

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева»

**Н. А. Кирильцева, Ю. М. Игнатов**

## **АТРИБУТИВНЫЕ ДАННЫЕ ГИС И SQL-ЗПРОСЫ**

Рекомендовано учебно-методической комиссией специальности  
120303 «Городской кадастр» в качестве электронного издания  
для использования в учебном процессе

Кемерово 2012

## Рецензенты

Овсянникова С. В., к.б.н., доцент кафедры маркшейдерского дела, кадастра и геодезии;

**Кирильцева Надежда Александровна, Игнатов Юрий Михайлович** Атрибутивные данные ГИС и SQL-запросы: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Географические и земельно-информационные системы» [Электронный ресурс]: для студентов специальности 120303 «Городской кадастр» / Н. А. Кирильцева, Ю. М. Игнатов. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); Зв.; цв.; 12 см. – Систем. требования: Pentium III; ОЗУ 64 Мб; Windows 2000; (CD-ROM-дисковод); мышь. – Загл. с экрана.

В методических указаниях изложены вопросы обработки атрибутивных данных с помощью аппарата SQL-запросов, и приведены типичные обучающие практические задания с рецептами их выполнения.

## Содержание

Предисловие.....	5
Введение.....	6
Тема 1. Основные положения векторного представления геоданных в ГИС.....	6
1.1 Объектное представление геоданных.....	7
1.2 Векторные карты ГИС.....	11
1.3 Тематические слои.....	12
1.4. ГИС-проекты .....	13
1.5 Организация данных в MapInfo и ArcView.....	14
1.6 Организация данных в MapInfo и ArcView.....	15
Практические задания.....	16
Контрольные вопросы.....	20
Тема 2. Векторные ГИС как системы пространственного анализа.....	21
2.1 Задачи ГИС.....	22
2.2 Пространственный ГИС-анализ.....	23
2.3 Обработка геоданных.....	24
2.4 Средства ГИС для обработки и анализа геоданных.....	24
Практические задания.....	25
Контрольные вопросы.....	26
Тема 3. Атрибутивные данные ГИС.....	26
3.1 Атрибутивные данные и атрибутивные таблицы.....	26
3.2 Структуры атрибутивных данных.....	29
3.3 Средства и методы анализа тематической информации...29	
3.4 Атрибутивные данные MapInfo и методы их обработки...30	
3.5 Атрибутивные данные в ГИС-проектах ArcView 3.2a.....	31
Практические задания.....	32
Контрольные вопросы.....	33
Тема 4. SQL-запросы в ГИС.....	34
4.1 Общие сведения о SQL.....	35
4.2 Структура SQL-запроса.....	35
4.3 Типы SQL-запросов.....	39
4.4 Понятие о выборке.....	39
4.5 Использование SQL-запросов для редактирования атрибутивных данных.....	40

Практические задания.....	41
Контрольные вопросы.....	42
Заключение.....	43
Литература.....	44

## Предисловие

При изучении дисциплины «Географические и земельно-информационные системы» используются оригинальные наборы данных и демо-версии русифицированных ГИС-пакетов программ (ГИС-оболочек) MapInfo Professional 7.8 и ArcView 3.2a, которые обладают дружелюбным интерфейсом (рисунок 1), просты в освоении и имеют достаточно богатый набор функциональных возможностей, типичных и для других ГИС-пакетов.

Обе ГИС-оболочки должны быть загружены в оперативную память персонального компьютера (ПК) в течение всего сеанса обучения.

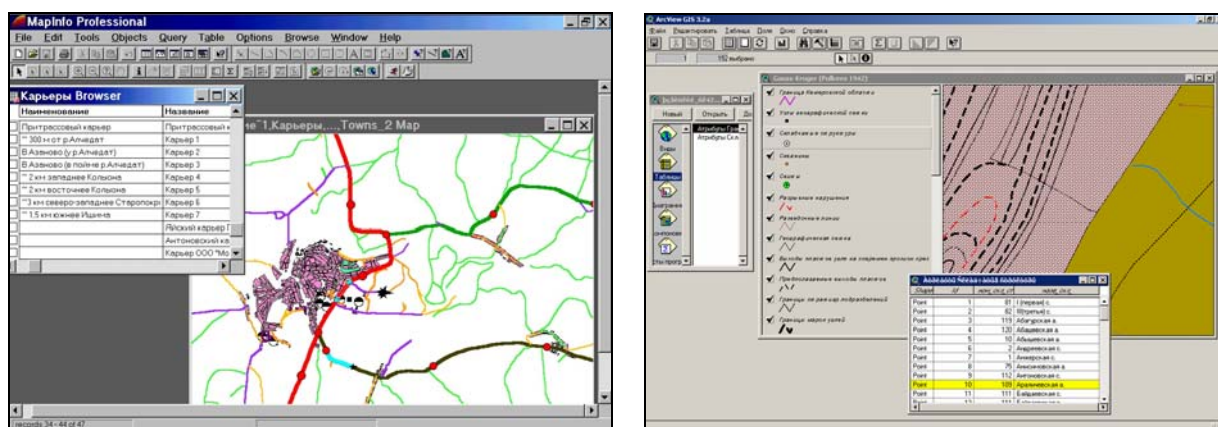


Рис. 1 Пользовательский интерфейс MapInfo 7.8 (слева) и ArcView 3.2a

В данном пособии не рассматриваются функциональные возможности работы ГИС-оболочек MapInfo и ArcView в сетях Internet/Intranet и никакие особенности представления и преобразования данных ГИС, связанные с ними.

«Теоретическая» часть предмета изложена в 4-х темах.

Предложенные контрольные вопросы и практические задания должны способствовать приобретению студентами навыков практической работы в ГИС.

Предполагается, что обучающиеся студенты уже имеют базовый опыт общения с ПК и знакомы с основными понятиями теории баз данных (БД).

Размещение данных для практических заданий во внешней памяти ПК в пособии подробно не указывается, оно объявляется преподавателем непосредственно во время занятия.

Результаты выполнения практических заданий нужно сохранять в персональных рабочих каталогах (папках) на жестком и (или) гибком дисках.

Рекомендуется систематически пользоваться электронной справкой.

## Введение

*Векторные географические информационные системы (векторные ГИС), получившие к настоящему времени широкое распространение и развитие, имеют большую по сравнению с растровыми ГИС функциональность, потому что используют оптимальные для решения конкретных практических и научно-практических задач векторные (дискретные) модели географических данных (геоданных).*

В анализе векторных геоданных ГИС объединяют операции работы с БД (такие, как запросы и статистический анализ) с преимуществами полноценной визуализации и графического пространственного анализа, которые предоставляют компьютерные карты. Благодаря этому обстоятельству традиционно используемый при обработке БД *аппарат SQL-запросов* в ГИС поднимается на совершенно новый уровень.

### Тема 1. Основные положения векторного представления геоданных в ГИС

Векторные модели данных ГИС достаточно полно описаны в учебно-методической и научно-практической литературе [1-5]. Здесь отмечены те особенности векторных моделей, которые существенно влияют на способы обработки и анализа геоданных на основе атрибутивных данных, в том числе с помощью SQL-запросов.

## 1.1 Объектное представление геоданных

В основе векторных моделей всех типов лежит *объектное представление*: те или иные пространственные объекты, предметы и явления представляются в ГИС в виде плоских или объемных графических объектов, в зависимости от типа практической или научно-практической задачи.

*Двумерная векторная модель* представляет объекты пространства в ортогональной проекции на одну плоскость, в которой могут отображаться также проекции объектов на другие плоскости, параллельные первой. Указанные проекции реальных объектов называют в ГИС *векторными объектами*.

Проекции однотипных объектов образуют набор, который называется *векторным слоем*.

Различают четыре *базовых* типа векторных объектов – примитивов (рисунок 2): точечный, линейный, площадной и трехмерный (каркасная модель поверхности).

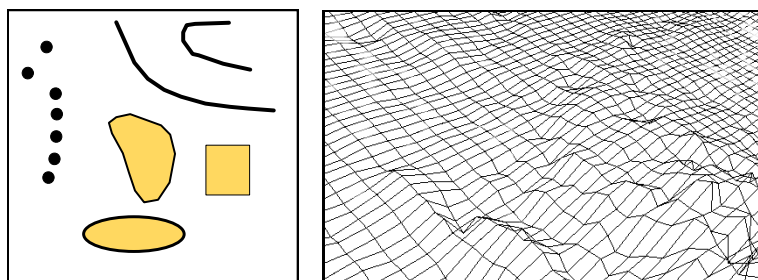


Рис.2 Векторные объекты

*Точечный* (0-мерный) векторный объект (*объект-точка*) моделирует реальный пространственный объект, форму и объем которого невозможно, трудно (или не нужно) отобразить в ГИС, например, скважины горных разведок или геодезические пункты.

*Линейный* (1-мерный) векторный объект (*объект-полилиния*) моделирует реальный пространственный объект, имеющий некоторую ярко выраженную протяженность, объем которого и форма неинтересны или не нужны, или их невозможно отобразить, например, небольшие речки или ручьи.

