные меню, другие элементы управления (кнопки, переключатели, ползунки и т.д.).

В полнофункциональной ГИС, как и любой информационной системе, имеются развитые средства вывода информации. К таким средствам можно отнести генераторы отчетов, инструменты создания и редактирования тематических карт, различных схем, графиков, легенд, таблиц и диаграмм. Современные ГИС позволяют создавать высококачественные карты, по информативности и технологичности не уступающие, а зачастую превосходящие существующие традиционные бумажные карты.

У многих ГИС имеются встроенные средства разработки приложений, которые используются для адаптации стандартного программного обеспечения с целью решения конкретных задач пользователя. Для этих целей применяются не только специальные языки программирования, но и общераспространенные (C, C#, C++, Delphi, Visual Basic и др.).

#### **Растровая модель:**

1. Картографические проекции просты и точны, т.е. любой объект неправильной формы описывается с точностью до одной ячейки раstra.
2. Непосредственное соединение в одну картину снимков дистанционного зондирования (спутниковые изображения или отсканированные аэрофотоснимки).
3. Поддерживает большое разнообразие комплексных пространственных исследований.
4. Программное обеспечение для растровых ГИС легче освоить и оно более дешевое, чем для векторных ГИС.

#### **Векторная модель:**

1. Хорошее визуальное представление географических ландшафтов.
2. Топология местности может быть детально описана, включая телекоммуникации, линии электропередач, газо- и нефтепроводы, канализационную систему.
3. Превосходная графика, методы которой детально моделируют реальные объекты.
4. Отсутствие растеризации (зернистости) графических объектов при масштабировании зоны просмотра.

Для растровой ГИС приняты следующие фундаментальные термины:

Разрешение – минимальная размерность по одной из координатных осей наименьшего элемента географического пространства, для которого могут быть приведены какие-либо данные. В растровой модели данных элементарным объектом для большинства систем выступает квадрат или прямоугольник. Такие единицы именуют как сетка, ячейка или пиксель. Множество ячеек образует решетку, растр, матрицу.

### Модели данных в ГИС

Выбор метода организации данных в геоинформационной системе, и, в первую очередь, модели данных, т.е. способа цифрового описания пространственных объектов, значительно важнее, чем выбор ПО. Это обусловлено тем, что модель данных напрямую определяет многие функциональные возможности создаваемой ГИС и применимость тех или иных технологий ввода. От модели зависит как пространственная точность представления визуальной части информации, так и возможность получения качественного картографического материала и организации контроля цифровых карт. От способа организации данных в ГИС очень сильно зависит производительность системы, например, при выполнении запроса к базе данных или рендеринге (визуализации) на экране монитора.

Ошибки в выборе модели данных могут сказаться решающим образом на возможности реализации в ГИС необходимых функций и расширения их списка в будущем, эффективности выполнения проекта с экономической точки зрения. От выбора модели данных напрямую зависит ценность формируемых баз данных географической и атрибутивной информации.

Уровни организации данных можно представить в виде пирамиды, рис.2.3. Модель данных – это концептуальный уровень организации данных. Рассмотренные в прошлом модуле термины, типа “полигон”, “узел”, “линия”, “дуга”, “идентификатор”, “таблица” как раз относятся к этому уровню, в равной степени, как и понятия “тема” и “слой”.

Более подробное рассмотрение организации данных часто называется структурой данных. В структуре фигурируют математические и программистские термины, такие как “матрица”, “список”, “система ссылок”, “указатель”, “способ сжатия информации”. На следующем по детальности уровне организации данных специалисты имеют дело со структурой файлов данных и их непосредственными форматами. Уровень организации конкретной БД является уникальным для каждого проекта.



Рисунок 2.3. Уровни организации данных в ГИС.

### Раздел 3. Структура и состав ГИС. Основные направления использования ГИС.

#### Базовые компоненты ГИС

Любая ГИС включает в себя следующие компоненты:

- аппаратная платформа (hardware),
- программное обеспечение (software),
- данные (data),
- человек-аналитик.

Аппаратная платформа в свою очередь состоит из следующих частей:

- компьютеры (рабочие станции, ноутбуки, карманные ПК),
- средства хранения данных (винчестеры, компакт-диски, дискеты, флэш-память),
- устройства ввода информации (дигитайзеры, сканеры, цифровые камеры и фотоаппараты, клавиатуры, компьютерные мыши),
- устройства вывода информации (принтеры, плоттеры, проекторы, дисплеи).

Сердцем любой ГИС являются используемые для анализа данные. Устройства ввода позволяют конвертировать существующую географическую информацию в тот формат, который используется в данной ГИС. Географическая информация включает в себя бумажные карты, материалы аэрофотосъемок и дистанционного зондирования, адреса, координаты объектов собранные при помощи систем глобального позиционирования GPS (Global Position System), космических спутников или цифровой географической информации, хранимой в других форматах.

Приведем несколько примеров аппаратных платформ, которые могут быть использованы в ГИС. Самая простая и недорогая конфигурация ГИС-платформы, которая может быть установлена дома либо в небольшом офисе включает в себя компьютер и лазерный либо струйный принтер (черно-белый). Если же ГИС предназначена для создания высококачественных профессиональных цифровых карт, тогда аппаратная платформа может быть представлена следующими компонентами: высокопроизводительный компьютер, мощный сервер, современный дигитайзер, быстродействующие цветные лазерные принтеры и плоттеры.

Если говорить о программном обеспечении ГИС, то следует отметить, что большинство программных пакетов обладают схожим набором характеристик, такими как, послойное картографирование, маркирование, кодирование геоинформации, нахождение объектов в заданной области, определение разных величин, но очень сильно различаются в цене и функциональности. Выбор программного обеспечения зависит от конкретных прикладных задач, решаемых пользователем. Для примера приведем список, содержащий названия фирм и ПО, которое они выпускают, табл.3.1.

Таблица 3.1.  
ГИС Software и компании

Фирма-производитель	Software
MapInfo	MapInfo Pro
ESRI	ArcView, Arc/INFO
Autodesk GmbH	AutoCAD MAP, AutoCAD Land Development, Autodesk MapGuide R5, AutoCAD Map 2000
Caliper	Maptitude
Integrapph	GeoMedia
Tactician	Tactician
Geograph	GeoГраф ГИС 2.0
КРЕДО-Диалог	CREDO

В установленной ГИС затраты на оборудование и ПО составляют лишь малую часть от затрат на приобретение и обработку данных. Обычно поставщики географических и атрибутивных данных предоставляют информацию о формате данных, дате их получения, их источниках, качестве и анализируемости.

## Сферы применения ГИС

В настоящее время геоинформационные технологии проникли практически во все сферы жизни. Отметим основные:

- Экология и природопользование
- Земельный кадастр и землеустройство
- Морская, авиационная и автомобильная навигация
- Управление городским хозяйством
- Региональное планирование
- Маркетинг
- Демография и исследование трудовых ресурсов
- Управление дорожным движением
- Оперативное управление и планирование в чрезвычайных ситуациях
- Социология и политология

Кроме того, ГИС используются для решения разнородных задач, таких как:

- обеспечение комплексного и отраслевого кадастра;
- поиск и эффективное использование природных ресурсов;
- территориальное и отраслевое планирование;
- контроль условий жизни населения, здравоохранение, социальное обслуживание, трудовая занятость;
- обеспечение деятельности правоохранительных органов и силовых структур;
- наука и образование;
- картографирование.

На рис.3.1 представлены связи ГИС с другими дисциплинами.

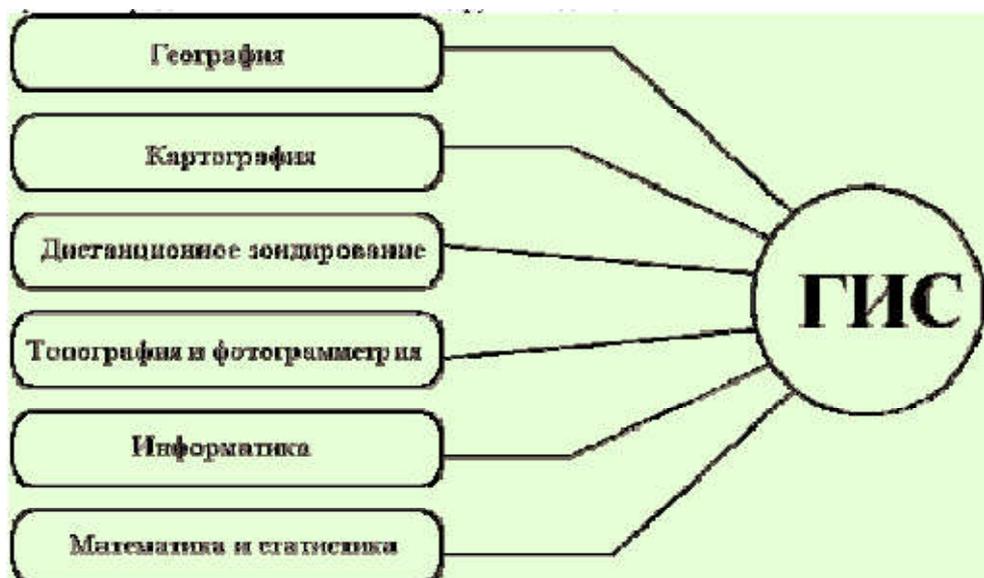


Рисунок 3.1. Связь ГИС с научными дисциплинами и технологиями.

Специалисты, работающие в области ГИС и геоинформационных технологий, занимаются следующим:

- накоплением первичных данных;
- проектированием баз данных;
- проектированием ГИС;
- планированием, управлением и администрированием геоинформационных проектов;
- разработкой и поддержкой ГИС;
- маркетингом и распространением ГИС-продукции и геоданных;
- профессиональным геоинформационным образованием и обучением ГИС-технологиям.

## Типология ГИС

Геоинформационные системы можно классифицировать по разным признакам и характеристикам, но при этом нужно учитывать тот факт, что жесткая конкурентная борьба между основными производителями специализированного ПО ведет к совершенствованию ГИС от версии к версии. Исходя из этого, критерии оценки систем крайне условны и справедливы лишь в течение какого-то определенного временного интервала.

Классификацию ГИС в зависимости от реализации на конкретной аппаратной базе мы уже говорили выше.

Наиболее существенная классификация на сегодняшний день – это классификация по функциональным возможностям. В соответствии с ней ГИС подразделяются на:

- профессиональные, нацеленные на обработку больших массивов информации на высокопроизводительных компьютерах и вычислительных сетях и предназначенные для серьезных научных исследований, руководства целыми отраслями или крупными территориями (государствами, мегаполисами, городами). Наиболее выделяющиеся среди них программные продукты фирм ESRI, INTERGRAPH, AutoDesk, SIMENS NIXDORF, GDS и др.;
- настольные, имеющими по сравнению с первыми меньшую производительность и используемыми для решения прикладных научных задач, задач оперативного управления и планирования. Среди них можно отметить такие продукты, как MapInfo Professional, ArcView, WinGIS, Atlas GIS, Credo, ГИС-Конструктор и т.д., рис.3.2;

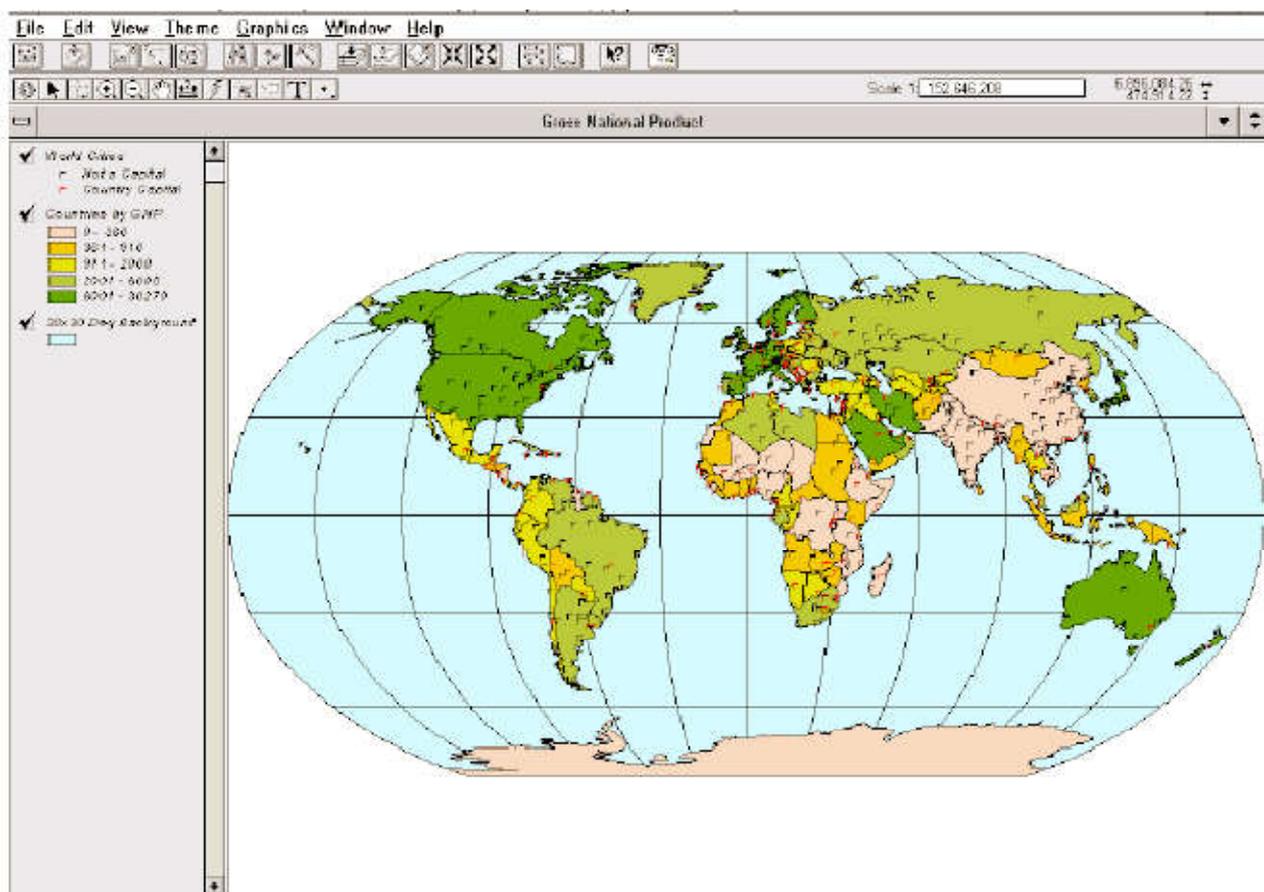


Рисунок 3.2. Окно программы ArcView GIS.

- вьюеры (viewer), электронные атласы, т.е. простые недорогие системы для информационно-справочного использования. Программные продукты этого класса лишены возможности редактирования информации и предназначены в основном для поиска и визуального отображения информации, подготовленной в профессиональных или настольных ГИС. Представителями этого рода программных продуктов являются ArcExplorer (ESRI), M-City (информационно-справочная

система с картой г. Москвы), Владивосток (Адресный план города). Программа позволяет проводить масштабирование и измерения расстояний, осуществлять поиск объектов (улицы, постройки, районы), получать описательную информацию об объектах.

Кроме того ГИС можно классифицировать по типам представления географической информации. Выделяют два типа ГИС, в которых используются разные модели представления данных:

- ГИС на основе растровой модели представления данных (регулярно-ячеистое представление и квадротомическое представление). В таких ГИС цифровое представление географических объектов формируется в виде совокупности ячеек растра (пикселей) с присвоенным им значением класса объекта, рис.3.3;

1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	1	2	2	2	2	2	3	3
1	2	2	2	2	2	3	3	3
3	3	3	2	2	2	3	3	3
3	3	3	3	2	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3	3

Рисунок 3.3. Пример структуры, описываемой растровой моделью. 1 – жилой район, 2 – водоем, 3 – сельскохозяйственные земли.

- ГИС на основе векторной модели представления данных (векторно-топологическое представление и векторно-нетопологическое). В этом случае цифровое представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов осуществляется в виде набора координатных чисел, рис.3.4.

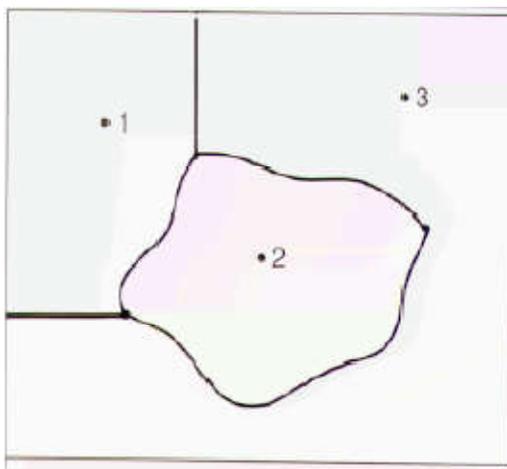


Рисунок 3.4. Пример структуры, описываемой векторной моделью. 1 – жилой район, 2 – водоем, 3 – сельскохозяйственные земли.

Следует отметить, что современные геоинформационные системы обычно работают как с векторной, так и с растровой моделями представления данных. Стоит лишь говорить о более развитом инструментарии для обработки векторной или растровой графики. Довольно часто растровые данные конвертируют в векторный формат, рис.3.5.

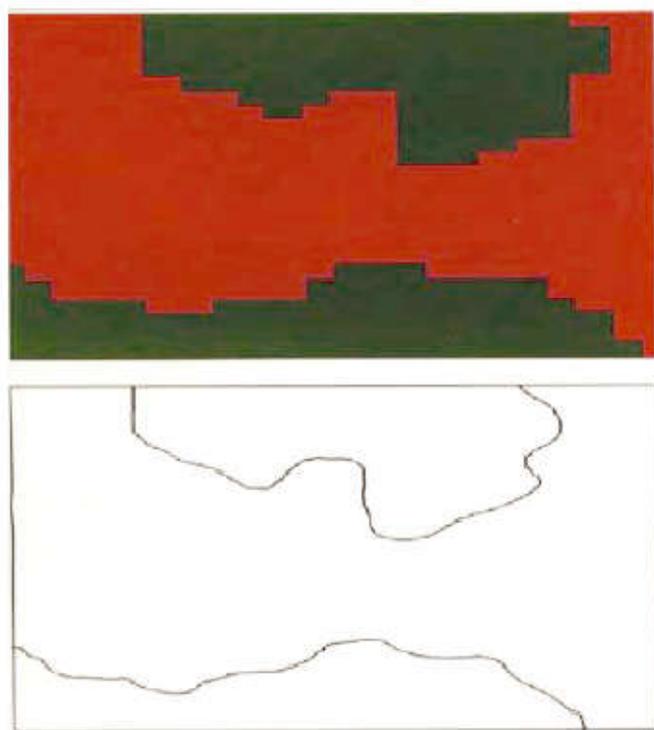


Рисунок 3.5. Увеличенное изображение данных ГИС файла. На верхнем рисунке данные описаны растровой моделью, на нижнем те же данные переконвертированы в векторный формат.

#### **Раздел 4. Особенности картографических баз данных. Представление и преобразование данных.**

##### **Организация и обработка информации в ГИС**

ГИС, впрочем, как и любая другая информационная система, обладает развитыми средствами обработки и анализа входящих данных с целью дальнейшей их реализации в вещественной форме. На рис.4.1. представлена схема аналитической работы ГИС. На первом этапе производится “коллекционирование” как географической (цифровые карты, изображения), так и атрибутивной информации. Собранные данные являются наполнением двух баз данных. Первая БД хранит картографические данные, вторая же наполнена информацией описательного характера. На втором этапе система обработки пространственных данных обращается к базам данных для проведения обработки и анализа востребованной информации. При этом весь процесс контролируется системой управления БД (СУБД), с помощью которой можно осуществлять быстрый поиск табличной и статистической информации. Конечно, главным результатом работы ГИС являются разнообразные карты.

Для организации связи между географической и атрибутивной информацией используют четыре подхода взаимодействия. Первый подход – геореляционный или, как его еще называют, гибридный. При таком подходе географические и атрибутивные данные организованы по-разному. Между двумя типами данных связь осуществляется посредством идентификатора объекта. Как видно из рис.4.1., географическая информация хранится отдельно от атрибутивной в своей БД. Атрибутивная информация организована в таблицы под управлением реляционной СУБД.

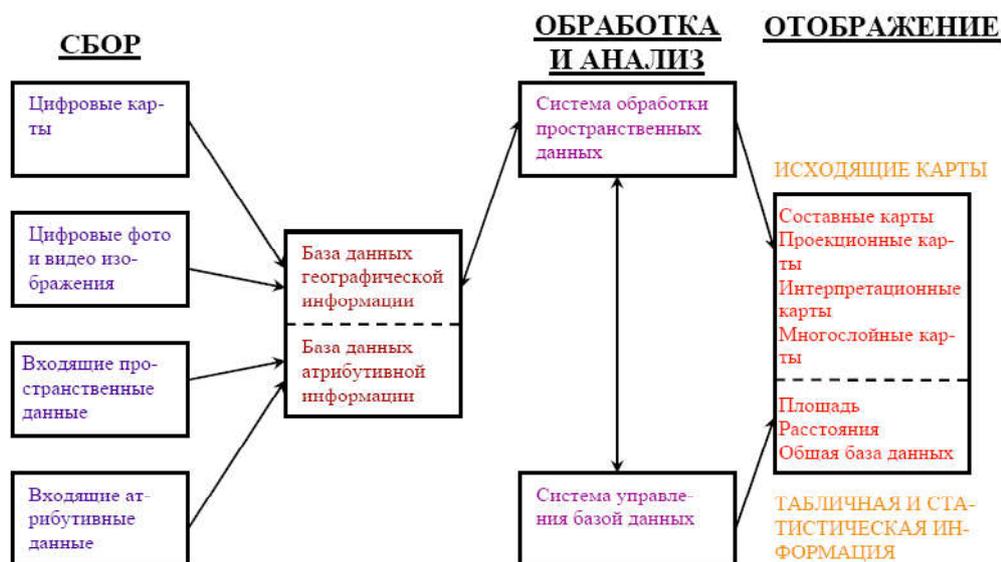


Рисунок 4.1. Схематическое представление процессов сбора, обработки, анализа и вывода данных ГИС.

Следующий подход называется интегрированным. При этом подходе предусматривается использование средств реляционных СУБД для хранения как пространственной, так и атрибутивной информации. В этом случае ГИС выступает в качестве надстройки над СУБД.

Третий подход называют объектным. Плюсы этого подхода в легкости описания сложных структур данных и взаимоотношений между объектами. Объектный подход позволяет выстраивать иерархические цепочки объектов и решать многочисленные задачи моделирования.

В последнее время самое широкое распространение получил объектно-реляционный подход, являющийся синтезом первого и третьего подходов.

Следует отметить, что в ГИС выделяют несколько форм представления объектов:

- в виде нерегулярной сети точек;
- в виде регулярной сети точек;
- в виде изолиний.

Представление в виде нерегулярной сети точек – это произвольно расположенные точечные объекты в качестве атрибутов имеющие какое-то значение в данной точке поля. Пример такой формы представления данных показан на рис. 4.2.



Рисунок 4.2. Пример формы представления объектов в виде нерегулярной сети точек.

Представление в виде регулярной сети точек – это равномерно расположенные в пространстве точки достаточной густоты. Регулярную сеть точек можно получать интерполяцией из нерегулярных либо путем проведения измерений по регулярной сети.

Наиболее распространенной формой представления в картографии является представление изолиниями. Недостатком данного представления является то, что обычно нет никакой информации о поведении объектов, находящихся между изолиниями. Данный способ представления является не самым удобным для анализа. На рис.4.3. приведен пример этой формы представления.

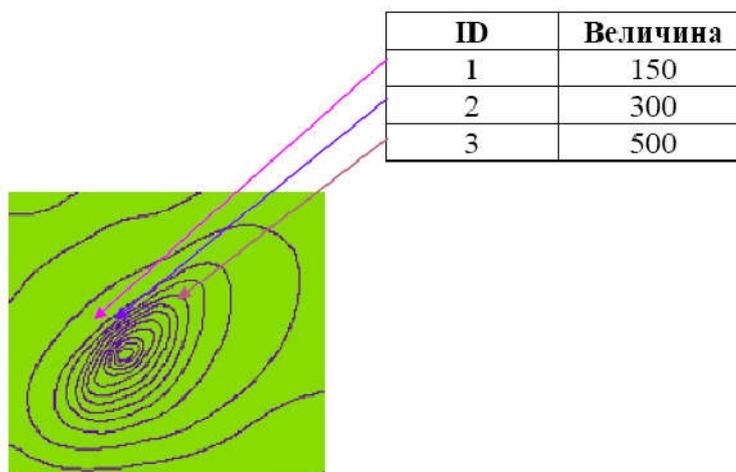


Рисунок 4.3. Пример формы представления объектов в виде изолиний.

### Модели организации пространственных данных

Самой распространенной моделью организации данных является слоевая модель, рис.2.5. Суть модели в том, что осуществляется деление объектов на тематические слои и объекты, принадлежащие одному слою. Получается так, что объекты отдельного слоя сохраняются в отдельный файл, имеют свою систему идентификаторов, к которой можно обращаться как к некоторому множеству. Как видно из рис.4.4., в отдельные слои вынесены промышленные районы, торговые центры, автобусные маршруты, дороги, участки учета населения. Часто один тематический слой делится еще и по горизонтали – по аналогии с отдельными листами карт. Это делается для удобства администрирования БД и во избежание работы с большими файлами данных.

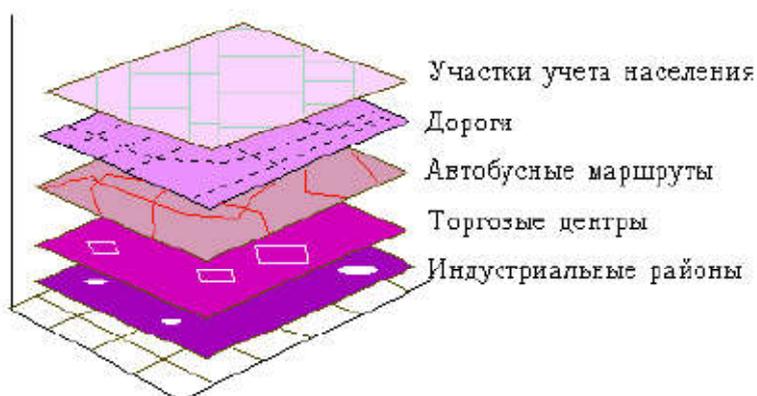


Рисунок 4.4. Пример слоевой организации данных

В рамках слоевой модели существует две конкретных реализации: векторно-топологическая и векторно-нетопологическая модели. Об основах этих моделей мы говорили в первом модуле, когда рассматривали ГИС на основе векторной модели представления данных.

Первая реализация – векторно-топологическая, рис.4.5. В этой модели есть ограничения: в один лист одного тематического слоя можно поместить объекты не всех геометрических типов одновременно. К примеру, в системе ARC/INFO в одном покрытии можно поместить или только точечные или только линейные, или полигональные объекты, либо их комбинации, исключая случай “точечные + полигональные” и три типа объектов сразу.

Векторно-негеологическая модель организации данных – это более гибкая модель, но часто в один слой помещаются только объекты одного геометрического типа. Число слоев при слоевой организации данных может быть весьма большим и зависит от конкретной реализации. При слоевой организации данных удобно манипулировать большими группами объектов, представленных слоями как единым целым. Например, можно включать и выключать слои для визуализации, определять операции, основанные на взаимодействии слоев.

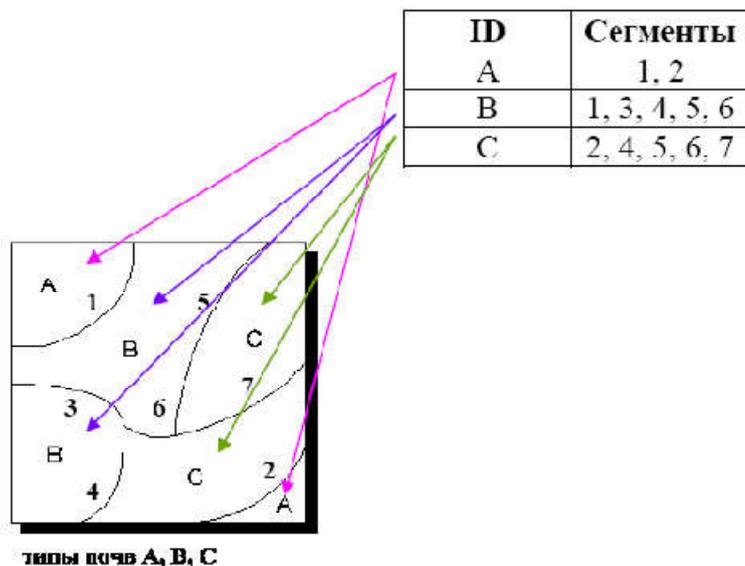


Рисунок 4.5. Векторно-топологическая модель организации данных.

Следует отметить, что слоевая модель организации данных абсолютно преобладает в растровой модели данных.

Наряду со слоевой моделью используют объектно-ориентированную модель. В этой модели используется иерархическая сетка (топографический классификатор), рис. 4.6.