*Площадной* (2-мерный) векторный объект (*объект-регион*) моделирует реальный пространственный объект, площадь проекции

которого на плоскость векторного слоя интересна, важна и может быть представлена в данной векторной модели, а объем неинтересен (неважен), или его невозможно отобразить (например, небольшие строения населенных пунктов).

*Поверхность* как трехмерная модель реального объекта или явления используется тогда, когда характеристики его распределены по всей области определения пространственных данных. Так в ГИС представляют поля характеристик, например, распределение температур в слое воздуха, значение электрической проводимости грунта на конкретном горизонте и т.п.

Рельеф местности (уровневая поверхность) в трехмерном пространстве – типичный пример непрерывного распределения признака – высотного уровня. Однако, традиционное представление рельефа в векторном слое ГИС как и в картографии, имеет дискретный характер: рельеф отображается в виде горизонталей – линий одного высотного уровня. Переход от плоской модели рельефа к объемной (например, каркасной, показанной на рисунке 2) осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения ГИС (ПО ГИС).

*Объектная ориентация ГИС* означает и то, что модели реальных пространственных объектов наделены свойствами, отображающими их реальные свойства, причем, только те, которые нужны. Существенно и то, что объекты ГИС с их свойствами объединены *единой классификацией*, которая тоже ориентирована на конкретную задачу.

*Классификатор объектов ГИС* строится в рамках решаемой задачи (или класса задач) на основе свойств реальных объектов и их пространственных (*топологических*) и функциональных (причинно-следственных и иных) связей и отношений. Связи и свойства объектов *наследуются* в пределах используемого классификатора. Объектам векторных моделей ГИС и их наборам сопоставляются также *события* или наборы *событий*, которые тоже наследуются. В современных ГИС можно задавать поведение объектов и определять их взаимоотношения (интеллектуализация ГИС).

Классы объектов представлены в ГИС в виде графических объектов *векторных слоев* данных, а их свойства – в таблицах



*реляционной базы данных (БД ГИС) (атрибутивные данные ГИС), связанных отношениями «один-к-одному» или «многие-к-одному» с объектами своего векторного слоя. Классификационные требования находят отражение в структуре векторных слоев, в междуслоевой и внутрислоевой топологии объектов и в структуре БД ГИС.*

Перечисленные выше признаки объектного ориентирования могут быть положены в основу методологии ядра ПО ГИС и выступать в процессе создания ГИС как *системные требования единой объектной векторной модели*. Впервые наиболее полно такая модель геоданных была реализована в программных продуктах ESRI (США), получив наименование *векторной топологической модели*.

*Нетопологическая векторная модель* геоданных не учитывает топологические связи и отношения объектов. Такая модель геоданных несовершенна. Ее применение свидетельствует о незрелости ГИС и о ее неготовности к анализу геоданных.

Однако *топологические и классификационные требования* должны быть удовлетворены в ГИС даже, если они не регламентируются ее программным обеспечением. Топологические связи и отношения объектов ГИС могут быть выстроены в процессе создания векторных объектов, а классификационные – найти отражение в структуре БД ГИС. Наследование свойств объектов и причинно-следственные связи событий, связанных с ними, можно обеспечить путем выстраивания системы приложений в рамках решаемой задачи, что в ГИС открытой архитектуры реализуется достаточно просто.

## **1.2 Векторные карты ГИС**

*Слои (классы) векторных объектов объединяются в векторной ГИС в цифровую (электронную) карту, которая может анализироваться как единое целое, так и в каждом отдельном слое.*

*Векторный слой ГИС определяется как совокупность цифровых представлений однотипных (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к одной теме (одному*

классу) в пределах некоторой территории и в заданной системе координат или картографической проекции.

*Векторная карта* – это многослойное математически определенное, уменьшенное, генерализованное графическое изображение определенной территории поверхности Земли, показывающее расположенные на ней или спроецированные на нее реальные объекты в принятой классификации и системе условных знаков, представленное в цифровой (электронной) форме в виде набора файлов, или БД, которое может быть визуализировано на экране ПК или выведено на принтер в виде твердой копии.

Разберем это определение «по частям». «Многослойное» означает, что изображение состоит из многих цельных составляющих частей - слоев. «Графическое» означает, что оно состоит из отдельных структурных частей - векторных объектов, которые все в совокупности записываются в памяти компьютера специальным способом, называемым форматом записи. «Математически определенное» означает, что объекты изображения описаны математически (в виде наборов координат и формул) в заданной системе координат, так что известно как положение любого объекта или его части в этой системе координат, так и его положение относительно других объектов. «Уменьшенное» означает, что в реальной действительности все объекты, представленные в векторной карте, гораздо больше. «Генерализованное» означает, что карта отображает только те объекты действительности, которые реально могут быть отображены в данном масштабе представления. Генерализация происходит также и в процессе «общения» пользователя с картой: при смене масштаба изображения карты на экране компьютера. Принятая система условных знаков неразрывно связана с *классификатором* – перечнем наименований и характеристик объектов, который формируется на предварительном этапе создания электронной карты путем деления всей совокупности объектов на отдельные группы (классы), внутри которых объекты обладают общими признаками. В данном определении не менее важно, что электронная карта «может быть визуализирована на экране ПК или выведена на принтер в виде твердой копии», поскольку средства и методы, которыми располагает для этого

любая ГИС – это отдельная и серьезная тема, которая требует отдельного рассмотрения и описания.

В зависимости от содержания и назначения векторные карты, как и ГИС, подразделяются на классы, виды и типы. Особый вид – электронные планы – это карты, представленные в декартовой прямоугольной системе координат, часто называемых в ГИС «план-схемами». Наиболее представительный вид - электронные атласы (системы электронных карт).

По способу представления географических объектов векторные карты можно разделить на двухмерные (плоские), 2,5-мерные и трехмерные. В данном учебно-методическом пособии рассматриваются двухмерные карты (пример на рисунке 3).

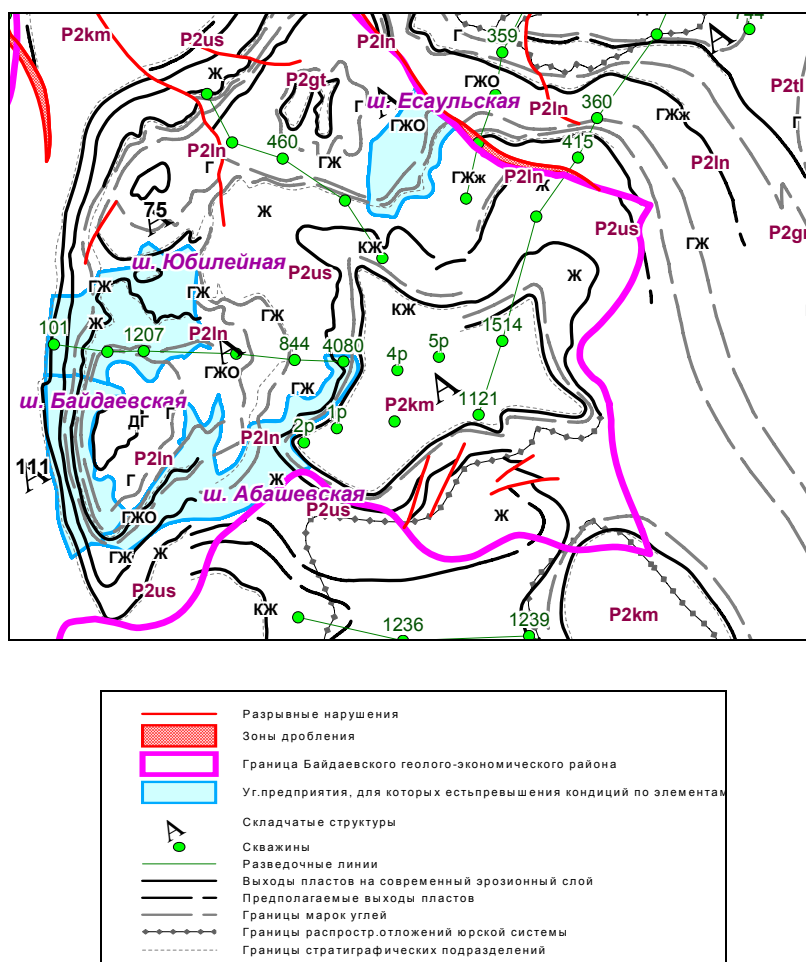


Рис.3 Фрагмент многослойной геологической векторной карты Кузнецкого угольного бассейна с легендой

Векторная карта включает следующие *элементы*:

- математическую основу (использует какую-либо систему координат или картографическую проекцию);
- собственно картографическое многослойное изображение, имеющее графическое (географическое) и связанное с ним тематическое (атрибутивное) содержание;
- легенду, отображающую используемую для объектов различных слоев систему условных знаков;
- возможные дополнительные данные, не связанные с атрибутами объектов (например, карты-врезки, аннотации);
- фоновые и штриховые элементы изображения (заливки, окраски, надписи, штампы и т.п.).