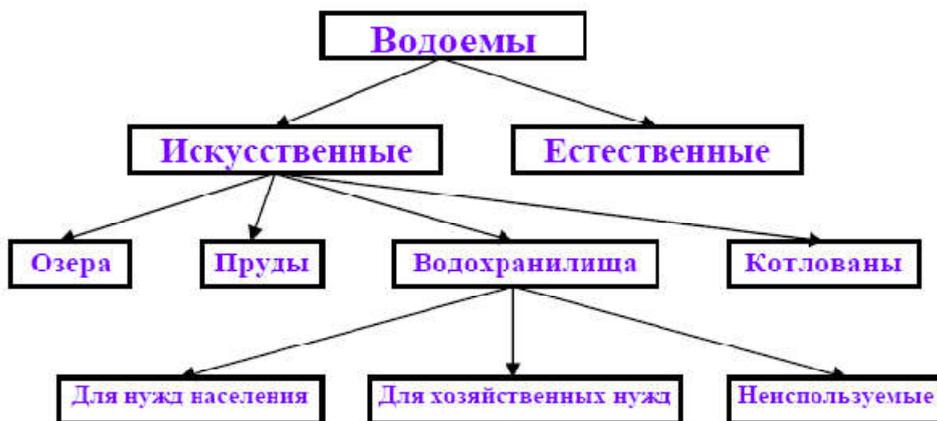


Рисунок 4.6. Пример топографического классификатора.

В объектно-ориентированной модели акцент делается на положение объектов в какой-либо сложной иерархической схеме классификации и на взаимоотношения между объектами. Этот подход менее распространен, чем слоевая модель по причине трудности организации всей системы взаимосвязей между объектами.

### Принципы организации информации в ГИС

Как говорилось выше, информация в ГИС хранится в географической и атрибутивной базах данных. Рассмотрим принципы организации информации на примере векторной модели представления пространственных данных.

Любой графический объект можно представить как семейство геометрических примитивов с определенными координатами вершин, которые могут исчисляться в любой системе координат. Геометрические примитивы в разных ГИС различаются, но базовыми являются уже известные Вам точка, линия, дуга, полигон. Расположение точечного объекта, например, угольной шахты, можно описать парой координат  $(x, y)$ . Такие объекты, как река, ЛЭП, водопровод, железная дорога описываются набором координат  $(x_1, y_1; \dots; x_n, y_n)$ , рис.4.7. Площадные объекты типа речных бассейнов, сельхоз угодий или избирательных участков представляются в виде замкнутого набора координат  $(x_1, y_1; \dots; x_n, y_n; x_1, y_1)$ . Векторная модель наиболее пригодна для описания отдельных объектов и менее всего подходит для отражения непрерывно изменяющихся параметров.

Кроме координатной информации об объектах в географической БД может храниться информация о внешнем оформлении этих объектов. Это может быть толщина, цвет и тип линий, тип и цвет штриховки полигонального объекта, толщина, цвет и тип его границ. Каждому геометрическому примитиву сопоставляется атрибутивная информация, описывающая его количественные и качественные характеристики. Она хранится в полях табличных баз данных, которые предназначены для хранения информации разных типов: текстовая, числовая, графическая, видео, аудио. Семейство геометрических примитивов и его атрибутов (описаний) образует простой объект.

Современные объектно-ориентированные ГИС работают с целыми классами и семействами объектов, что позволяет пользователю получать более полное представление о свойствах этих объектов и присущих им закономерностях.

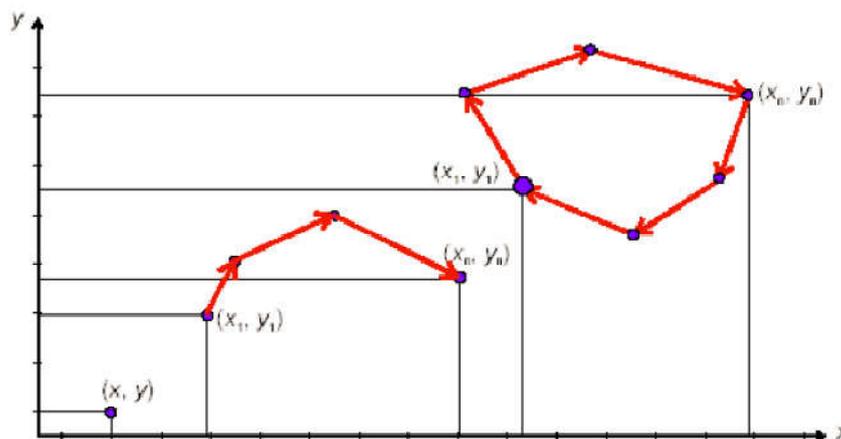


Рисунок 4.7. Пример использования векторной модели для описания геообъектов.

Взаимосвязь между изображением объекта и его атрибутивной информацией возможна посредством уникальных идентификаторов. Они в явной или неявной форме существуют в любой ГИС.

Во многих ГИС пространственная информация представляется в виде отдельных прозрачных слоев с изображениями географических объектов. Размещение объектов на слоях зависит в каждом отдельном случае от особенностей конкретной ГИС, а также особенностей решаемых задач. В большинстве ГИС информацию на отдельном слое составляют данные из одной таблицы БД. Бывает, что слои образуются из объектов, составленных из однородных геометрических примитивов. Это могут быть слои с точечными, линейными или площадными географическими объектами. Иногда слои создаются по определенным тематическим свойствам объектов, например, слои железнодорожных линий, слои водоемов, слои природных ископаемых. Практически любая ГИС позволяет пользователю управлять слоями. Основные управляющие функции – это видимость/невидимость слоя, редактируемость, доступность. Кроме всего, пользователь может увеличивать информативность цифровой карты путем вывода на экран значений атрибутов пространственных. Многие ГИС используют растровые изображения в качестве фундаментального слоя для векторных слоев, что также повышает наглядность изображения.

## Анализ информации в ГИС

Любая современная ГИС содержит в себе набор средств для анализа пространственно-атрибутивной информации являются. Используя аналитические функции ГИС можно получить ответы на такие вопросы, как:

- Где расположен объект А?
- Каково расположение объекта А по отношению к объекту В?
- Какое количество объектов А располагается в пределах расстояния D от объекта В?
- Какое значение имеет функция Z в точке X?
- Каковы размеры объекта В?
- Что получится в результате пересечения объектов А и В?
- Какой маршрут от объекта X до объекта Y будет оптимальным?
- Какие объекты расположены внутри объектов X1, X2, ..., Xn?
- Сильно ли изменится пространственное распределение объектов после изменения существующей классификации?
  - Что произойдет с объектом А, если изменить объект В и его местоположение относительно А?

Запросы в ГИС можно задавать как простым кликом мышью на объекте, так и с помощью развитых аналитических средств. В группе со средствами стандартного языка структурированных запросов SQL (Structured Query Language) аналитические возможности ГИС дают пользователю мощные и настраиваемые инструменты для обработки и управления информацией.

Выделим основные функции ГИС, связанные с анализом пространственно-атрибутивной информации.

Возможности непространственного (атрибутивного) анализа:

- запрос по атрибутам и их отображение;
- поиск цифровых карт и их визуализация;
- классифицирование непространственных данных;
- картографические измерения (расстояние, направление, площадь);
- статистические функции.

Возможности пространственного анализа:

- “оверлейные” операции;
- анализ близости;
- сетевой анализ;
- поиск объектов;
- анализ видимости-невидимости;
- прогнозирование;
- картометрические функции;
- интерполяция;
- зонирование;
- создание контуров;
- декомпозиция и объединение объектов;
- буферизация;
- переклассификация.

Аналитические методики картографических данных в ГИС мало чем отличаются от методик анализа информации на традиционных картах. Измерение количественных параметров объектов и их математическая обработка являются общепринятыми. Однако расчеты проводятся настолько быстро, что это позволяет за малые интервалы времени проверять огромное число предположений и гипотез и подбирать наиболее подходящие из них.

Пространственное расположение объектов исследуется при помощи операций анализа размещения, связей и других геопространственных взаимоотношений объектов и их атрибутов. К таким операциям можно отнести буферизацию, анализ близости, оверлейный и сетевой анализ, районирование и др. Комбинируя перечисленные операции можно решать достаточно сложные пространственные задачи.

## **Раздел 5. Организация работы с ГИС. Создание ГИС и использование ГИС.**

### **Ввод информации в ГИС**

Ввод данных – это процедура, связанная с кодированием данных в компьютерно-читаемую форму и их записью в базу данных ГИС.

Выделяют три главных этапа ввода данных:

- сбор данных;
- редактирование и очистка данных;
- географическое кодирование данных.

Последние два этапа называются также предварительной обработкой данных. В процессе такой обработки накапливается новый класс данных – метаданные (данные о данных). Метаданные обычно содержат:

- дату получения;
- точность позиционирования;
- точность классификации;
- степень полноты;
- метод, использованный для получения и кодирования данных.

Рассмотрим способы ввода данных в ГИС. Первый способ – это ввод информации при помощи клавиатуры. Этот тип ввода, главным образом, используется для атрибутивных данных. Обычно ввод с клавиатуры совмещают с ручной оцифровкой.

Второй способ ввода – ручная оцифровка при помощи дигитайзера. Этот способ наиболее широко используется для ввода пространственных данных с традиционных карт. Эффективность и качество оцифровки зависит от качества программного обеспечения оцифровки и умения оператора. Данный способ требует больших временных затрат и допускает наличие ошибок.

Следующий способ ввода – сканирование карт, позволяющее получать их цифровое изображение. Современные высокоразрешающие сканеры позволяют сканировать карты с разрешением около 20 микрон (0.02 мм). Полученный цифровой снимок нуждается в обработке и редактировании для улучшения качества. При этом изображение преобразовывают в векторный формат. Сканированные изображения могут непосредственно использоваться для производства карт.

Кроме того, есть еще один способ ввода данных в ГИС – ввод существующих цифровых файлов. Дело в том, что многие ведомства и организации имеют обширные базы данных географической информации. Наборы таких данных должны быть доступны, а получение данных должно осуществляться при помощи сетевых технологий. Приобретение и использование существующих цифровых наборов данных является наиболее эффективным способом заполнения ГИС.

### **Ввод данных в ГИС с растровой моделью данных**

Растровая модель является оптимальной для работы с непрерывными свойствами объектов. Растровое изображение – это набор значений для отдельных элементов (растров, ячеек, пикселей). Отдельный растр характеризуется координатами, глубиной цвета (в цветных растрах), градацией серого цвета (серая шкала), черного или белого цвета (в черно-белых изображениях). В общем случае растровая картина – это обычное фотоизображение, которое получено сканированием традиционной бумажной карты или аэро- и космического фотографированием участка земной поверхности. Растровое изображение можно охарактеризовать разрешением, измеряемым в единицах dpi (dot's per inch – точек на дюйм) и указывающим, сколько пикселей располагается в одном дюйме изображения. Чем выше разрешение, тем качественнее и информативнее изображение. Но не следует забывать, что с увеличением разрешения увеличивается и файл растрового изображения. В ГИС обычно используются растровые изображения, разрешение которых лежит в диапазоне 200–600 dpi (исключением могут быть только аэро- и космоснимки, разрешение которых может достигать нескольких тысяч dpi).

## Картометрические функции

Картометрические функции – это операции, позволяющие измерять расстояния, площади, периметры, объемы, заключенные между секущими поверхностями и т.д., рис.5.1. Как правило, такие операции являются обязательными внутренними функциями ГИС.

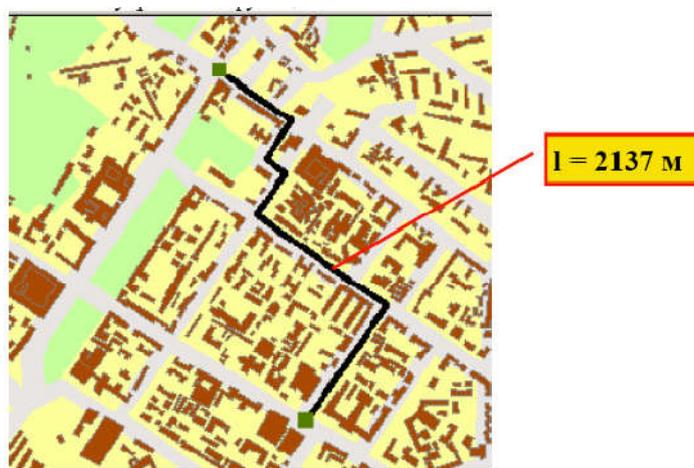


Рисунок 5.1. Измерение расстояния.

Картометрические измерения тесно связаны с морфометрическими (morphometry) измерениями, суть которых заключается в вычислении морфометрических показателей (morphometric indices, morphometric parameters), т.е. показателей формы и структуры явлений (извилистости, расчленения, плотности и мн. др.) на основе картометрических определений. Измерения и исчисления по тематическим картам иногда выделяют в особый раздел – тематическую картометрию и морфометрию (thematic cartometry and morphometry).

Процесс вычисления картометрических и морфометрических функций состоит в определении координат, направлений, дистанций, периметров, размеров, площадей, форм объектов, а также параметров дистанционной съемки, полученных по стереопаре (стереологические параметры). При проведении картометрических измерений нужно знать, что:

- процесс вычисления координат объектов различается для разных примитивов: проще всего вычислить координаты точек -  $(x, y)$ , затем линий –  $(x_1, y_1; \dots; x_n, y_n)$ , и, наконец, полигонов –  $(x_1, y_1; \dots; x_n, y_n; x_1, y_1)$ . Для линий иногда приходится вычислять дополнительные характеристики, такие как длина и угол простираения. Для полигонов чаще всего определяют периметр, площадь, размеры;

- форму обычно охарактеризовывают такими параметрами, как факторы формы круга и эллипса. Фактор формы круга показывает насколько полигон близок к кругу, т.е. фигуре, площадь которой ограничена наименьшим периметром. Для круга фактор формы круга равняется 1. С увеличением периметра фигуры при неизменной площади значение фактора формы круга уменьшается до 0. Фактор формы эллипса говорит о близости фигуры к эллипсу (изменение значений этого фактора такое же, как для круга);

- вычисление стереологических параметров необходимо для описания объемной (3d) структуры объектов. Фундаментом для расчета параметров служат значения площади и периметра примитива, полученные с карты. В большинстве случаев, этими параметрами описывают структуры, элементы которых связаны между собой в пространстве.

## Районирование

Процесс районирования (зонирования) состоит в объединении объектов на карте в большие регионы или территории для обобщения данных по этим территориям. Районирование используется в самых различных задачах, таких, как создание и анализ территорий сбыта, избирательных округов, территорий, обслуживаемых подразделениями аварийной службы, маршрутов доставки, анализ распределения ресурсов и т.д. ГИС создает тематическую карту методом индивидуальных

значений, в которой тематической переменной является название территории. На этой карте цветами обозначены различные территории – районы. Специальное окно обычно показывает данные о районах в табличной форме. Кроме того ГИС позволяет динамически отслеживать изменения в данных по районам при переносе объектов из одного района в другой. Районирование чаще всего используется для оптимизации территориального планирования и решения задач иногда называемых “балансировкой (выравниванием) территорий”.