### **1.3 Системы условных обозначений**

Векторные объекты ГИС отображаются на экране компьютера с помощью условных знаков, которые соотносятся с конкретными векторными объектами через *значения классификационного кода*. Набор атрибутов объектов автоматически соотносится с условным знаком и может использоваться в совокупности с ним. Таким образом, образуется связка «объекты» - «система классификации» - «система условных знаков».

Разработка системы условных знаков в каждой конкретной практической области дело непростое и поэтому в качестве основы используют уже разработанные специалистами картографические знаковые системы.

На традиционных картах реальные пространственные объекты тоже показывают *условными знаками*, перечень которых, включающий их вид и наименование, приводится в обязательной *легенде*.

Используемый перечень всегда является частью утвержденного Роскартографией *классификатора картографических условных знаков для топографических карт определенного масштаба*.

Классификатор содержит разделы, выделяемые на основе классификации пространственных объектов, например, для *топографических карт и планов (верхний уровень)*:

- геодезическая основа и геофизические данные (координатная сетка и координатная рамка листа карты, перечень пунктов геодезической сети, разнообразные геофизические данные);
- рельеф суши и гипсометрия (формы рельефа, горизонталы с отметками высот);
- гидрография и сопутствующие объекты (включая данные о гидротехнических сооружениях и батиметрию);
- населенные пункты и структура поселения (включая элементы планировки и застройки);
- производственная и социальная инфраструктура (производственные и социальные объекты, линии связи, ЛЭП, трубопроводы и сопутствующие объекты);
- транспортная инфраструктура (железные и автомобильные дороги, транспортные сооружения);
- растительность и грунты (включая лесные кварталы и просеки);
- политико-административное деление (политико-административные единицы, границы и пограничные знаки).

Условные знаки одних и тех же пространственных объектов могут различаться для карт и планов различных масштабов.

*На основе традиционных классификаторов* в ГИС создают цифровые (электронные) классификаторы объектов, которые включаются в структуру БД ГИС.

Разделы цифрового классификатора, называемые иначе *библиотеками условных знаков*, представляют тот или иной класс реальных объектов. Но, если в традиционной картографии условный знак в классификаторе включает кроме представления самого объекта и некоторое его «окружение», то в ГИС и ЦП оно «кристаллизуется», отсекается все лишнее, для чего может трансформироваться с сохранением основных признаков исходного.

## 1.4 ГИС-проекты

*ГИС-проектом* называют набор актуализированных в данной программной ГИС-оболочке векторных слоев, представленных в единой системе координат или в единой картографической

проекции, в единой системе условных знаков на основе одного или нескольких классификаторов, в заданном экранном представлении, включающем заданный набор открытых окон с графической и тематической информацией об объектах в заданном масштабе. Настройки окон, перечень векторных слоев и стили их оформления сохраняются в специальном текстовом файле.

В отличие от векторной карты ГИС-проект может включать растровые и векторные слои в любой комбинации. Наиболее часто используются векторные ГИС-проекты, в которых растровые слои рассматриваются как базовые и могут быть удалены без последствий. В состав ГИС-проекта входит также набор атрибутивных данных в виде встроенных таблиц и(или) удаленных БД и семантических данных в виде аннотаций.

### 1.5 Тематические слои

Если в границах векторного слоя ГИС каждому объекту-точке с координатами  $(x, y)$  или объекту-области, заданному контуром с  $n$ -вершинами  $P(x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n)$ , поставлено в соответствие одно значение картографируемого параметра  $Z$  – это позволяет представить изображение как функцию  $Z = f(x, y)$ , которая в общем случае называется *тематической поверхностью* (рисунок 4, справа).

Ортогональная проекция тематической поверхности на горизонтальную плоскость называется *тематическим слоем* (рисунок 4, слева).

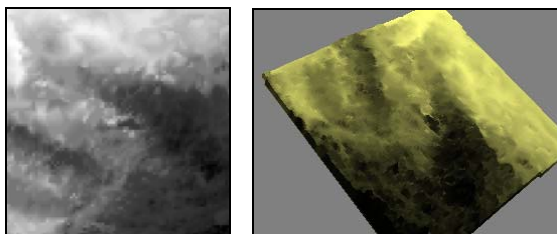


Рис.4 Модель рельефа территории

Тематическая поверхность может быть построена на основе тематического слоя и наоборот.

Любой векторный слой можно было бы назвать тематическим, но это не принято. Тематические слои (планы и карты) в большинстве случаев создаются на основе *других* векторных (или растровых – здесь не рассматриваются) слоев ГИС (планов и карт) с помощью анализа, классификации и обработки геоданных и наиболее часто представляют результаты их пространственной интеграции (обобщения).

Например, в региональных ГИС делают интегральные оценки территории как по различным объектам, так и по различным их параметрам. Это особенно важно при выборе направлений инвестирования государственных средств в территории. Например, на основе тематических слоев в ГИС можно оценить доходную часть местного бюджета от освоения территории данного региона, или выбрать наиболее эффективный маршрут магистрального газопровода, который проходил бы по зонам наибольшей доходности освоения территорий.

## 1.6 Организация данных в MapInfo и ArcView

MapInfo Professional – настольная полнофункциональная инструментальная геоинформационная система, предназначенная для создания различных ГИС-проектов для представления и анализа пространственных данных с учетом пространственных отношений объектов.

MapInfo - одна из первых ГИС-оболочек, активно используемых в нашей стране. Функциональность ее настолько проста и удобна в пользовании, что, имея MapInfo, проектировщики ГИС зачастую отказываются от специальных разработок, которые уже и не успевают приспособиться к ситуации лучше, чем хорошо продуманная, хотя и ориентированная на широкий спектр задач система MapInfo.

Функциональные возможности MapInfo отражены в интерфейсе пользователя: в «меню», на «панели операций» и в «пенале».

В терминологии MapInfo векторный слой принято называть «таблицей». Таблица MapInfo может содержать набор разнотипных векторных объектов (нетопологическая модель), каждому из

которых соответствует одна запись в атрибутивной таблице, называемой «списком».

Таблица MapInfo является *постоянной* (базовой, основной), если она хранится во внешней памяти ПК как самостоятельный набор из нескольких, в простейших случаях, 4-х файлов: \*.tab (текстовый файл); \*.map (графика); \*.dat (атрибутивные данные); \*.id (идентификаторы объектов).

Таблица MapInfo называется *временной*, если она хранится во внешней памяти ПК с использованием, так называемого, *рабочего набора* – специализированного текстового файла \*.wor. Рабочий набор (аналог понятия «проект», используемого в большинстве ГИС-пакетов) предназначен для хранения настроек рабочего сеанса пользователя: содержит перечень открытых таблиц и порядок их открытия, размеры окон и стили объектов и т.п.

Графическое представление таблицы MapInfo называют «картой», которая представляется в «окне карты». В этом же рабочем окне могут быть показаны растровые, тематические слои и так называемый «косметический» слой, который используется для выполнения «черновых» графических работ.

Другие типы рабочих окон MapInfo: окно графика, окно легенды, окно статистики.

В ArcView 3.2a настройки ГИС-проекта содержат текстовые файлы \*.apr. Карта называется «видом» (View), векторный слой – «темой» (Theme), атрибутивная таблица – «таблицей» (Table). Векторные данные записаны в шейп-файлах (\*.shp), атрибутивные – в формате DBF (\*.dbf).

Shape-файл хранит геометрические параметры и атрибуты объектов в простом нетопологическом обменном формате, но в одном слое – объекты строго одного типа.

## Практические задания

1. Пользуясь меню <Пуск> ⇒ <Программы> ⇒ <MapInfo> и меню MapInfo <Файл> ⇒ <Открыть таблицу>, загрузить в разные окна векторные карты из дистрибутивного набора ГИС MapInfo.

2. Внимательно рассмотреть содержимое векторных слоев карт.



3. Изменить стили оформления слоев (меню: <Карта> ⇒ <Управление слоями> - кнопка <Оформление>), параллельно изучая наборы стилей векторных объектов.

4. Преобразовать один из векторных слоев (или больше ...) в другую систему координат или картографическую проекцию.

5. Сохранить все настройки в рабочем наборе (\*.wor) в своем рабочем каталоге.

6. Прочитать текстовый файл рабочего набора любым текстовым редактором и попытаться понять его содержание. Ответить на вопрос: в чем смысл сохранения рабочего набора?

7. Вывести в рабочее окно (внизу слева) текущие координаты курсора мыши (меню <Карта> ⇒ <Режимы> ...).

8. Создать 3 пустых векторных слоя (меню: <Файл> ⇒ <Новая таблица>) в своем рабочем каталоге с именами: «Дома», «Улицы», «Остановки».

9. Создать в новых векторных слоях несколько векторных объектов: в первом – точечные (модели остановок), во втором – линейные (модели осей улиц города), в третьем – площадные (модели домов, располагающихся вдоль улиц).

10. Оформить представление созданной трехслойной векторной электронной карты в одном рабочем наборе данных ГИС.

11. Сформировать ГИС-отчет рабочего окна для печати с заданным масштабом и оформлением.

11. Для одного из объектов каждого из трех слоев выписать наименования и значения его пространственных параметров (инструмент «Стрелка»).

12. Загрузить программу ArcView 3.2.

Замечание: при загрузке ArcView 3.2 в окне «Приветствуем Вас в ArcView GIS!» нажать кнопку «Отмена», после чего в «окне вида» нажать кнопку «Новый» и распахнуть открывшееся окно «View1» на весь экран. Слово «View» в переводе с английского означает «вид = обзор», в окнах с такими названиями в ArcView «по-умолчанию» размещается графический многослойный векторный ГИС-материал, аналогичный тому, с которым Вы уже имели дело в MapInfo. ArcView, как и MapInfo – ГИС-оболочка. Однако, если MapInfo – программная оболочка «широкого

профиля», ArcView 3.2 – всего лишь «вьюер» - просмотрщик ГИС-данных с некоторыми возможностями анализа.

13. Закрывать все окна.

14. Пользуясь меню: <Файл> ⇒ <Открыть проект...>, в каталоге «...esridata\...» указать проект «world.apr» и нажать кнопку «ОК» - в окне вида появится проект карты мира с ограниченным набором тем.

15. Не выгружая ArcView, перейти на рабочий стол и средствами Windows найти и просмотреть текстовый файл проектов «world.apr» (аналогичен рабочему набору MapInfo).

16. Средствами Windows скопировать проект «world.apr» в свой рабочий каталог, включая файл «world.apr» и каталоги «...world\...» и «...usa\...», содержащие файлы с ГИС-данными, после чего отредактировать текстовым редактором «Блокнот» файл «world.apr», поменяв в нем пути к файлам данных.

17. В оболочке ArcView закрыть все.

18. Открыть проект «world.apr» из своего рабочего каталога.

19. Слева в окне вида – легенда, которую нужно изучить. Разобраться, как поменять тип легенды и как ее редактировать.

Замечание: текущий слой (тема) выделяется мышкой в легенде.

20. Научиться редактировать ГИС-проект в ArcView 3.2. Для этого разобраться,

- как делать невидимым тот или иной слой,
- как изменить стиль представления всех объектов в одном слое,
- как посмотреть статистику слоя (узнать, сколько объектов содержит слой и т.д.),
- как редактировать отдельные объекты (удалять, добавлять, менять их форму и .п.) – воспользоваться меню: <Тема> ⇒ <Начать редактирование> и т.д.

По окончании редактирования нужно выйти из режима редактирования.

21. Изучить меню <Окно> и расположить окна мозаикой.

22. Бегло изучить меню <Файл> и <Проект>.

23. Изучить функциональные возможности окна проекта (в данном случае оно имеет заголовок «world.apr»).

24. Перейти в окно проекта и добавить в проект новую тему с помощью меню: <Вид> ⇒ <Добавить тему...>, выбрать «...\usa\cities.shp».

25. Добавить в проект эту же тему еще раз.

26. Удалить дублирующую тему.

27. Изучить меню: <Вид> ⇒ <Свойства...>.

28. Закрывать проект, сохранив его на жестком диске.

Выполнив предыдущие задания, Вы получили представление о ГИС-проекте ArcView 3.2. Выполнив последующие задания, Вы научитесь конвертировать (преобразовывать) ГИС-данные из проекта MapInfo 7.8 в проект ArcView 3.2.

29. Перейти в программную оболочку MapInfo.

30. Открыть таблицу-слой Worldcap.

31. Сделать копию таблицы Worldcap под именем «Столицы» (меню: <Файл> ⇒ <Сохранить копию...>), поменяв при этом ее картографическую проекцию на систему координат «Долгота/широта» (задав такую же и категорию) (кнопка «Проекция»).

32. Закрывать таблицу Worldcap.

33. Открыть таблицу «Столицы».

34. Убедиться, что слой «Столицы» представлен в системе координат «Долгота/широта» (меню: <Карта> ⇒ <Режимы...>...).

35. Преобразовать таблицу «Столицы» из формата MapInfo в обменный формат «MID/MIF» с помощью меню <Таблица> ⇒ <Экспорт...>, сохранив результаты в своем рабочем каталоге – в нем появятся два новых файла: «Столицы.MID» и «Столицы.MIF».

36. Конвертировать таблицу-слой «Столицы» из формата «MID/MIF» в формат ArcView 3.2 с помощью специальной программы (меню: <Программы> ⇒ <Универсальный транслятор>), задав в открывшемся окне «Универсальный транслятор» - в разделе «Источник» в поле «Формат» MapInfo «MID/MIF», в поле «Файл(ы)» указав имя таблицы «Столица» в своем рабочем каталоге, а в разделе «Результат» в поле «Формат» - ESRI Shape, в поле «Каталог» указав свой рабочий каталог, и нажав кнопку «ОК».

По завершении преобразований в окне «Information» должно быть сообщение «Трансляция завешена успешно!», при этом в Вашем рабочем каталоге появятся новые файлы «Столицы\_point.dbf», «Столицы\_point.shp» и «Столицы\_point.shx» - в этих файлах и хранится вся информация слоя «Столицы».

37. Перейти в оболочку ArcView и создать новый проект, пользуясь меню <Файл> ⇒ <Новый проект>. В окне вида нажать кнопку «Новый».

38. Добавить в окно вида нового проекта слои «states» (для этого указать файл «...esridata\usa\states.shp») и «Столицы» (указав файл «Столицы\_point.shp»).

39. Поменять в легенде наименования слоев на «Столицы» и «Штаты», задать новые стили объектам слоев и сохранить новый проект в своем рабочем каталоге под любым именем.

40. В Интернет осуществить поиск литературы по теме 1. Особое внимание уделить словарям по ГИС.

41. «Посетить» сайты «esti-map.ru» и «dataplus.ru» и ознакомиться с их содержанием по теме 1.

### **Контрольные вопросы**

1. Какую модель данных называют векторной и почему?
2. Почему векторную модель называют объектной?
3. Чем отличается топологическая векторная модель данных от нетопологической?
4. Какие признаки характеризуют объектную модель геоданных?
5. Почему в ГИС выделяется понятие «векторная карта»?
6. Что называют векторной картой?
7. Что называют векторным слоем?
8. Что такое векторный объект?
9. Какие типы векторных объектов Вы знаете?
10. Какие пространственные параметры характеризуют векторные объекты каждого типа?

11. Сколько файлов используется для хранения во внешней памяти компьютера одного векторного слоя MapInfo / ArcView ? Какие расширения имеют эти файлы? Какие имена?
12. В файлах с каким расширением хранятся графические данные MapInfo / ArcView ?
13. Для чего в формате данных MapInfo используется текстовый файл с расширением TAB?
14. В чем заключается генерализация векторного изображения и для чего она используется в картографии и в ГИС?
15. Каким образом классификатор объектов ГИС связан со структурой ее слоев?
16. Какую систему координат принято использовать в ГИС для небольших территорий?
17. Векторные объекты какого типа используются в ГИС для представления горизонталей рельефа?
18. Что называют ГИС-проектом?
19. Какие слои и в каком количестве входят в состав изученных Вами в практической работе ГИС-проектов?
20. Графические объекты какого типа и в какой системе координат содержат векторные слои изученных ГИС-проектов?

## **Тема 2. Векторные ГИС как системы пространственного анализа**

### **2.1 Задачи ГИС**

Задачи, решаемые в векторных ГИС на основе геоданных, можно разделить на три вида: информационные, прикладные и задачи автоматизированного картографирования.

*Информационные задачи* связаны с визуализацией и анализом геоданных. Визуализация любых данных сама по себе информативна, поскольку картографическая форма представления информации в ГИС позволяет быстро найти ответы на практические вопросы, например, «кто владелец участка дороги?», «как повлияет на движение транспорта строительство новой дороги?» и т.п.

*Задачи автоматизированного картографирования* настолько легче решаются ГИС, чем в традиционных методах ручного или автоматического картографирования, что в настоящее время в среде геоинформационных технологий уже выделились и успешно развиваются *Системы автоматизированного картографирования*.

*Прикладные задачи* чрезвычайно многообразны и имеют как различную направленность, так и различные уровни сложности.

Примеры прикладных задач:

«определить наиболее выгодное местоположение новых производственных мощностей, филиалов и торговых точек»;

«составить сводные диаграммы объемов продаж за месяц или год по интересующим торговым предприятиям и привязать диаграммы к соответствующим пунктам на ГИС-картах»;

«рациональное природопользование»;

«регулирование рынка недвижимости»;

«градостроительное регулирование» и т.п.

*Современные ГИС традиционно используются*

- для решения задач земельного и градостроительного кадастров;

- для инвентаризации, учета и планирования размещения объектов производственной инфраструктуры;

- в проектировании, инженерных изысканиях, при планировке в строительстве и архитектуре;

- в системах диспетчеризации наземного, воздушного и водного транспорта;

- в природоохранной деятельности и экологии;

- в военном деле,

- в сельском хозяйстве и т.д.