При районировании не создается новых географических объектов на карте, а также не вносятся никаких постоянных изменений в стили существующих объектов. Районирование представляет собой инструмент динамической группировки существующих объектов и анализа соответствующих данных. Однако пользователь ГИС может зафиксировать изменения в объектах, сохранив в виде отдельной таблицы результаты районирования. Районирование можно осуществить для любой таблицы, содержащей графические объекты типа область, линия или точка. Различные районы изображаются различными штриховками, типами линий или символов. Число районов для каждой таблицы обычно не может превышать 300.

Районирование особенно полезно при большом разбросе значений данных, когда необходимо оценить различные сценарии разделения. Районирование можно применять для создания новых территориальных единиц или для перепланирования существующего деления.

### **Сетевой анализ**

Сетевой анализ направлен на решение задач по определению ближайшего, наиболее выгодного сетевого (это может быть транспортная сеть, сеть телекоммуникаций и т.д.) маршрута (рис.5.2), установлению уровней нагрузки на сеть, определению зон влияния на объекты сети других объектов. Сетевой анализ часто используют в процессе принятия решений по транспортным задачам, по проектированию и эксплуатации разнообразных сетей инженерных коммуникаций и т.д.



Рисунок 5.2. Определение наиболее выгодного маршрута.

Сетевой анализ нацелен на обработку данных линейных объектов, которые имеют разветвленную (древовидную) структуру. Он может быть использован, например, при анализе геологических данных по интенсивности спектральных линий.

Для решения более сложных исследовательских задач используется моделирование распределения пространственных и атрибутивных параметров графических объектов методом регулярной ячейки. Этот метод представляет из себя набор пространственных операций, в процессе выполнения которых территория разбивается на регулярные ячейки строго установленного размера и вычисляются статистические значения пространственных или атрибутивных данных объектов в этих ячейках. Регулярная ячейка представляет из себя двухмерный пространственный объект, элемент разбиения земной поверхности линиями регулярной сети, то есть регулярно-ячеистого

представления пространственных объектов, в отличие от пикселя (как элемента растрового представления), образуемого разбиением линиями растра изображения (а не земной поверхности).

### Другие аналитические операции

**Анализ видимости-невидимости** – это одна из операций по обработке цифровых моделей рельефа, которая обеспечивает оценку поверхности с точки зрения видимости или невидимости отдельных его частей путем выделения зон и построения карт видимости-невидимости с некоторой точки обзора или множества точек, заданных их положением в пространстве (источников или приемников излучений).

Пространственный анализ видимости-невидимости основан на оценке взаимной видимости двух точек. Анализ видимости-невидимости применяется для оценки влияния рельефа (в особенности горного) или рельефности городской застройки на величину зоны устойчивого радиоприема (радиовидимости) при проектировании радио- и телевещательных станций, радиорелейных сетей и систем мобильной радиосвязи.

**Анализ близости** – представляет собой пространственно-аналитическую операцию, основанную на поиске двух ближайших точек среди заданного их множества (поиск кратчайшего расстояния) и используемую в различных алгоритмах пространственного анализа. При обработке геологической информации это может быть локализация ближайших точек в геохимических аномалиях с заданными параметрами.

### Подготовка отчетов, карт, схем

Современные полнофункциональные геоинформационные системы обладают развитыми средствами генерации различных выходных форм. Помимо стандартных генераторов отчетов, которые применяются в обычных СУБД, в ГИС встроены средства издания компьютерных карт различного назначения. Следует отметить, что их печать производится на основе фундаментальных требований, которые предъявляются к традиционным бумажным картам, произведенным на обычном типографском оборудовании. Заданный масштаб изображения в процессе печати контролируется высокоточными средствами. Полнофункциональные ГИС предоставляют возможность создания широкого диапазона легенд карт, различных вставок и отчетов, рис.5.3.

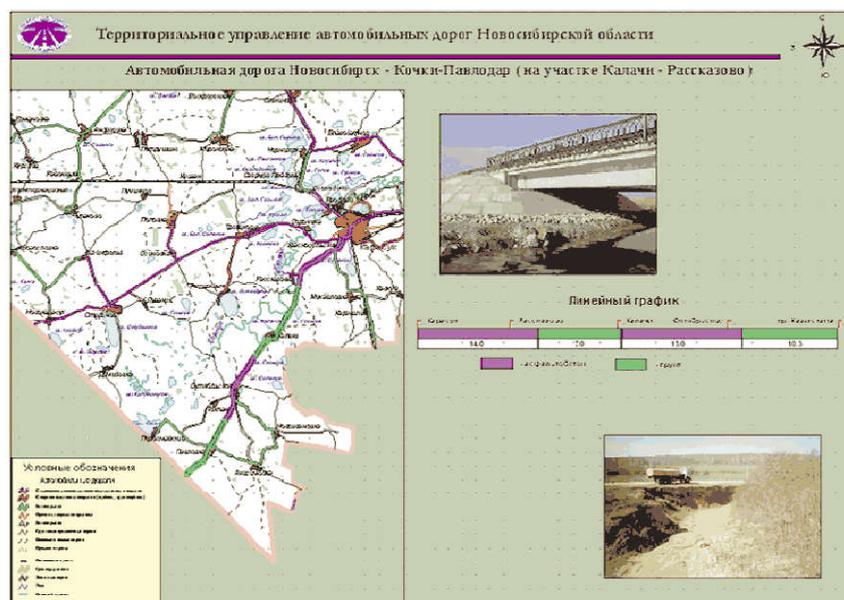


Рисунок 5.3. Пример отчета.

Печатая карты, можно столкнуться с такой проблемой, как корректная цветопередача изображения. Ошибки в цветопередаче объясняются отличиями моделей описания цветовых палитр

изображения на экране монитора и используемых в принтерах (плоттерах). Эту проблему можно решить, используя дополнительное специализированное программное обеспечение.

### Моделирование пространственных задач

Модель – это есть математический или визуальный способ описания объектов, процессов или явлений, которые не могут наблюдаться непосредственно. Модели нам нужны для создания упрощенных представлений окружающей нас действительности. Как говорилось в предыдущем модуле, в ГИС это делается путем представления реальности в виде набора слоев карты и связей между ними, рис.5.4.

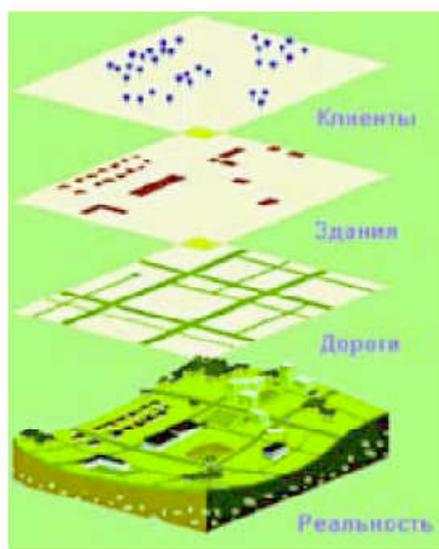


Рис.5.4. Слои карты.

Для создания пространственной модели, адекватной окружающему миру, используют средства пространственного анализа. Пространственное моделирование – это процесс анализа характеристик различных слоев для каждого местоположения, применяемый для решения пространственных задач. Обычно ГИС наносит на выбранные слои сеть с прямоугольными ячейками, которая называется гридом (от англ. grid – решетка, сеть). Каждая ячейка представляет определенное местоположение и имеет определенное значение для каждого слоя карты. Ячейки для разных слоев накладываются друг на друга, описывая каждое местоположение различными атрибутами.

Большинство пространственных моделей включают в себя поиск оптимального местоположения. Это, например, модели выбора участков или модели пригодности. Их целью является определение наиболее подходящего места для выращивания гибридной сельскохозяйственной культуры, бурения нефтяной скважины, строительства детского садика. Несмотря на значительные различия в шкалах и требованиях к данным, способы решения подобных задач похожи.

Допустим, нам необходимо выбрать оптимальное место для строительства нового магазина. Для решения этой задачи нужно создать модель пригодности. При таком типе модели характеристики оцениваются по их пригодности, а затем комбинируются для создания комплексной карты пригодности для каждого местоположения, учитывающей все переменные величины.

Процесс решения подобной задачи разбивается на четыре этапа:

1. Формулировка задачи
2. Разбиение задачи на составные части
3. Присвоение объектам значений пригодности
4. Решение задачи

## Раздел 6. Основы работы с ГИС MapInfo Professional. Программные продукты MapInfo

На сегодняшний день основными программными продуктами компании MapInfo являются:

- MapInfo Professional – полнофункциональная геоинформационная система, рис.6.1;
- MapBasic – среда программирования для MapInfo Professional;
- MapInfo SpatialWare – технология управления пространственной информацией в БД SQL Server/Informix;
- MapInfo MapX – библиотека разработчика приложений;
- MapXtreme – программное обеспечение для разработки картографических приложений для Intranet или Internet.

В дополнение к традиционным для СУБД функциям, ГИС MapInfo Professional позволяет собирать, хранить, отображать, редактировать и обрабатывать картографические данные, хранящиеся в базе данных, с учетом пространственных отношений объектов.

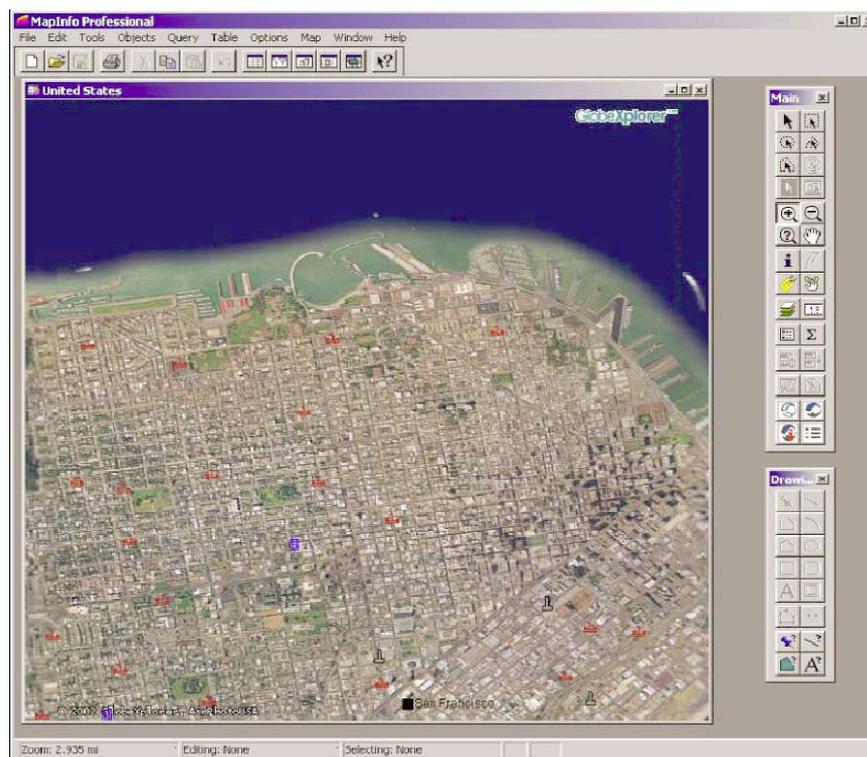


Рисунок 6.1. Интерфейс ГИС MapInfo.

Источники данных MapInfo:

- Обменные векторные форматы САПР и геоинформационных систем: AutoCAD (DXF, DWG), Intergraph/MicroStation Design, ESRI Shape файл, ARC/INFO Export, а также растровые карты в форматах GIF, JPEG, TIFF, PCX, BMP, MrSID, PSD, ECW, BIL (снимки SPOT) и GRID (GRA, GRD). В MapInfo можно отображать данные, полученные с помощью GPS и других электронных геодезических приборов.

- Файлы Excel, Access, xBASE, Lotus 1-2-3 и текстовые, в которых кроме атрибутивной информации могут храниться координаты точечных объектов.

- ГИС MapInfo может выступать в роли “картографического клиента” при работе с такими известными СУБД, как Oracle и DB2, поскольку поддерживает эффективный механизм взаимодействия с ними через протокол ODBC. Более того, доступ к данным из СУБД Oracle возможен и через внутренний интерфейс (OCI) этой базы данных.

В одном сеансе работы одновременно могут использоваться данные разных форматов. Встроенный язык запросов SQL, благодаря географическому расширению, позволяет организовывать выборки с учетом пространственных отношений объектов, таких как удаленность, вложенность, перекрытия, пересечения, площади объектов и т.п. Запросы к базе данных можно сохранять

в виде шаблонов для дальнейшего использования. В MapInfo имеется возможность поиска и нанесения объектов на карту по координатам, адресу или системе индексов.

#### **Способы представления данных:**

**Карта и список.** В окне Карты доступны инструменты редактирования и создания картографических объектов, масштабирования, изменения проекций и другие функции работы с картой. Связанная с картографическими объектами атрибутивная информация хранится в виде таблиц, данные из которых можно представить в виде графиков и диаграмм различных типов.

**Легенда.** В окне Легенды отображаются условные обозначения объектов на карте и тематических слоев.

**Отчет.** В окне Отчета предоставляются средства масштабирования, макетирования, а также сохранения шаблонов многолистных карт. Работая с MapInfo, можно формировать и распечатывать отчеты с фрагментами карт, списками, графиками и надписями. При выводе на печать MapInfo использует стандартные драйверы операционной системы.

**Тематические карты.** Для наглядного представления и картографического анализа пространственных данных в ГИС MapInfo используется тематическое картографирование. MapInfo предлагает следующие методы построения тематических карт: диапазоны значений, столбчатые и круговые диаграммы, градуированные символы, плотность точек, отдельные значения, непрерывная поверхность. Сочетание тематических слоев и методов буферизации, районирования, слияния и разбиения объектов, пространственной и атрибутивной классификации позволяет создавать синтетические многокомпонентные карты с иерархической структурой.

#### **Интеграция с другими приложениями:**

ГИС MapInfo открывает большие возможности для разработчиков геоинформационного программного обеспечения. Использование современных методов взаимодействия между Windows приложениями позволяет интегрировать окно Карты MapInfo в программы, написанные на языках Delphi, Visual Basic, C++, PowerBuilder и др. Совместное использование MapInfo и среды разработки MapBasic дает возможность каждому создавать специфические приложения для решения конкретных прикладных задач.