Перечисленные задачи и подобные им решаются в ГИС на основе пространственного анализа геоданных, поэтому *ГИС относят к классу Систем пространственного анализа*.

## **2.2 Пространственный ГИС-анализ**

Все виды пространственного ГИС-анализа основаны на двух методах: *анализе близости* и *анализе наложения*.

В анализе близости используются оценка расстояний и *буферизация* объектов.

*Буфером ГИС-объекта* называют площадной векторный объект, все точки внешней границы которого отстоят от точек объекта одинаково (рисунок 5).

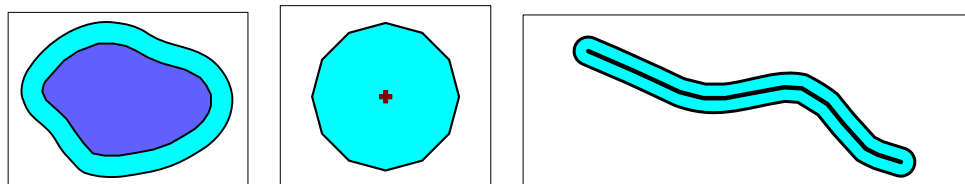


Рис.5 Буферные зоны площадного, точечного и линейного (слева направо) векторных объектов

Примеры решаемых задач:

- «сколько железнодорожных переездов находится в пределах 100 км от начала автомобильной дороги?»»,
- «какова интенсивность движения на участке дороги, находящемся в пределах 5 км от данной транспортной развязки?»»,
- «какие населенные пункты отстоят от автомобильной дороги с заданным титулом (например, «Новосибирск-Иркутск») на расстоянии 1 км?»».

*Анализ наложения* основан на интеграции геоданных различных векторных и тематических слоев ГИС. Например, в ГИС-проекте можно визуально обнаружить связи между типом почв, климатом и урожайностью сельскохозяйственных культур, после чего выполнить расчет параметров корреляции между указанными данными.

Различают три вида пространственного ГИС-анализа: простой, комплексный и геоинформационное моделирование.

*Простой ГИС-анализ* опирается на методы традиционной картографии и обработки БД, применяя их к ГИС-объектам. Сюда же можно отнести описания объектов и слоев (общие и поэлементные) и выполнение действий над объектами (создание, выделение, перемещение и т.п.).

*Комплексный ГИС-анализ* включает, помимо этого, обработку разнородных данных в единой геоинформационной среде.

ГИС-анализ осуществляется поэтапно: сначала поиск и идентификация объектов, затем измерение их пространственных характеристик, и, наконец, совместный анализ пространственной и атрибутивной информации о реальных объектах.

### **2.3 Обработка геоданных**

Обработкой геоданных называют набор простых и сложных операций, каждая из которых может являться также этапом ГИС-анализа или обеспечивать функциональность той или иной геоинформационной модели. Различают *предварительную* обработку геоданных (при подготовке исходных данных для ввода в ГИС), *пост-обработку*, *координатные преобразования* и *конвертирование* геоданных из одной ГИС-среды в другую.

Поскольку графические и тематические данные в ГИС неразрывно связаны, их обработка и анализ применимы одновременно и к тем, и к другим и осуществляются совместно и комплексно.

### **2.4 Средства ГИС для обработки и анализа геоданных**

*Математические методы*, используемые в ГИС для обработки и анализа геоданных:

- математический анализ,
- статистический анализ,
- теория вероятности,
- картографический анализ (картометрия и морфометрия) и др.

*Методы картометрии*, например, позволяют измерять в ГИС географические и прямоугольные координаты точек, длины прямых и кривых линий, расстояния, площади, объемы, углы и оценивать их точность.

*Морфометрические* оценки крутизны и кривизны кривых и поверхностей осуществляются также легко на основе координат вершин ГИС-объектов.

В методах представления и анализа графических данных ГИС базируются на *Системах автоматизированного проектирования* (САПР).



Представление и анализ атрибутивных и семантических данных основаны в ГИС на использовании *Систем управления базами данных (СУБД)*. СУБД определяется как *комплекс программных и языковых средств для создания, выделения и использования атрибутивных данных, использующий одну из трех моделей: реляционную, иерархическую или сетевую*. В ГИС модель атрибутивных данных – *реляционная* – логическая модель на основе равноправных таблиц, столбцы которых (домены) могут быть получены через номера столбцов, а строки (кортежи) – через номера строк.

*Программные средства ГИС:*

- программное «ядро» системы;
- встроенная реляционная СУБД;
- SQL (Structured Query Language) - встроенный структурированный язык запросов, являющийся составной частью СУБД ГИС;
- встроенные приложения.

Имея собственные СУБД, ГИС работают также с локальными (dBase, FoxBase, Access, Oracle, DB2) и сетевыми СУБД.

Во всех видах пространственного ГИС-анализа (включая создание приложений) и в предварительной обработке геоданных активно используется язык запросов SQL.

### **Практические задания**

1. Ознакомиться с каталогами встроенных программ MapInfo (меню <Программы> ...) и ArcView.

2. При работе с электронной картой нужно знать ее экстенд – пространственное простираение – это наименьший прямоугольник, включающий изображения всех слоев карты, стороны которого параллельны осям координат. Для того, чтобы в MapInfo узнать экстенд какого-либо векторного слоя, нужно войти в меню <Программы> ⇒ <Каталог программ...>, выбрать программу «Check and Set CoordSys Bounds», отметить флажком «загрузить» или «Автозагрузка» и нажать кнопку «ОК». Далее воспользоваться меню <Программы> ⇒ <Граница рамки карты> ⇒ <Проверить и установить границы рамки карты...>, после чего откроется окно

«Граница рамки карты», в котором в списке «Таблицы» выбрать нужную и нажать кнопку «Оптимизировать рамку». В окошках с общим заголовком «Границы рамок таблиц» появятся значения Min X, Min Y, Max X и Max Y в единицах системы координат данного слоя (таблицы).

### **Контрольные вопросы**

1. Для решения каких задач предназначены ГИС?
2. Перечислите основные картографические методы анализа геоданных, используемые в ГИС.
3. Почему методы картометрии и морфометрии нашли столь успешное применение в ГИС?

## **Тема 3. Атрибутивные данные ГИС**

### **3.1 Атрибутивные данные и атрибутивные таблицы**

Значения реальных свойств, параметры и характеристики *пространственных объектов* в векторных ГИС хранятся в *атрибутивных таблицах* и называются *атрибутами*, или *атрибутивными данными*. Примеры атрибутивных данных: названия рек, населенных пунктов, численность населения в них, засоленность почв в конкретном районе и т.п.

Для управления атрибутивными данными и для их обработки используются встроенные в ГИС СУБД, поскольку логически взаимосвязанные совокупности атрибутивных таблиц представляют собой, по-существу, базы данных. Такие таблицы предложены в конце 1968 года доктором Э. Ф. Коддом из фирмы IBM и названы реляционными (от слова «relation», которое в переводе на русский язык означает «отношение»). ГИС «работают» именно с реляционными таблицами.

Атрибутивные данные ГИС организованы таким образом, что всегда могут быть показаны пользователю в понятном для него «табличном» виде с *колонками (столбцами)* и *строками (записями)*.

*Столбцы и строки реляционных таблиц обладают следующими свойствами:*

- каждый столбец имеет уникальное для данной таблицы имя;
- столбцы при выводе данных на монитор ПК упорядочиваются слева направо (столбец 1, столбец 2 и т.д.);
- строки не упорядочены (их последовательность определяется лишь последовательностью ввода в таблицу);
- в поле на пересечении строки и столбца всегда имеется только одно значение данных (значение атрибута, иначе – значение поля) и никогда не должно быть множества значений;
- всем строкам соответствует одно и то же множество столбцов, хотя в определенных столбцах любая строка может содержать пустые значения;
- все строки обязательно отличаются друг от друга хотя бы единственным значением, что позволяет однозначно идентифицировать любую строку;
- при выполнении операций с таблицей ее строки и столбцы можно обрабатывать в любом порядке;
- количество строк таблицы логически не ограничено.

В ГИС реляционные таблицы получают дополнительные свойства:

- строка содержит информацию об одном векторном объекте, так что значения его атрибутов хранятся в полях строки;
- связь векторных объектов со строками таблиц осуществляется через уникальные значения индекса - идентификатора объектов;
- операции, выполняемые с таблицей, распространяются на соответствующие оперируемым строкам векторные объекты;
- возможно выполнение операций пространственного анализа, при которых различаются значения атрибутов, связанные с различными векторными объектами.

Поле атрибутивной таблицы может содержать ссылку на графические объекты типа «растровое изображение» или «аннотация». Но и в этом случае определяющей является связь строки с векторным объектом как моделью реального объекта.

Используемые в ГИС *типы атрибутивных данных*: символьное, целое, короткое целое, вещественное, десятичное, дата и логическое.

В зависимости от того, какие типы атрибутивных данных содержат *поля таблицы*, их называют числовыми, строковыми и т.п.