## **Раздел 7. Основы работы с ГИС ArcView.**

### **Инструментальная ГИС ARC/INFO 7.2.1.**

Программный продукт ARC/INFO – это одна из первых профессиональных ГИС, ориентированная на работу с пространственной информацией, хранимой в базе данных. В результате её внедрения произошел настоящий переворот в цифровой картографии и в способах работы с пространственной информацией. ARC/INFO состоит из базового комплекта программ и дополнительных модулей, которые могут приобретаться отдельно в дополнение к базовому комплекту. Базовый комплект программного обеспечения представляет собой полнофункциональную ГИС для работы в различных прикладных областях. Он поддерживает весь цикл работ по созданию и использованию ГИС от ввода данных и их редактирования до организации информационных запросов анализа пространственной информации и подготовки чистой картографической продукции в виде твердых копий. На рис. 7.1. представлен интерфейс ГИС ARC/INFO.

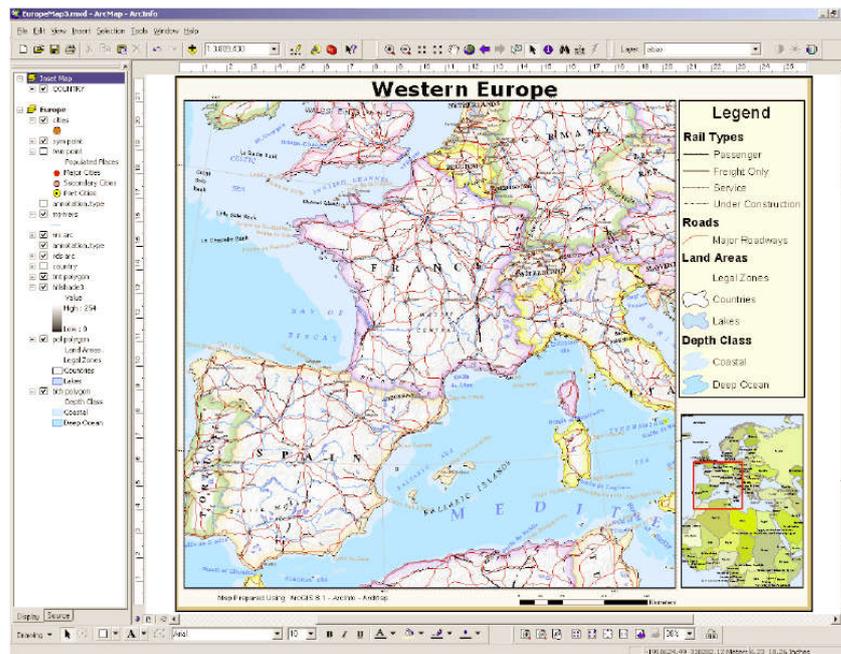


Рисунок 7.1. Интерфейс программы ARC/INFO.

ARC/INFO версии 7.2. для ПК с операционной средой Windows включает следующие модули COGO, GRID, TIN, NETWORK, ARCSAN, ARCEXPRESS, ARCPRESS, ARCSTORM, ARCFM, ARCSDE.

Программное обеспечение ARC/INFO включает средства для создания карт и их редактирования, ввода и преобразования данных, управления картографическими базами данных (рис.7.2), наложения карт и пространственного анализа, диалогового отображения и запроса адресного геокодирования, моделирования поверхностей и их отображения, построения карт по данным геодезической съемки, решение задач земельного кадастра, управление распределением земельных участков и др.

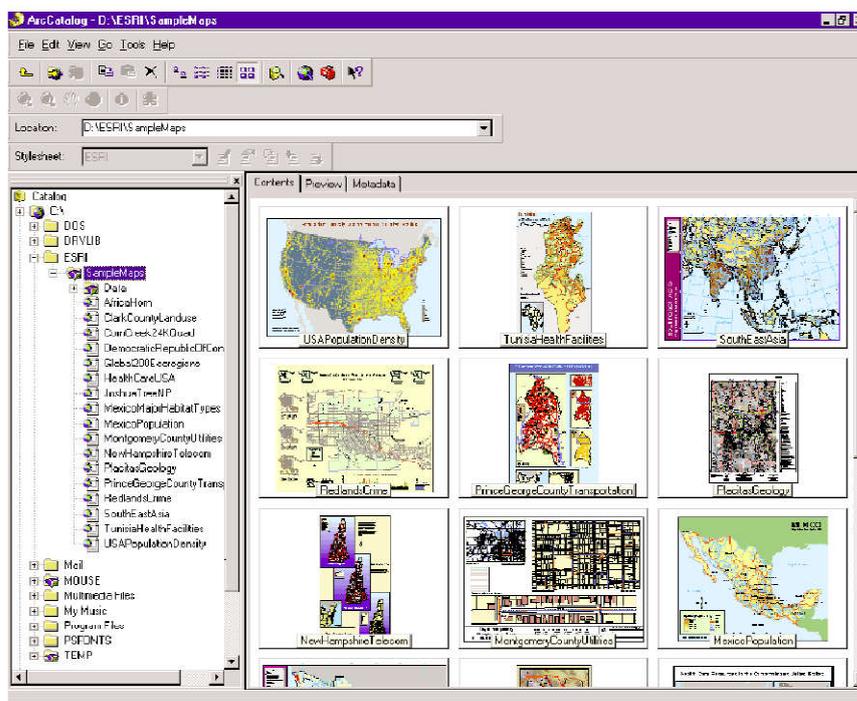


Рисунок 7.2. Каталог картографической информации ARC/INFO.

Для ARC/INFO характерна множественная открытость. Её функции одинаковы при работе под ОС UNIX и Windows. Существенным шагом к открытости является добавление в систему модуля ODE (Open Development Environment) – открытой среды разработки, который позволяет использовать стандартные среды программирования, такие как Visual Basic, Visual C++, Delphi, Power Builder на платформе Windows и C, Motif, Tcl/Tk – на платформе UNIX, для создания собственных интерфейсов и наборов функций для работы с ГИС.

Требования к ПК для работы с ARC/INFO: ОС Windows 2000/XP, 32 Mb RAM (минимум), место на диске: NTFS - 365Mb, RAM/FAT - 440 Mb, page files - 100Mb (минимум). Рекомендуются процессоры начиная от Pentium 133, 32Mb видеопамяти, HDD 10-20 Gb, хороший большой монитор.

Программное обеспечение ARC/INFO способно использовать “плавающие рабочие места”. Это позволяет оптимально распределять вычислительные ресурсы среди пользователей ГИС в сети.

При помощи ПО ARC/INFO для рабочих станций можно управлять распределением географической информации по сети и в тоже время, поддерживать целостность базы данных. В состав ARC/INFO, начиная с версии 7.0, входит менеджер пространственных баз данных ARCSTORM. Использование ARCSTORM позволяет обеспечить одновременный доступ большого числа пользователей в сети к картографическим базам в режиме одновременного редактирования карт, а не только в режиме получения информации. ARCSTORM обеспечивает блокировку на уровне картографических объектов, а не листов карты, причем одновременно блокируются и типологически связанные с редактируемым объектом и записи в таблицах атрибутов, в том числе и находящиеся во внешней по отношению к ARC/INFO базе данных. ARCSTORM также позволяет отслеживать всю историю изменений в картографической базе данных, как графических объектов, так и их атрибутов. Имеется возможность возврата к одному из предыдущих состояний базы данных. Это особенно полезно для таких задач, как земельный кадастр, управление распределением земельных участков.

Модуль DATABASE INTEGRATOR системы ARC/INFO для рабочих станций обеспечивает связывание картографических данных с табличными данными в самых мощных реляционных СУБД.

Таким образом, пользователь геоинформационной системы ARC/INFO имеет возможность использовать для хранения атрибутивной информации не только встроенную СУБД, входящую в комплект поставки ARC/INFO, но и такие СУБД как Oracle, Ingres, Informix, Sybase. Подключение к базам данных в этих системах происходит на уровне пользовательских команд без необходимости программирования. Помимо указанных систем, с помощью специальных средств разработчика возможно подключение и других внешних SQL СУБД.

ARC/INFO для рабочих станций является одновременно как системой для конечного пользователя ГИС с удобным графическим интерфейсом, диалоговыми системами меню и системой контекстных подсказок, так и мощным инструментальным средством разработчика. Программное обеспечение ARC/INFO для рабочих станций включает ГИС-язык четвертого поколения AML. Пользователь легко и быстро может создавать собственные макрокоманды и удобные многооконные интерфейсы и меню, а также разрабатывать собственные сложные прикладные системы для решения специфических задач. Разработчик может, например, реализовать в среде ARC/INFO свои математические модели сложных процессов, таких как распространение загрязнения в природной среде или развития лесного пожара, так что пользователь будет иметь возможность интерактивно работать с этой моделью, используя картографическое представление для отображения результатов и управления моделью. Пользователи могут применять пиктограммы, кнопки выбора и управления, прокрутку, скользящие линейки и другие графические средства.

Пакет включает усовершенствованный пользовательский интерфейс ARCTOOLS, который работает с помощью экранных форм меню. С версии 7.0 добавлены новые средства ARCTOOLS для целей редактирования, запроса/просмотра данных, сетевого моделирования поверхностей, моделирования на регулярной сетке. Поскольку весь графический интерфейс реализован на макроязыке ARC/INFO AML, и пользователю предоставляется библиотека исходных текстов этих мак-

росов, то при необходимости интерфейс может быть адаптирован и расширен для специально разработанных приложений.

С версии 7.0 модель данных ARC/INFO расширена для поддержки класса обобщенных объектов, а именно площадных объектов, называемых регионами. Регионы напоминают концепцию “маршрута”, используемую в ARC/INFO для группировки линий. Регионы дают возможность прямого моделирования перекрывающихся полигонов и классов множественных площадных объектов, которые имеют общие геометрические части, без необходимости перестройки топологии и выполнения оверлейных операций.

С версии 7.0 расширены возможности модуля ARCEDIT. Усовершенствования включают: прямое редактирование полигонов и регионов (областей), интерактивное построение топологии, улучшенные средства редактирования трасс, непосредственная визуальная обратная связь с динамическим перемещением графического курсора, возможность редактирования групп объектов за одну операцию. Эти расширения упрощают использование ARCEDIT и ускоряют работу.

ARC/INFO для рабочих станций придерживается современных вычислительных стандартов и стандартов разработки программного обеспечения, таких как:

- Структурное программирование.
- Операционные системы UNIX и Windows NT/2000/XP.
- Архитектура реляционной базы данных с SQL.
- Коммуникационные стандарты, такие как Ethernet, TCP/IP, NFS, NCS, SNA.
- Макроязык AML – ГИС-язык четвертого поколения.
- Стандарты обмена данными – Digital Line Graphs (DLG), Integrated Geographic Encoding and Referencing (TIGER), Dual Independent Map Encoding (DIME), PostScript, AutoCAD Data Exchange File (DXF) и др.

• Поддержка технологического стандарта графики для всех современных терминалов, дигитайзеров, и соответствующей графической периферии с использованием стандартов VCGL, HPGL, HPGL2 и др.

• Интеграция с передовыми коммерческими системами управления базами данных с помощью DATABASE INTEGRATOR.

#### **Модуль ARC/INFO COGO**

Модуль напрямую связывает технологию ГИС с программными средствами, используемыми для управления земельным кадастром, данными геодезических съемок, контроля за паспортами земельных участков, составления карт-основ для инженерных и кадастровых целей. Модель данных ARC/INFO COGO расширяет определения линии, кривой, точки и области для включения описательной информации, такой как измерение расстояния, угол, азимут и площадь. Эта информация становится атрибутом линии, кривой, площади или точки.

При помощи ARC/INFO COGO можно проводить следующие работы:

- Управление земельным кадастром.
- Оценка собственности.
- Создание базовых карт для кадастров и инженерных целей.
- Контроль за развитием.

#### **Модуль ARC/INFO GRID**

Этот модуль предназначен для расширения возможностей растрового моделирования в системе ARC/INFO и превращает её в интегрированную растрово-векторную ГИС. GRID предоставляет мощный набор инструментов для анализа и манипулирования непрерывно распределенными признаками, числовыми и качественными, которые эффективно представлять в виде регулярных моделей. Модуль GRID может быть использован в таких областях как комплексный анализ непрерывных признаков и моделирование сложных процессов. GRID может применяться в области гидрологического анализа, геологического прогнозирования, анализа расстояний, многомерного статистического анализа пространственных данных, оптимизация выбора трассы с использованием стоимостной поверхности.

#### **Модуль ARC/INFO TIN**

Этот модуль является функционально полной системой моделирования топографических поверхностей для анализа и отображения непрерывных географических явлений, например, рельефа местности, а также физических поверхностей, таких как уровень шума, плотность населения, геофизические поля.

Название TIN расшифровывается как нерегулярная триангуляционная сеть (Triangulated Irregular Network). Модель данных TIN является наиболее удобным и эффективным способом представления поверхностей в трехмерном пространстве и обеспечивает высокую эффективность применения TIN. Она полностью интегрирована в среду ARC/INFO, поверхности могут быть построены как в виде триангуляционной сети, так и в виде регулярной матрицы точек с использованием в качестве исходных данные по нерегулярной сети точек, данные, заданные в виде карт изолиний и другие.

#### **Модуль ARC/INFO NETWORK**

Модуль NETWORK предназначен для работы с сетями типологически связанных объектов (трубопроводы, линии коммуникаций, водотоки и дороги), чтобы максимально эффективно оценивать и управлять ресурсами, распределенными по сетям и процессами в таких сетях. Модуль служит мощным аналитическим средством для моделирования реальных сетей, таких как улицы, трубопроводные системы, телефонные линии и линии электросвязи; для поиска объекта по его адресу (привязка табличных данных к географическим объектам). Модуль обеспечивает выполнение двух основных категорий функций: пространственный анализ географических сетей и поиск объекта по его почтовому адресу (адресное геокодирование). NETWORK позволяет: рассчитывать оптимальные маршруты движения транспорта, места размещения объектов, оптимизировать районирование с учетом доступности территорий и объектов по дорожной сети.

#### **Модуль ARC/INFO ARCSCAN**

ARCSCAN предназначен для ввода картографических данных со сканеров. Включает средства создания векторной базы данных путем сканирования растровых изображений, предварительной обработки растровых изображений, растрово-векторный редактор, интерактивный конвертор из растровой формы в векторную, вывод растровых изображений на периферийные устройства и в форматные файлы.

#### **Модуль ARC/INFO ARCPRESS**

Это программный растеризатор – система, преобразующая векторную, растровую или смешанную векторно-растровую графику в формат растрового устройства вывода, растр заданного разрешения и размера. Этот продукт, по-существу, является независимой системой, а не модулем расширения ARC/INFO, хотя лицензируется по тому же принципу, что и ARC/INFO. ARCPRESS обеспечивает быструю, в большинстве случаев в разы, и более качественную распечатку растровых и растрововекторных карт и изображений на растровых устройствах вывода типа струйных и электростатических плоттеров. С векторными (перьевыми) плоттерами ARCPRESS не работает.