*Числовые поля* могут содержать только цифры, а также символы «минус», десятичную точку и обозначение экспоненты (запись «7.E-04» означает «семь умножить на 10 в минус четвертой степени»).

Обработка и анализ атрибутивных данных в ГИС сводятся к выполнению целого ряда *операций*:

- создание таблицы (формирование ее структуры),
- просмотр структуры атрибутивной таблицы,
- редактирование структуры атрибутивной таблицы,
- добавление в таблицу отдельных (пустых) записей,
- удаление отдельных записей,
- упаковка записей,
- просмотр записей атрибутивной таблицы,
- ввод данных в атрибутивную таблицу,
- редактирование значений атрибутов,
- выбор данных по запросу,
- классификация данных с использованием математических методов,
- объединение данных двух и более таблиц,
- связывание данных двух и более таблиц.

Векторные и атрибутивные данные в ГИС неразрывно связаны, поэтому, выполняя операции с атрибутивными данными, пользователь ГИС одновременно применяет их к векторным объектам ГИС, т.е., например, выбирая какие-то значения атрибутов, пользователь одновременно выбирает графические объекты, указанные атрибуты которых имеют данные значения.

Для нумерации записей атрибутивной таблицы используется «невидимый» пользователю атрибут с именем «rowid». Нумеруются все записи, включая удаленные, поэтому время от времени атрибутивные таблицы нужно «упаковывать».

В подавляющем числе современных ГИС в число атрибутов не входят пространственные, т.е. координаты векторных объектов. Они хранятся отдельно.

В любой ГИС существует возможность работы с атрибутивными таблицами, записи которых не связаны с векторными объектами. Такие таблицы также можно объединять друг с другом и с объектами других таблиц.

СУБД ГИС позволяет связывать атрибутивные таблицы друг с другом как это принято в теории баз данных с помощью одинаковых значений первичных / внешних ключей, которыми служат выбранные проектировщиком БД ГИС поля таблиц.

### **3.2 Структуры атрибутивных данных**

Совокупность используемых типов данных со всеми их свойствами называется *структурой* атрибутивной таблицы векторного слоя ГИС (используют сокращение «структура таблицы»).

Связи таблиц образуют ту или иную *структуру БД ГИС*.

Разработка структуры БД и атрибутивных таблиц векторных слоев является чрезвычайно важным этапом процесса проектирования ГИС.

Для проектирования структуры БД ГИС может быть использован универсальный язык моделирования UML (Universal Modelling Language)

Структура БД ГИС может быть достаточно сложной. Современные СУБД ГИС используют локальные и удаленные сети. Существуют *распределенные БД ГИС*, отдельные части которых находятся в разных местах и объединены сетью. Этим достигается оптимальное использование вычислительных ресурсов и возможность коллективного доступа пользователей к ГИС.

### **3.3 Средства и методы анализа тематической информации**

Средства анализа тематической информации в ГИС обеспечены теми возможностями, которые предоставляют

пользователю встроенная в ГИС СУБД и программные модули обработки графических данных. Стандартный для любой ГИС набор включает:

- тематический запрос (выборка тематических данных по запросу),
- набор способов классификации тематических данных,
- построение тематических слоев.

Поскольку в ГИС существует неразрывная связь между графическими и атрибутивными данными, перечисленные методы анализа применимы одновременно и к тем, и к другим. Более того, они невозможны один без другого, например, построение векторного тематического слоя невозможно без классификации атрибутивных данных, а классификация данных предполагает их выборки. Тематический запрос – это, по-существу, тоже запрос пространственный, так как атрибуты объектов ГИС имеют строгую пространственную привязку.

### **3.4 Атрибутивные данные MapInfo и методы их обработки**

Атрибутивные данные ГИС MapInfo хранятся в атрибутивных таблицах в собственном формате.

Однако, ГИС MapInfo может выступать и в роли «картографического клиента» при работе с такими известными СУБД, как Oracle, Sybase, DB2, Infomix. Механизм взаимодействия либо через протокол ODBC, либо «напрямую».

Используемые в MapInfo *типы атрибутивных данных*:

- символьное - CHAR(n) – символьная строка фиксированной длины из n символов ( $0 < n < 256$ );
- целое - INTEGER – целое число от -2-х миллиардов до 2-х миллиардов (приблизительно);
- короткое целое - SMALLINT – целое число от -32768 до +32767;
- вещественное - FLOAT – вещественное число (с плавающей точкой);
- десятичное - DECIMAL – десятичное число с фиксированной десятичной точкой, для записи которого в поле атрибутивной

таблицы задается общее количество знаков числа (максимальное значение равно 19) и количество знаков после десятичной точки;

– дата - DATE – календарная дата в форме ММ.ДД.YYYY (год может задаваться также двумя последними цифрами, в качестве разделителя могут использоваться также символ «слэш» или тире, примеры: 05/27/93, 4-7-1970);

– логическое – принимает значения «истина» или «ложь». В поле такого типа появляется либо литера «Т» (TRUE) в случае значения «истина», либо литера «F» (FALSE) в случае значения «ложь».

MapInfo имеет разнообразные встроенные программные методы обработки атрибутивных данных отдельно от графических и совместно с ними. К ним можно отнести все, перечисленные в вышеприведенном списке операции, выполняемые в ГИС с атрибутивными таблицами, а также операции, выполняемые с векторными объектами.

При построении тематических слоев применяется разбиение атрибутивных данных на диапазоны следующими методами:

- равных интервалов,
- равного количества точек,
- естественных групп,
- по дисперсии,
- по квантилям,
- вручную.

Объединение и разделение атрибутивных данных осуществляются по количеству, сумме, значению, среднему значению, минимуму, максимуму, взвешенному среднему, пропорциональной сумме, пропорциональному среднему и пропорциональному взвешенному среднему.

### **3.5 Атрибутивные данные в ГИС-проектах ArcView 3.2a**

Возможности ArcView 3.2a в работе с атрибутивными данными принципиальных отличий от MapInfo не имеют, осуществляются стандартным для Windows образом и легко могут быть освоены через элементы пользовательского интерфейса.

## Практические задания

1. Загрузить MapInfo
2. Загрузить в одном окне карты следующие векторные слои: «Дороги», «НасПункты», «Рамка» и «СадУчастки».
3. Ознакомиться со структурой всех векторных слоев, пользуясь меню <Таблица> ⇒ <Изменить> ⇒ <Перестроить...>. В открывшемся окне «Показать структуру таблицы» выбрать в списке имя векторного слоя и нажать «ОК» – откроется окно «Перестройка структуры таблицы». Рассмотреть внимательно имена и типы полей таблицы, ничего не меняя, после чего нажать кнопку «Отмена».
4. Открыть атрибутивные таблицы всех векторных слоев и ознакомиться с их содержанием (воспользоваться меню <Окно> ⇒ <Новый список...>).
5. Открыв в новом рабочем окне карты один векторный слой (любой), а в другом окне – его атрибутивную таблицу, определить взаимно однозначную связь векторных объектов и записей атрибутивной таблицы. Для этого, выбирая объект и переходя в окно списка, воспользоваться меню: <Запрос> ⇒ <Найти выборку>. Выбирая любую запись в атрибутивном списке, аналогично найти соответствующий ей объект в окне карты.
6. Сохранить ГИС-проект в рабочем наборе «Учебный.wor» в своей рабочей папке (меню <Карта> ⇒ <Сохранить Рабочий Набор...>).
7. С помощью встроенного в MapInfo приложения «Универсальный транслятор» конвертировать все векторные слои в формат ArcView (меню <Программы> ⇒ <Каталог программ...> и далее ...).
8. Загрузить визуализатор ArcView 3.2a.
9. Создать новый проект (меню <Файл> ⇒ <Новый проект>) и сохранить его в своем рабочем каталоге под именем «Учебный.арг».
10. Задать стили объектам всех тем проекта «Учебный» и оформить легенду, используя полные наименования тем на русском языке.
11. Самостоятельно изучить функциональные возможности ArcView 3.2a для редактирования атрибутивных таблиц.



12. Вернуться в рабочую среду MapInfo и построить тематические слои

- для слоя дорог на основе значений поля «Тип\_покрытия»,
- для слоя населенных пунктов на основе значений общего числа жителей в каждом населенном пункте,
- для слоя садовых участков на основе удельной стоимости (руб/м.кв.) участка.

Представить тематические слои в отдельных окнах карт, подготовить на их основе ГИС-отчеты с соответствующими заголовками и распечатать их в масштабе 1:50 000.

13. Создать независимую атрибутивную таблицу, в поля которой «Число\_студентов» и «Число\_пенсионеров» внести придуманные значения для населенных пунктов слоя «НасПункты».

14. Самостоятельно связать вновь созданную таблицу с векторным слоем «НасПункты», отразив результаты объединения данных в отдельных окнах списка, карты и отчета.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятия «атрибутивные данные ГИС».
2. Где хранятся атрибутивные данные векторного слоя ГИС?
3. Какой тип атрибутивных таблиц используют ГИС?
4. Какие атрибуты передают в ГИС пространственные свойства следующих объектов: «дороги грунтовые», «реки и ручьи», «геодезические пункты», «зоны подтопления»?
5. Назовите основные структурные элементы любой атрибутивной таблицы.
6. Синоним понятия «строка атрибутивной таблицы» ...
7. Какой атрибут векторного объекта ГИС используется для связи его позиционных и атрибутивных свойств?
8. Может ли атрибут «Номер строки атрибутивной таблицы векторного слоя» использоваться для организации связей между объектами разных слоев ГИС?
9. Может ли схема классификации объектов ГИС содержать более одной структурной иерархии объектов?

10. Если в атрибутивную таблицу добавить новую пустую запись, появится ли при этом в соответствующем векторном слое новый векторный объект?

11. Для чего в формате данных MapInfo используются файлы \*.dat ?

12. Каким образом осуществляется редактирование атрибутивных данных в MapInfo 6.5?

13. Что выводится в окно списка MapInfo?

14. Наименование типа атрибутивных данных для хранения в ГИС MapInfo целых чисел ...

15. Наименование типа атрибутивных данных для хранения в ГИС MapInfo вещественных чисел ...

16. Имя атрибута, который используется в ГИС MapInfo для нумерации строк атрибутивной таблицы ...

17. Какие типы удаленных БД поддерживает MapInfo?

18. Заполнить таблицу:

№ п/п	Компонент ГИС	Наименование в MapInfo (русск./англ.)	Наименование в ArcView (русск./англ.)
1	ГИС-карта		
2	Векторный или растровый слой		
3	Атрибутивная таблица		
4	ГИС-отчет		
5	График		

## Тема 4. SQL-запросы в ГИС.

### 4.1 Общие сведения о SQL

Важной составной частью СУБД ГИС является компактный *структуризованный язык запросов SQL*. Он был разработан корпорацией IBM в 1970 г. и с середины 80-х годов является международным стандартным языком создания запросов для *реляционных СУБД*. У SQL много диалектов, но это не язык

программирования, он многого «не умеет», например, у него нет средств для создания отчетов для печати.

SQL может использоваться как *интерактивный* (для выполнения запросов) и как *встроенный* (для построения прикладных программ).

Многие ГИС используют SQL как встроенный язык запросов геоданных.

*Элементами SQL* являются так называемые *предложения*, по которым выполняются *операции*. Предложений порядка 30-ти. Среди них для нашего изучения наиболее важны следующие: *запросы*; предложения редактирования, добавления и удаления данных; арифметические вычисления и операции сравнения; создание временных таблиц; группировка (агрегирование) данных (т.е. статистические вычисления для отдельных выборок). *Все перечисленные операции выполняются с атрибутивными таблицами.*

## 4.2 Структура SQL-запроса

Запрос в общем случае определяется как *сигнал от одного объекта к другому, по которому запрашиваемый объект выполняет один из методов*. Запрос состоит из трех частей: имени запрашиваемого объекта, метода, который он должен выполнить и каких-либо параметров, необходимых для выполнения запроса.

SQL-запросом называется определенный набор предложений SQL, с помощью которых формируется выборка информации из БД, в нашем случае – из векторных слоев и атрибутивных таблиц ГИС.

В MapInfo выборка выполняется с помощью предложения *Select*, синтаксис которого следующий:

*Select* (в переводе «выбрать») <столбцы>

*From* («из») <перечисленных таблиц>

*Where* («где») <строки из указанных таблиц должны удовлетворять указанному условию отбора строк>

*Group by* («группируя по») <указанному перечню столбцов с тем, чтобы получить для каждой группы единственное значение обобщающей функции>

*Having* (имея в результате) <выборку>.

В круглых скобках – пояснения, не входящие в состав предложения *Select*, в угловых скобках – наименования параметров, вместо которых должны вводиться их конкретные значения.

Фраза *Where* («с условием») позволяет фильтровать данные таблицы (т.е. извлекать из таблицы строки, в которых данные в указанных столбцах (колонках) удовлетворяют определенному критерию), а также задавать правила объединения данных в таблицах, если для построения запроса используется несколько таблиц. Во фразе «с условием» могут быть использованы любые колонки из исходных таблиц, включая те которые указаны в предложении *Select*.

Во фразе *Where* можно использовать

- операторы сравнения значений атрибутов: = (равно), <> (не равно), < (меньше), > (больше), <= (меньше или равно), >= (больше или равно), *Like* («похоже на»);

- арифметические операторы: + (плюс), - (минус), \* (умножить), / (разделить) и () (скобки);

- логические операторы: ^ (конъюнкция = объединение), *And* (логическое «и», когда должны удовлетворяться оба разделяемых с помощью *And* условия), *Or* (логическое «или», когда должно удовлетворяться одно из разделяемых с помощью *Or* условий), *Not* (отрицание), *And Not* (когда должно удовлетворяться первое условие и не должно - второе), *Or Not* (когда или должно удовлетворяться первое условие или не должно удовлетворяться второе);

- пространственные операторы: *Contains* («содержит»), *Contains Entire* («содержит полностью»), *Within* («внутри»), *Intersects* («пересекает»).

Фраза *Group by* делит строки таблицы на группы с одинаковым значением указанного поля. Для этих групп считаются значения следующих обобщающих (агрегирующих) функций (в скобках указываются значения параметров, или аргументов функций):

*Avg()* – среднее значение в столбце;

*Count(\*)* – количество всех строк (записей) в группе (число значений в столбце);

Min() – минимальное значение указанного в скобках поля в группе (в столбце);

Max() – максимальное значение указанного в скобках поля в группе (в столбце);

Sum() – сумма значений указанного в скобках поля для всех записей группы (столбца);

WtAvg(,) – взвешенное среднее значений указанного столбца.

Функции обобщения нельзя использовать во фразе Where, во фразе Select – можно и без выделения групп (тогда они применяются ко всему столбцу).

В качестве аргументов функций могут выступать константы (числа), имена столбцов (полей) и арифметические выражения, включающие имена полей. В данном тексте используются следующие обозначения: () – один аргумент, (,) – два аргумента, (,,) – три и т.д..

В предложении *Select* и во фразе *Where* могут задаваться и перечисленные ниже *стандартные функции* (в скобках приводятся значения аргументов):

Abs() – абсолютное значение (модуль);

Area(obj, "sq km") – площадь полигона (в плоской модели);

CentroidX(obj) – X-координата центроида объекта, если объект – полигон или полилиния; X-координата, если объект – точка;

CentroidY(obj) – Y-координата центроида, если объект – полигон или полилиния; Y-координата, если объект – точка;

Cos() – косинус числа в радианах;

Day() – день даты (результат – число от 1 до 31; аргумент – дата);

Distance(,,, "km") – кратчайшее расстояние между двумя точками, заданными координатами;

Maximum(,) – из двух заданных значений (чисел, полей, выражений) выбирает наибольшее;

Minimum(,) – из двух заданных значений (чисел, полей, выражений) выбирает наименьшее;

Month() – месяц даты (результат – число от 1 до 12; аргумент – дата);

ObjectLen(obj, "km") – длина объекта-полилинии в заданных единицах измерения;

Perimeter(obj, "km") – периметр полигонального объекта в заданных единицах измерения;

Proper\$( ) – преобразует строку, введенную в смешанном регистре, так, что только первый символ каждого слова становится заглавным, например, результатом Proper\$(«лиСтвенный леС») является строка «Лиственный Лес»;

Sin( ) – синус числа в радианах;

Weekday( ) – день недели даты (результат – число от 1 до 7, причем 1 соответствует воскресенью, 2 – понедельнику и т.д.; аргумент – дата);

Year( ) – год даты (результат – число типа «2005», аргумент – дата) и многие другие.

Для того, чтобы возможно было выполнить SQL-запрос для какой-либо таблицы MapInfo или ArcView, она должна быть открыта в интерактивной рабочей среде системы.

SQL-запрос может формироваться пользователем *интерактивно* с помощью средств программной оболочки. При этом *параметры запроса* вводятся в поля специализированных окон.

Средства SQL входят в состав встроенного в MapInfo *объектно-ориентированного языка программирования MapBasic* и фактически, когда вводится предложение SQL-запроса, формируется и выполняется соответствующее выражение MapBasic. Если в оболочке MapInfo открыть специальное *окно MapBasic* (меню: <Настройки> ⇒ <Показать окно MapBasic>.), то по мере выполнения обработки данных ГИС, в том числе SQL-запросов, в нем эти выражения будут прописываться. Имея некоторый опыт, можно формировать SQL-запросы в этом окне на MapBasic(e).

В ArcView запросы есть элементы встроенного языка программирования Avenue, который в настоящее время уже не поддерживается фирмой-разработчиком. Запрос пишется в круглых скобках, имена полей – в квадратных, например, ([площадь]<2500). В имена полей можно включать некоторые символы, например, символ «\*», означающий «любой набор любых букв», или символ «?», который заменяет одну букву. В тексте запроса можно

использовать круглые скобки. Операции, заключенные в круглые скобки, выполняются в первую очередь.