#### **Модуль ARC/INFO ARCSDE**

ARCSDE – обеспечивает многопользовательскую работу с большими объемами пространственных данных. В состав ARCSDE входит программа Spatial Database Engine (SDE) для систем управления реляционными базами данных (СУБД) и сервер SDE for Coverages для работы с shapefile, покрытиями и данными, которые поддерживаются в подсистеме управления пространственными данными ARC/INFO LIBRARIAN и модуле ARCSTORM.

ARCSDE позволяет более эффективно работать с массивами накопленных в ARC/INFO данных, используя открытую технологию SDE с добавленными функциями доступа других клиентов к базам данных. Через ARCSDE все пользователи ARCVIEW GIS, MapObjects и AutoCAD могут обратиться к данным всех типов, которые поддерживаются продуктами ESRI. SDE поддерживает работу в режиме клиент/сервер в неоднородных сетях через протокол TCP/IP.

### **Программный пакет ARCVIEW GIS 3.1**

ARCVIEW GIS – система, которая предназначена для отображения, редактирования, пространственного анализа, поиска и управления геопространственными данными. Это программное

средство, как и ARC/INFO, разработано фирмой ESRI. На рис.7.3. показан интерфейс программы ARCVIEW GIS.

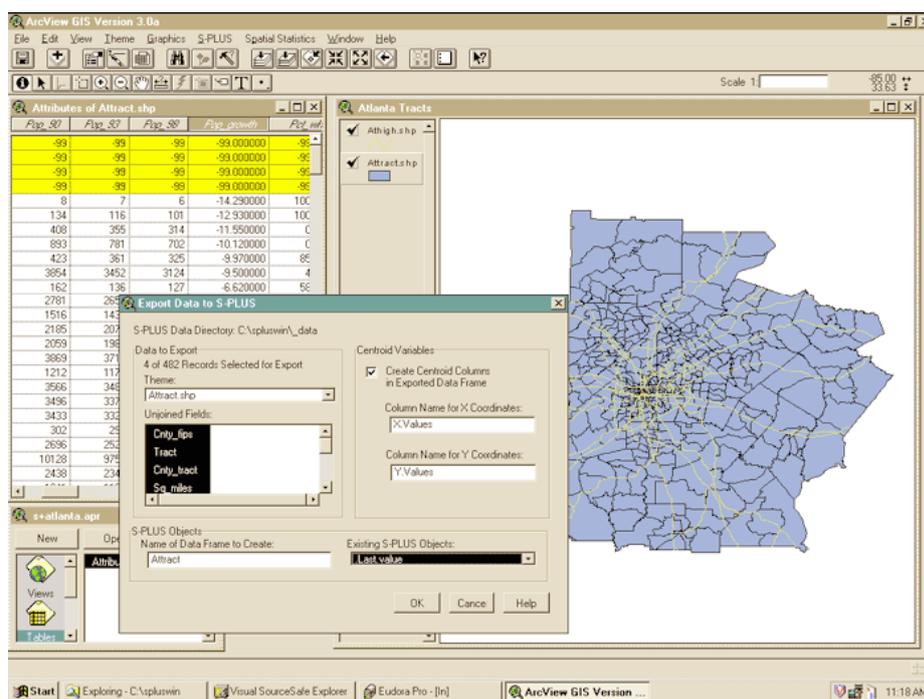


Рисунок 7.3. Интерфейс программы ARCVIEW GIS.

Многие пользователи программных продуктов ESRI для построения и управления своими географическими базами данных используют ARC/INFO, а для расширенной визуализации данных и их анализа применяют ARCVIEW. Для дальнейшего упрощения взаимодействия этих двух продуктов в ARCVIEW GIS 3.1 добавлены новые линейные символы, предназначенные для лучшей совместимости картографических отображений ARC/INFO и ARCVIEW. Кроме того, теперь возможен импорт в ARCVIEW многослойных и сложных линейных символов, имеющих в ARC/INFO.

Одна из привлекательных особенностей ARCVIEW GIS – включение в пакет программ-подсказчиков (Мастеров). Эти подсказчики облегчают использование множества новых инструментов и полезны как для новичков, так и опытных пользователей. Добавлены инструменты для создания координатных сеток и рамок карты (управление интервалами, типами линий, типом рамок).

Средства геообработки и анализа ARCVIEW позволяют проводить такие сложные пространственные операции с географическими данными как создание буферных зон вокруг картографических объектов, вырезка, слияние, пересечение, объединение тем и присвоение данных по местоположению.

К другим усовершенствованиям относятся расширение диапазона поддерживаемых дат (в промежутке от 5 млн. 800 тыс. лет до нашей эры до 5 млн. 800 тыс. лет нашей эры, что иногда требуется для геологических, археологических и т.п. приложений), возможность оцифровки карт на дигитайзере в потоковом режиме.

Ключевые особенности ARCVIEW GIS:

- Удобный и понятный интерфейс
- Доступ к множеству типов данных
- Объединение диаграмм, карт, таблиц и графики
- Мощные средства визуализации карт
- Усиленная функциональность создания отчетов
- Обновление данных “на лету”
- Исключительные возможности анализа

- Адресное геокодирование
- Развитая среда редактирования
- Интеграция снимков, картографических данных, данных САПР, таблиц и SQL баз данных
- Клиент/серверный доступ к хранилищам данных
- Встроенная программа быстрого обучения
- Простые в использовании инструменты создания текста и размещения надписей
- Полная настраиваемость
- Собственная встроенная среда разработки Avenue
- Встроенная система интерактивной справки

## **Раздел 8. Перспективы развития геоинформационных технологий.**

### **ГИС и цифровая картография**

Как уже упоминалось, создание картографической продукции с помощью компьютера можно осуществить разными способами. Существует ряд графических редакторов (CorelDraw, Adobe illustrator, Adobe Indesign и др.), которые позволяют подготавливать карты со сложным содержанием очень высокого качества. Однако, даже точные картографические изображения, созданные в графическом редакторе, нельзя именовать геоинформационной системой. Такие изображения называют цифровыми картами и рассматривают как составные элементы или результат функционирования ГИС. Очень часто понятие цифровой карты путают с понятием компьютерной карты.

В то же время далеко не всегда цифровая карта может простым путем войти в состав ГИС, даже если их внешние границы совпадают. Нужно различать цифровую карту, изготовленную для тиражирования на бумагу или пластик, и для ГИС. Обычно выделяют целый ряд признаков, которые позволяют отличать цифровые карты для ГИС от цифрового макета карты для печати, табл.8.1. Из таблицы можно увидеть, что в технологии подготовки цифровой карты для ГИС и макета для печати много принципиальных различий.

Важным признаком ГИС является географическая привязка объектов, что дает возможность пользоваться единым координатным пространством. Трансформирование из одной координатной системы в другую и изменения проекций можно выполнять, опираясь на особенности конечного продукта. Используя жесткую координатную привязку, можно с легкостью управлять одними и теми же слоями или объектами ГИС различного типа и масштабности. В итоге пользователю предоставляют набор деталей, которые можно собирать разными способами, а вид готовой ГИС будет определяться только его творческими способностями.

Другой фундаментальный признак ГИС – это применение аналитической обработки. В этом случае аналитический алгоритм составляется самим пользователем на основании запросов. Выполнив несколько последовательных операций пространственного анализа (буферизацию, объединение, вырезание, наложение), почти всегда можно получить необходимый результат. Далее мы рассмотрим подобные операции более детально и продемонстрируем их работу на примерах.

К одной из наиболее значимых функций ГИС относится возможность моделирования на их основе. В принципе человеку нужно только составить серию запросов: “что произойдет, если...”, и простейшая модель местности или географического объекта готова.

Таблица 8.1.

Отличие цифровой карты для ГИС от цифрового макета карты

Признак	Цифровая карта для ГИС	Цифровой макет карты
Форма хранения и обработки готового продукта на ПК	Набор файлов	Один файл
Координаты объектов	Реальные пространственные или местные	Условные ( в пределах отдельного изображения)
Возможность преобразования изображения из одной коор-	Да	Нет

динатной системы в другую		
Проекционные преобразования	Да	Нет
Преобразование из одного формата данных в другой формат	Да	Сложно, так как трансформация сложных графических примитивов приводит к потере данных
Топологическая корректность	В большинстве случаев да	Нет
Модель представления данных	Векторная и растровая	Векторная и растровая
Форматы представления данных	Графические примитивы и атрибутивная информация в виде баз данных	Графические примитивы
Графические примитивы	Точки, линии, полигоны	Точки, линии, полигоны, текст, фигуры и группы объектов (комбинация точек, линий, полигонов и фигур)
Структура графических объектов	Несколько слоев	Может быть как несколько, так и один слой
Легенда	Как инструмент управления визуализацией объекта	Как часть карты в виде группы графических объектов
Координатная привязка объектов	Точная	Используются выноски и смещения объектов, тем самым повышая наглядность
Подписи	Атрибут к графическим примитивам	Являются графическим объектом
Пространственные запросы	Да	Нет
Справочно-информационные запросы	Да	Только по элементам оформления карты
Моделирование	Да	Нет
Получение атрибутивной информации	Таблицы, графики и диаграммы	Нет
Возможность соединения соседних изображений	Стандартная операция	Трудоемкая ручная операция
Обработка фрагмента изображения	Да	Не всегда
Масштабирование изображений	Да	Да
Использование пространственных запросов и моделирования для создания принципиально нового изображения графических объектов	Да	Нет
Реализация тематических	Да	Да

карт, используя включение/отключение слоев и объектов		
Соблюдение стандартов представления бумажных карт	Не обязательно, чаще нет	Да
Компоновка изображения для печати	Да	Да

### Этапы разработки ГИС

Разработка программной оболочки ГИС состоит из шести этапов:

1. Анализ требований, предъявляемых к ГИС
2. Определение спецификаций
3. Проектирование системы
4. Кодирование
5. Тестирование
6. Эксплуатация и обслуживание

Следует отметить, что для реализации каждого из этапов временные затраты различны, рис.8.1.

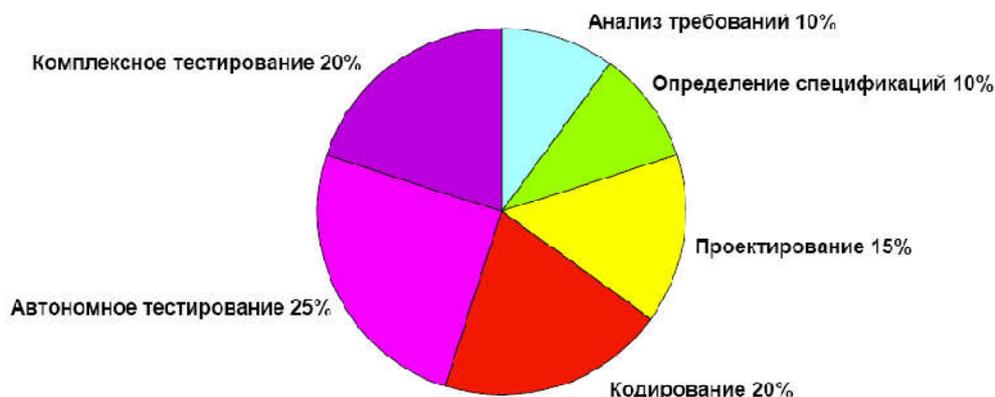


Рисунок 8.1. Затраты времени на реализацию основных этапов разработки ГИС.

Кратко проанализируем каждый из этапов. На первом этапе производится **анализ требований**, предъявляемых к разрабатываемой системе, которые сосредоточены в интерфейсе между этой системой и пользователями, которые будут её эксплуатировать. В анализ включаются такие вопросы, как время обработки информации, стоимость обработки, вероятность ошибки и др. Анализ требований может способствовать лучшему пониманию собственно решаемой проблемы и компромиссных ситуаций, что помогает выбору наилучшего решения. Следует выявить пространственно-временные ограничения, налагаемые на систему, которые в будущем могут претерпеть изменения, а также средства, используемые в её различных версиях для разных применений.

При создании ГИС перед коллективом разработчиков сразу же возникает множество проблем как технологических, так и концептуальных. Необходимо определить основные понятия, объекты и процедуры обработки информации, которые будут лежать в основе ГИС. Подходить к решению этой задачи необходимо очень ответственно, так как именно концепция будущей системы и совершенство модели данных определяет её успех и живучесть на рынке. При этом разработчикам приходится учитывать множество факторов – достоинства и недостатки концепций уже существующих систем, постоянно изменяющиеся требования со стороны прикладных задач, изменения в информационных технологиях и многое другое.

На этапе **определения спецификаций** осуществляется точное описание функций системы, задается структура входных и выходных данных, решается комплекс вопросов, имеющих отношение к структуре файлов, организации доступа к данным, обновлению и удалению последних. Спецификации выполняют только те функции, которые система должна выполнять, не указывая, каким образом это достигается. Составление подробных алгоритмов реализации функций системы на данном этапе не осуществляется.

На этапе **проектирования** разрабатываются алгоритмы, задаваемые спецификациями, и формируется общая структура информационной системы. Разрабатываемую систему разбивают на небольшие части таким образом, чтобы ответственность за реализацию каждой такой части можно было возложить либо на одного разработчика, либо на группу исполнителей. При этом для каждого определенного таким образом модуля системы должны быть сформулированы предъявляемые к нему требования: реализуемые функции, размеры модулей, время выполнения и другие.

Следующий этап – **кодирование**. Этот этап наиболее простой. При его реализации используются алгоритмические языки высокого уровня, методы структурного и объектно-ориентированного программирования. Кодирование освоено лучше, чем любой другой этап разработки программного обеспечения.

Этап тестирования – один из самых дорогостоящих этапов. Затраты на тестирование составляют половину всех расходов на создание системы. Плохо спланированное тестирование часто приводит к увеличению сроков и срыву графика работ. В процессе тестирования используются данные, характерные для системы в рабочем состоянии. План проведения испытаний должен быть составлен заранее, а большую часть тестовых данных следует определить на этапе проектирования системы.

Тестирование подразделяется на три стадии:

- автономное;
- комплексное;
- системное.

При **автономном** тестировании каждый модуль проверяется с помощью данных, подготовляемых программистами. При этом программная среда модуля имитируется с помощью программы управления тестированием, содержащей фиктивные программы вместо реальных подпрограмм (так называемые “заглушки”), к которым имеются обращения из данного модуля.

В процессе **комплексного** тестирования производится совместная проверка групп программных компонентов.

**Системное** или оценочное тестирование – это завершающая стадия проверки системы, то есть испытание системы в целом с помощью независимых тестов.

### **Особенности проектирования ГИС**

По сути, геоинформационные системы представляют собой системы управления базами данных (СУБД). Но есть одно важное отличие – в ГИС совместно с атрибутивными данными обрабатывается и пространственная (географическая) информация. Поэтому при проектировании ГИС специалисты используют те же самые методики и техники, что и при разработке обычных СУБД.

Любая БД содержит информацию об определенной предметной области. Предметной областью называется определенная сфера реального мира, которая представляет интерес для изучения.

Первый этап проектирования любой информационной системы – это формализация задачи, т.е. на этом этапе строят инфологическую модель предметной области. Создание оптимальной инфологической модели включает в себя исследование информационных потоков, характерных для данной предметной области, установление объектов предметной области и описание связей, существующих между ними. Инфологическая модель создается в любом случае, независимо от программноаппаратной базы, на которой будет строиться информационная система.

Инфологическую модель используют в качестве фундамента для строительства датологической модели БД, которая отображает логические связи между элементами данных независимо от их содержания и среды хранения. На данном этапе необходимо учитывать различные ограничения, которые накладываются ПО на структуру и функциональные особенности.

На следующем этапе создается физическая модель базы данных, которая связывает датологическую модель с конкретной средой хранения. Это очень важный этап, поскольку на нем ведется разработка элементов пользовательского интерфейса, решаются вопросы целостности данных и надежности системы, распределяются права доступа и выбираются средства и методы защиты от нелегального доступа.

Проектируя географические информационные системы, помимо вышесказанного необходимо выполнить следующие действия:

- выработать требования, касаемые исходного картографического материала (нужный масштаб, проекция, система координат);
- определить размерность географических данных, с которыми придется работать (двумерные 2D и/или трехмерные 3D), а также установить модель представления пространственных данных (векторная и/или растровая);
- спроектировать послойный состав пространственной информации ГИС;
- установить наличие цифровых карт интересующих территорий.

Работая над созданием ГИС, нельзя забывать о вопросах финансирования проекта. ГИС-проекты обычно очень длительны, поэтому проблемы в финансировании могут привести к закрытию работ. Рекомендуется иметь несколько источников финансирования плюс ко всему нужно предусмотреть вариант самофинансирования проекта.

### **Программные средства разработки ГИС**

Рассмотрим некоторые вопросы этапа кодирования программного обеспечения. Сначала дадим два важных определения.

**Программа** (program, routine) – последовательность команд и данных к ним, которые предназначены для управления конкретными компонентами системы обработки данных в целях реализации определенного алгоритма.

**Программное обеспечение** (ПО, software) – совокупность программ системы и программных документов, необходимых при эксплуатации этих программ. Различают системное и прикладное программное обеспечение.

**Системное ПО** (system software) включает программы, необходимые для согласования работы всего вычислительного комплекса при решении различных задач, а также при разработке новых программ.

**Прикладное ПО** (application software) разрабатывается и используется для решения конкретных задач пользователей ЭВМ.

ПО ГИС (GIS software) поддерживает тот или иной набор функциональных возможностей ГИС и включает специализированные программные средства, такие как:

- универсальные полнофункциональные ГИС (full GIS);
- инструментальные ГИС (GIS software tools);
- картографические визуализаторы (map viewer);
- картографические браузеры (map browser);
- средства настольного картографирования (desktop mapping);
- информационно-справочные системы (help-desk system).

Кроме того, существуют специальные программные средства, обслуживающие отдельные функциональные группы:

- конвертирование форматов;
- оцифровку;
- векторизацию;
- создание и обработку цифровых моделей рельефа;
- взаимодействие с системами спутникового позиционирования.

Комплект поставки программного обеспечения ГИС может включать отдельные функциональные модули, приобретаемые и используемые в наборе, обеспечивающем решение задач.

В комплексе с ПО ГИС используются такие программные продукты как:

- настольные издательские пакеты (Adobe Page Maker, Quark Xpress, Adobe InDesign);

- пакеты статистического анализа (Statistica);
- системы управления базами данных (MS Access, Oracle, DBase);
- системы автоматизированного проектирования (AutoCAD);
- электронные таблицы (MS Excel);
- средства цифровой обработки изображений (Adobe Photoshop).

ПО для разработки ГИС можно разделить на три группы:

1. Системы с широкими возможностями, включающими ввод данных, хранение, сложные запросы, пространственный анализ, вывод данных. Такие системы имеют собственные языки программирования, которые позволяют расширять данную систему функциями пользователей (ArcInfo). Разработку такой системы можно сравнить с разработкой обычных программ под конкретную операционную систему. Только в данном случае в роли операционной системы будет выступать инструментальная ГИС, а в роли программы – новые функции разработчиков, которыми эта ГИС будет дополнена.

2. Программные компоненты или библиотеки, которые содержат в себе ряд полезных функций (MapObjects, GeoConstructor). Используя эти функции и ПО из третьей группы, разработчики могут создать новую систему, которая будет функционировать в операционной системе, под которую она разрабатывалась.

3. Среды разработки ПО на различных языках программирования (Visual C++, Visual Basic, Delphi). Используя их, разработчик может часть работы в новой системе переложить на программные компоненты и библиотеки из второй группы, а может создать абсолютно новую систему без привлечения дополнительных вспомогательных средств.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

### Лабораторная работа №1. Знакомство с ArcView GIS

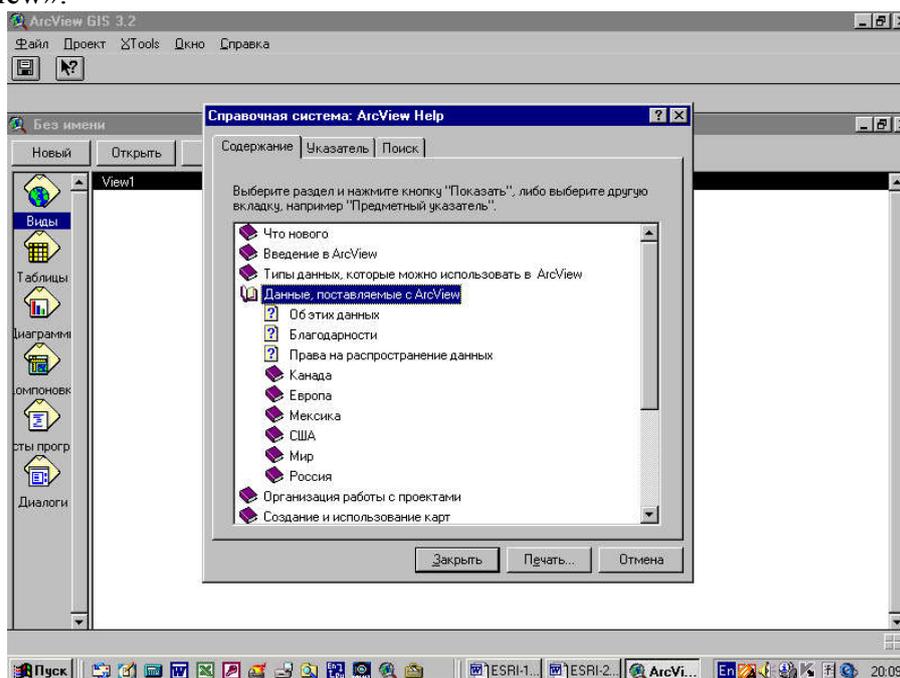
Работа со слоями карт.

1. Запустите программу ESRI, воспользуясь ярлыком ArcView GIS на рабочем столе..



Ярлык для arcview.lnk

Познакомьтесь со справочной системой, воспользуясь меню «справка»/ «разделы справки»/ «Введение в ArcView», «Типы данных которые можно использовать в ArcView», «Данные, поставляемые с ArcView».



Подготовьте файл в редакторе Word «Словарь понятий ArcView». Запишите в него понятия «Вид», «Тема», «Проект», «Шейп-файл», «Компоновка».

2. Откройте файл C:/esri/esridata/world/country – на экране монитора отобразится картосхема стран мира. Каждое государство будет иметь индивидуальную раскраску.

3. Создайте шейп-файл – Тема/Преобразовать в шейп-файл и сохраните в своей папке под именем «страны мира».

4. Выполнить редакцию легенды- осн. меню - Тема/Редактировать легенду/ Тип легенды – «отдельный символ». Двойной клик по символу – вызов редактора легенды. Выбрать в меню раскраска (символ «заливка») неокрашенный прямоугольник. Нажать клавишу «применить».

5. Добавка слоев карты. Меню Вид/Добавить тему/ C:/esri/esridata/world/geogrid – на экране отобразятся линии градусной сетки географических координат. Что это за линии?

6. Скройте линии geogrid убрав значок «□» с легенды.

7. Добавьте в вид слои отображающие реки и озера, указав соответствующие шейп-файлы rivers.shp, lakes.shp.

8. Сохраните проект под своей фамилией в своей папке.

9. Создайте новый вид с картой США, выполнив те же операции. (сверните этот вид и создайте новый для карты США). Слои карты США находятся в папке C:/esri/esridata/USA. Подготовьте карту США со слоями границы штатов, города, реки, озера, железные дороги и автодороги.

## Лабораторная работа №2. Знакомство с ArcView GIS

Подготовка картограмм и картодиаграмм. Работа с таблицами.



Ярлык для arcview.lnk

1. Запустите программу ESRI, воспользуйтесь ярлыком ArcView GIS.

2. Откройте свой проект.

Подготовка картограммы плотность населения в США.

3. Создайте новый вид в который добвьте темы C:/esri/esridata/USA/states – и на экране монитора отобразится картосхема США. Каждый штат будет иметь индивидуальную раскраску.

4. Создайте шейп-файл – Тема/Преобразовать в шейп-файл «Население США» и сохранить в своей папке.

5 Выполнить редакцию легенды- осн. меню - Тема/Редактировать легенду/ (или двойной клик по символу – вызов редактора легенды) Выбрать в меню - Тип легенды – «цветовая шкала».

6. Выбрать в меню – «Поле классификации» - Pop90\_sqmi – (Плотность населения на квадратную милю»)

7. Выбрать в меню – «Цветовые линейки» - «Красный». Просмотрите полученные результаты – «Применить».

8. Измените шкалу легенды - для большей дифференциации показателя: в столбце «значения» редактора легенды указать показатели. 1-25, 25-50, 50-100, 100-150, 150-250, 250-500, 500-1000, 1000-5000. Дополнительные значения вводятся кнопкой «+» внизу таблицы.

9. Выбрать в меню – «Цветовые линейки» - «Оранжевый»

10. Просмотрите результаты.

Подготовка картодиаграммы –

1. Создайте шейп-файл «структура населения», добавьте его в тему

2 Выполнить редакцию легенды - осн. меню - Тема/Редактировать легенду/ (или двойной клик по символу – вызов редактора легенды) Выбрать в меню - Тип легенды – «локализованная диаграмма». Для построения диаграммы добавит поля «Мужчины» и «Женщины» (“males”, “females”)

3. Используя кнопку «Свойства» «Редактора легенды» укажите минимальный и максимальный размер диаграммы учитывая размер карты.

4. Просмотрите полученные результаты.

5. Используя кнопку «Символ фона» «Редактора легенды» сделайте фон прозрачным.

6. Просмотрите полученные результаты.

7 Сохраните проект.

\* для успешно выполнивших задания:

1. Выполните экспорт полученной карты в файл графического формата (bmp) и просмотрите его в графическом редакторе (Painter)

2. В меню «Вид» выполните «компоновку» карты. Для решения вопросов воспользуйтесь «Справкой».

### Лабораторная работа №3. ArcView GIS

#### Работа с таблицами. Компонировка карты. Экспорт карты. Подготовка карты к печати в графическом и текстовом редакторе



Ярлык для arcview.lnk

1. Запустите программу ESRI, воспользуясь ярлыком ArcView GIS.
2. Откройте свой проект.  
Создание картограммы «Естественный прирост населения в Амурской области»
3. Создайте новый вид. Используя меню Вид / Свойства назовите будущую карту «Амурская область».
4. Постройте схему районов Амурской области Вид/добавить тему/ найти и открыть файл Am\_reg.shp
5. Откройте таблицу этого шейп-файла (воспользуйтесь кнопкой или меню)
6. В таблицу необходимо внести данные по естественному движению населения по адм. районам за 2000 г. Исходные показатели в Таблице 1 (см след страницу).
7. Начать редактирование. – Таблица/Начать редактирование
8. Редактирование/ Добавить поле
9. Имя поле – Ввести gain (англ. - прирост), Тип поля – числовое, Ширина – оставьте 16, Десятичные разряды – сделайте 1.
10. Внести данные в столбец из таблицы 1, предварительно включив режим редактирования –  
 кнопку
11. После занесения и проверки данных Таблица/Прекратить редактирование.
12. Отредактируйте легенду, используя свою шкалу.
13. Цветную шкалу замените черно-белой штриховкой.
14. Выполните компоновку карты.
15. Перенесите карту в графический редактор. Добавьте нумерацию районов.
16. Завершите обработку картограмме в текстовом редакторе. Образец готовой картограммы смотри ниже.

Таблица 1

Естественный прирост, убыль (-) на 1000 человек населения

	1990	1995	1997	1998	1999	2000	Ранг
Всего по области	7,5	-1,9	-2,4	-1,7	-3,3	-4,1	
Благовещенск	7,9	-1,5	-1,2	-0,4	-1,2	-1,2	5
Белогорск	3,6	-4,4	-3,8	-4,1	-5,5	-6,6	21
Зея	5,6	-3,7	-2,5	-2,8	-3,8	-5,1	15
Райчихинск	2,2	-4,2	-5,9	-4,9	-7,4	-7,8	26
Свободный	2,7	-7,0	-7,0	-6,2	-9,5	-10,8	27
Тында	13,4	3,7	3,5	3,4	0,4	0,8	1
Шимановск	6,5	0,1	-3,8	-3,0	-6,7	-7,1	24
Архаринский	6,5	-1,7	-3,7	-2,5	-3,4	-5,9	19
Белогорский	10,7	0,5	0,3	0,6	-0,1	-2,1	6
Благовещенский	5,7	0,1	-5,4	-2,7	-2,8	-3,1	9
Бурейский	6,8	-2,7	-4,7	-2,0	-4,1	-6,6	21
Завитинский	7,6	-0,6	-0,7	-0,2	-3,3	-4,5	12
Зейский	9,5	-2,3	-3,0	-3,2	-5,0	-6,2	20
Ивановский	8,5	-0,1	-0,8	-1,5	-3,0	-5,0	14
Константиновский	12,1	1,3	0,0	1,5	1,8	0,1	3

Магдагачинский	2,4	-4,9	-4,3	-2,7	-6,1	-7,7	25
Мазановский	7,6	-1,8	-3,1	-2,4	-3,7	-3,4	11
Михайловский	8,9	-0,4	-4,3	-2,6	-1,7	-3,2	10
Октябрьский	11,1	-1,2	-1,2	-0,9	-1,8	-5,3	16
Ромненский	13,1	-3,9	-2,6	-2,7	-4,9	-4,1	12
Свободненский	14,9	-0,9	-6,1	-3,0	-5,1	-6,7	22
Селемджинский	11,1	2,7	-1,1	-0,9	-2,4	-1,1	4
Серышевский	10,9	0,8	1,2	1,5	0,1	-2,3	7
Сковородинский	5,3	-4,8	-4,0	-3,7	-5,1	-4,8	13
Тамбовский	7,7	-1,9	-3,7	-2,0	-2,2	-2,6	8
Тындинский	10,6	1,7	1,9	1,7	0,0	0,2	2
Шимановский	8,0	-4,6	-9,3	-2,3	-4,0	-6,9	23

## Лабораторная работа №4. ArcView GIS

Контрольные задания.

1. Подготовка картограммы «Размещение населения». Показать способом картограммы плотность населения по странам мира. На этой же карте указать города миллионеры с населением: 1 - 1-2 млн ч. , 2 - 2-5 млн ч., 5-10 млн.ч., 4 – более 10 млн.ч.

2. Подготовить картосхему транспортной сети одного из федеральных округов Российской Федерации (по выбору студента).

3. Подготовить картограмму, отражающую изменение коэффициента рождаемости населения по административным районам Амурской области с 1990 по 2000 гг. ( по данным таблицы)

Число родившихся на 1000 человек населения /человек

	1990	1995	1997	1998	1999	2000	Ранг
Всего по области	16,0	10,1	9,4	9,7	9,2	9,4	
Благовещенск	15,4	10,0	9,3	9,3	9,3	9,8	8
Белогорск	14,4	9,6	9,2	9,3	9,2	9,4	12
Зея	13,7	8,7	8,2	9,0	9,4	7,5	20
Райчихинск	13,1	10,4	8,5	9,1	8,3	8,8	15
Свободный	12,0	7,6	8,1	8,5	7,1	7,5	20
Тында	16,8	11,0	9,9	9,4	7,7	8,2	18
Шимановск	15,7	9,4	8,1	8,5	7,7	8,0	19
Архаринский	16,0	9,7	8,2	10,0	9,2	8,9	14
Белогорский	18,8	12,0	11,2	11,9	11,2	11,4	3
Благовещенский	14,8	11,8	9,5	9,9	11,0	9,5	11
Бурейский	17,5	10,1	8,9	9,4	8,8	9,3	13
Завитинский	15,3	10,3	10,2	11,0	9,3	9,4	9
Зейский	16,7	10,1	8,7	10,3	9,7	9,6	10
Ивановский	17,2	11,4	10,9	9,7	9,8	9,7	9
Константиновский	19,2	13,1	11,6	11,0	12,2	11,5	2
Магдагачинский	14,3	9,6	9,5	10,7	9,2	9,7	9
Мазановский	17,2	10,9	10,3	10,3	10,3	9,4	12
Михайловский	18,0	10,8	9,6	9,9	10,9	12,0	1
Октябрьский	20,2	11,0	10,0	10,3	9,7	9,4	12
Ромненский	21,4	9,6	9,4	9,7	8,3	8,6	16
Свободненский	25,9	11,3	10,6	11,9	10,7	12,0	1
Селемджинский	17,2	11,4	8,9	8,3	8,9	8,3	17
Серышевский	19,5	11,0	11,2	12,6	11,1	10,6	7
Сковородинский	15,9	11,6	10,7	11,4	10,0	11,1	5
Тамбовский	15,7	10,3	9,2	10,0	10,7	11,2	4
Тындинский	14,6	7,9	6,9	7,0	5,2	6,2	21
Шимановский	22,2	10,7	8,7	13,7	13,4	10,9	6

Все карты должны быть подготовлены к печати.

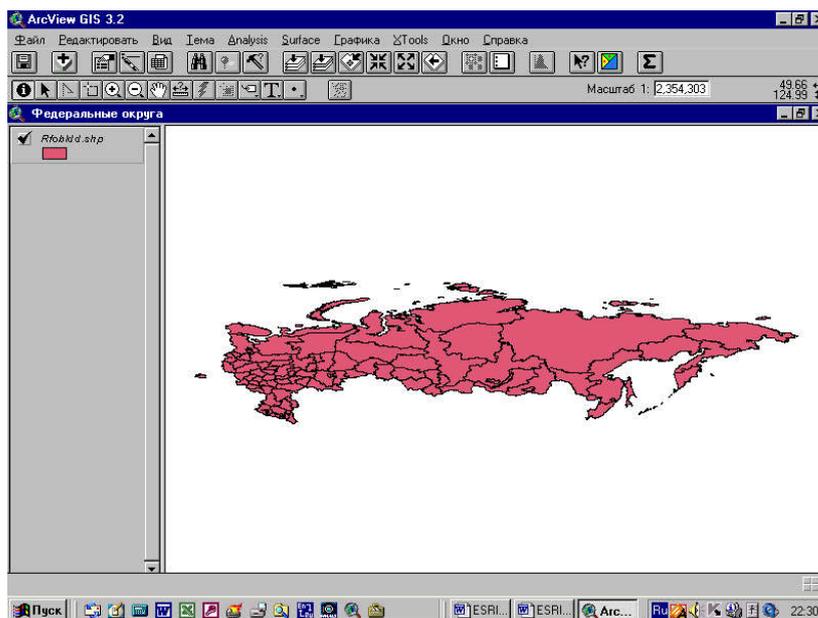
## Лабораторная работа №5.

### ArcView GIS

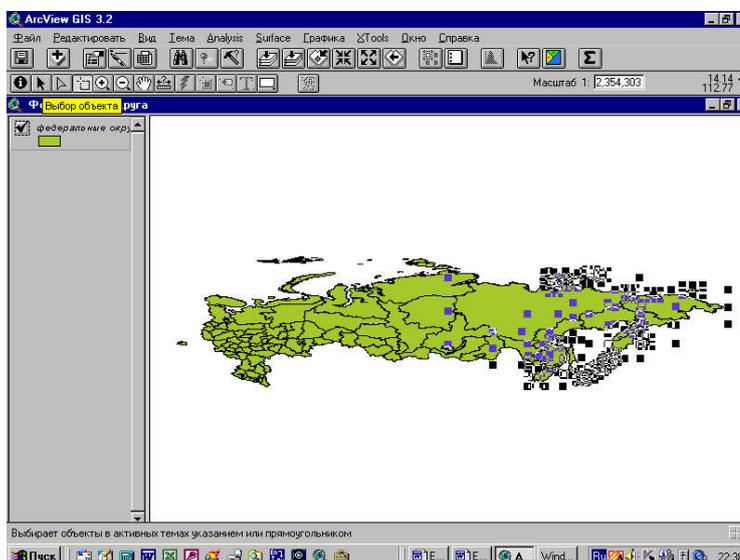
#### Работа с полигонами. Объединение полигонов. Пространственные операции.



1. Запустите программу ESRI, воспользуйтесь ярлыком ArcView GIS. Ярлык для arcview.lnk
2. Откройте свой проект.  
Создание картосхемы «Федеральные округа РФ»
3. Создайте новый вид. Вид / Свойства назовите будущую карту «Федеральные округа».
4. Постройте картосхему «Федеральные округа РФ»- Вид/добавить тему/  
C:/esri/esridata/russia/rfoblidd



5. Преобразуйте тему в шейп-файл – Тема/Преобразовать в шейп-файл сохраните в своей папке (можно под именем «Федеральные округа»).
6. Удалите исходную тему rfoblidd.
7. Главная строка меню – Тема/Начать редактирование/
8. Выделить на карте Дальний Восток используя инструмент «выбор объекта»

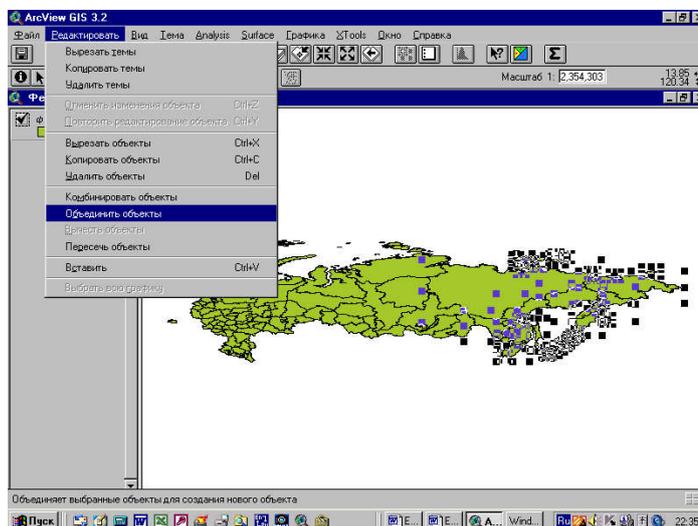


9. Выделите территорию ДВ используя левую кнопку «мыши». Все субъекты, входящие в Дальневосточный федеральный округ будут выделены.

10. Используя меню Редактировать/Объединить объекты. Произойдет слияние всех полигонов субъектов ДВ в один по границе округа.

11. Аналогично выполните схемы других Федеральных округов России.

(Их состав можно уточнить по данным статистических справочников и по таблице «Население России» с которой Вы работали при изучении Excel/



13. Используя данные статистической таблицы, выполненной в Excel, которая находится в Вашей папке дополните таблицу вида данными по населению Федеральных округов и выполните карту (данные по вашему выбору). Можно использовать статистические справочники «Регионы России» и «Российский статистический ежегодник» на диске С.

14. Выполните компоновку карты.

15. Перенесите карту в графический редактор. Добавьте нумерацию округов. Отредактируйте легенду. Скопируйте в документ Word.

## Лабораторная работа №6.

1. Подготовить картосхему одного из административных районов Амурской области (можно по месту жительства).
2. Подготовить картограмму плотности населения США в 1999 году. (в расчете данных поля используйте инструмент «калькулятор», расположенный рядом со знаком «сумма»)
3. Подготовить картограмму отражающую изменение населения по штатам США за 1999-1990 гг.

\*В картограммах США используйте национальные проекции.

The screenshot shows the ArcView GIS 3.2 interface. The main window displays a table of US states with columns for State\_name, State\_fips, Sub\_region, State\_abbr, Pop1990, Pop1999, Pop90\_sqmi, Pop99\_sqmi, Households, Males, and Females. A 'Калькулятор поля' (Field Calculator) dialog box is open, showing a list of fields on the left and a 'Запросы' (Queries) section with mathematical operators. The expression field contains '[Pop99\_sqmi] ='. The table data is as follows:

State_name	State_fips	Sub_region	State_abbr	Pop1990	Pop1999	Pop90_sqmi	Pop99_sqmi	Households	Males	Females
Washington	53	Pacific	WA	4866692	5773907	72	0	1872431	2413747	2452945
Montana	30	Mtn	MT	799065	884214	5		306163	395769	403296
Maine	23	N Eng	ME	1227928	1248908	38		465312	597850	630076
North Dakota	38	W						40878	318201	320599
South Dakota	46	W						59034	342498	353506
Wyoming	56	MI						68839	227007	226581
Wisconsin	55	E						22118	2392935	2498834
Idaho	16	MI						60723	500956	505793
Vermont	50	N						10650	275492	287266
Minnesota	27	W						47853	2145183	2229916
Oregon	41	Pe						03313	1397073	1445248
New Hampshire	33	N						11186	543544	565706
Iowa	19	W						64325	1344802	1431953
Massachusetts	25	N						47110	2888745	3127680
Nebraska	31	W						02363	769439	808946
New York	36	MI						39322	8625673	9364782
Pennsylvania	42	MI						95966	5694265	6187376
Connecticut	09	N						30479	1592873	1694243
Rhode Island	44	N						77977	481496	521966
New Jersey	34	MI						94711	3735685	3994503
Indiana	18	E N Cen	IN	5544159	5936982	152		2065355	2688281	2855876
Nevada	32	Mtn	NV	1201833	1818259	11		466297	611880	589953
Utah	49	Mtn	UT	1722850	2135252	20		537273	855759	867091
California	06	Pacific	CA	29760021	33090214	189		10381206	14897627	14862394
Ohio	39	E N Cen	OH	10847115	11245293	263		4087546	5226340	5620775
Illinois	17	E N Cen	IL	11430602	12110024	203		4202240	5552233	5878366

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

4.1 Методические рекомендации при работе над конспектом лекций во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

#### 4.2 Методические рекомендации при подготовке к лабораторным работам

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются лабораторные занятия. Целью проведения лабораторных работ является закрепление полученного на лекциях и практических занятиях теоретико-методического материала.

Задачей преподавателя при проведении лабораторных работ является грамотное и доступное разъяснение принципов и правил проведения работ, побуждение студентов к самостоятельной работе, определения места изучаемой дисциплины в дальнейшей профессиональной работе будущего специалиста.

Цель лабораторной работы – научить студентов самостоятельно производить необходимые действия для достижения желаемого результата.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, студенту необходимо ознакомиться с теоретическим материалом, соответствующим данной теме.

Выполнение лабораторной работы целесообразно разделить на несколько этапов:

- формулировка и обоснование цели работы;
- определение теоретического аппарата, применительно к данной теме;
- выполнение заданий;
- анализ результата;
- выводы.

Индивидуальные задания для лабораторных работ представлены конкретно-практическими и творческими задачами.

Начиная подготовку к лабораторному занятию, студент должен уяснить место конкретной лабораторной работы в изучаемом курсе, поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы.

Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ, в которых кратко изложен основной теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок выполнения лабораторной работы и требования к отчету, выдаются на первом занятии в электронном виде.

Методика проведения лабораторных работ предусматривает их выполнение в микро группах с написанием отчета и его защитой.

Не ранее чем за две недели до окончания семестра сдать и защитить отчеты по лабораторным работам.

Оформление отчета по лабораторным работам выполняется в соответствии с требованиями стандарта АмГУ СТО СМК 4.2.3.05-2011 «Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов)». Нормоконтроль проходить не требуется. Титульный лист приведен на рисунке 1.

В содержании отчета по лабораторной работе должны быть отражены следующие пункты:

1. Содержание;
2. Цель работы;



Групповая консультация проводится в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания помощи в самостоятельной работе (выполнение расчетно-графической работы, выполнение курсового проекта, сдача экзаменов).

#### 4.4 Методические рекомендации студентам по изучению рекомендованной литературы

Эти методические рекомендации раскрывают рекомендуемый режим и характер различных видов учебной работы (в том числе самостоятельной работы над рекомендованной литературой) с учетом специфики выбранной студентом очной формы.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Студентам рекомендуется получить в научной библиотеке университета учебную литературу по дисциплине или доступ к электронным библиотечным ресурсам, которые необходимы для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф, какие новые понятия введены, каков их смысл, что даст это на практике?

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.