### 4.3 Типы SQL-запросов

С помощью SQL-запросов можно фильтровать, сортировать и группировать данные, вычислять суммы, минимальные, максимальные и средние значения и т.п.

SQL-запрос может быть *простым* и *сложным*, с использованием одной или нескольких таблиц.

Сложные запросы формируют, комбинируя выражения с помощью операторов AND и OR.

Особую и наиболее важную в ГИС группу запросов составляют *пространственные запросы*.

Далее в практических заданиях будут рассмотрены следующие типы запросов:

- простой запрос,
- запрос вычисляемых значений данных,
- запрос с использованием операторов сравнения,
- запрос с сортировкой выбранных данных,
- пространственный запрос.

### 4.4 Понятие о выборке

Векторные данные ГИС – это графическая и атрибутивная информация об объектах, жестко связанные между собой. Поэтому выборка по SQL-запросу всегда содержит набор графических объектов с их атрибутами. Таким образом, выборка – это некий «фрагмент ГИС».

В MapInfo выборка записывается во временную (результатирующую) таблицу Selection, которая «хранится» в рабочем наборе и (или) может быть сохранена в виде постоянной таблицы с другим именем. Кроме того, можно сохранить выборку в заданных столбцах (полях) постоянной таблицы, а также в так называемых «временных» колонках постоянной таблицы.

Практические примеры способов сохранения выборок будут приведены ниже.

Стандартное имя таблицы Selection можно при выполнении запроса заменить на любое другое, но, если оставить его неизменным, выборки будут именоваться автоматически: *Query1* (Запрос1), *Query2* (Запрос2) и т.д., при этом таблица Selection будет обновляться в результате каждого следующего выбора.

Результаты любого запроса сразу или впоследствии можно сохранить в виде постоянной таблицы (воспользовавшись меню: <Файл> ⇒ <Сохранить копию...>), при этом можно поменять систему координат или картографическую проекцию выборки.

#### **4.5 Использование SQL-запросов для редактирования атрибутивных данных**

Выбранные по SQL-запросу графические объекты в окне карты показываются «как выбранные» и отмечаются черными маркерами как «выбранные записи» в исходной атрибутивной таблице. Их можно скопировать в обменный буфер Windows (Ctrl + C), а затем вставить в другую атрибутивную таблицу или в ту же самую (если нужно). Их можно удалить, а также изменить значения в отдельных столбцах. При этом изменения будут произведены и в исходной постоянной таблице (но только в полях выбранных строк), и связанные с выбранными строками векторные объекты приобретут другие значения атрибутов. Таким образом в MapInfo и в других ГИС *выборку используют для выборочного редактирования данных в постоянных таблицах.*

#### **Практические задания**

Практические задания по формированию навыков применения SQL-запросов в ГИС выполняются с использованием следующего материала.

В MapInfo – это фрагмент ГИС-карты, в которой рельеф местности представлен четырьмя слоями: «Горизонтали», «Отметки», «Ямы\_промоины» и «Обрывы»; гидросеть – тоже четырьмя: «Реки», «Озера», «Колодцы\_родники» и «Болота»; транспортная сеть – двумя: «ЖД» и «Дороги»; производственная инфраструктура – тремя: «Производства», «ЛЭП» и «ЛС»;



социальная инфраструктура – пятью: «Нас\_пункты», «Здания», «Кварталы», «Сад\_уч», «Кладбища». Растительность представлена в трех слоях: «Раст\_пл», «Раст\_лин» и «Раст\_знаки».

В ArcView в качестве опорного материала предлагается использовать широко известные геоданные США.

1. Что собой представляет *простой SQL-запрос (простая выборка)*, можно понять, выполнив следующее практическое задание в MapInfo.

Выбрать меню <Настройки> ⇒ <Показать окно MapBasic>, после чего в нижней части рабочего окна MapInfo откроется окно MapBasic, в котором при выполнении SQL-запросов будут прописываться предложения SQL, и которое должно оставаться открытым во все время работы.

Войти в меню <Окно> ⇒ <Новый список...>, откроется список слоев карты, выбрать слой «Отметки» и «ОК», откроется атрибутивная таблица этого слоя с полным набором объектов.

Далее меню <Запрос> ⇒ <SQL-запрос...>. Откроется окно «SQL-запрос», в котором нужно ввести в заданной форме предложения запроса. Поместив курсор в окошко с подписью «из таблиц...», войти в выпадающий список «Таблицы» и выбрать слой «Отметки», название слоя появится в окошке «из таблиц...». Далее поместить курсор мыши в окошко с надписью слева «с условием» и внести в него аналогичным образом из списка «Колонки» значение «Абс\_высота\_м». Далее, не выходя из окошка «с условием» из списка «Операторы» выбрать оператор «>» и с клавиатуры ввести число 110. Обратит внимание, что отмечен флажок «Результат в список». Нажать кнопку «ОК».

В окне MapBasic появятся две строки, которые содержат два оператора встроенного в оболочку MapInfo языка программирования MapBasic:

```
Select * from Отметки where Абс_высота_м > 110 into Selection  
Browse * From Selection
```

Первый из этих операторов включает простой SQL-запрос:

```
Select * from Отметки where Абс_высота_м > 110
```

Здесь звездочка (\*) служит кратким обозначением всех атрибутов таблицы, указанной во фразе from.

Таким образом, графические данные векторного слоя «Отметки» отфильтрованы по условию Абс\_высота\_м > 110. Фильтрация – это формирование запроса с условием, заданным логическим выражением, которое обычно сравнивает значение атрибута с другим значением (в качестве которого может выступать постоянное значение, значение другого атрибута или арифметическое выражение). Так, в данном SQL-запросе выбираются только те строки, которые имеют в колонке «Абс\_высота\_м» значение больше 110.

Второй оператор открывает окно со списком Query1, т.е. он содержит полученную выборку (временную таблицу с именем Query1). Этот список открылся потому, что при формировании запроса был отмечен флажок «Результат в список».

Все записи этого списка отмечены черными маркерами как выбранные.

Сделать активным окно электронной карты и распахнуть его на весь экран.

Далее воспользоваться меню <Запрос> ⇒ <Найти выборку>, в окне карты сменится изображение: будет показан фрагмент, включающий все выбранные объекты. Они выделены особым стилем. Запахнуть окно карты (нажать кнопку «Свернуть окно»).

Перейти в окно с полным списком объектов слоя «Отметки». Обратит внимание, что некоторые записи (строки) тоже имеют черные маркеры слева – это и есть записи, которые содержат выбранные атрибуты графических объектов.

Отменить выбор: меню <Запрос> ⇒ <Отменить выбор> (либо нажать на клавиатуре Ctrl + W), отменится выделение записей черными маркерами, но окно с выборкой не закроется. Отменить выбор объектов можно иначе, указав (с нажатой клавишей SHIFT) последовательно все черные маркеры либо указав в открытом окне карты курсором мыши куда-нибудь, где нет объектов.

Сохранить полученную выборку в виде постоянной таблицы MapInfo. Для этого использовать меню <Файл> ⇒ <Сохранить

копию...>, в списке «Сохранить таблицу» открывшегося окна «Создать копию» выбрать имя Query1 и нажать кнопку «Новое имя...», откроется окно «Создать копию таблицы», в поле «Имя файла:» которого поменять имя таблицы и нажать кнопку «Сохранить».

Сохранить текст выполненного запроса в своей рабочей папке в виде файла \*.qry. Для этого использовать меню <Запрос> ⇒ <SQL-запрос> (возврат в окно запроса), далее нажать кнопку «Сохранить...».

Нажать кнопку «Очистить», предложения запроса аннулируются.

Нажать кнопку «Загрузить» и указать файл запроса \*.qry в рабочей папке, после чего в полях окна запроса восстановятся значения параметров запроса.

Сохранить рабочий набор в свою рабочую папку. Для этого использовать меню <Файл> ⇒ <Сохранить рабочий набор...>..

Закрыть все, воспользовавшись меню <Файл> ⇒ <Закрыть все>.

Открыть сохраненный рабочий набор: меню <Файл> ⇒ <Открыть рабочий набор...> (можно выбрать его из списка «Последние используемые файлы»). Обратите внимание, что окно запроса закрыто, а если его открыть, то можно увидеть, что в его окошках не задано никаких значений. Но Вы уже умеете восстанавливать их и(или) вводить заново.

Таким образом формируется, выполняется и сохраняется простой запрос и его результаты (выборка). Далее будет объяснено формирование и выполнение более сложных запросов, но сохранение запросов и выборок нужно будет делать аналогично и самостоятельно.

Повторить тот же самый простой запрос средствами меню <Запрос> ⇒ <Выбрать...>. Откроется окно «Выбрать», в поле которого выбрать записи из таблицы «Отметки». Далее нужно нажать кнопку «Составить...» и в открывшемся окне «Выражение» задать, выбирая из выпадающих списков:

Колонки: Абс\_высота\_м

Операторы: >

и ввести с клавиатуры (поместив курсор мыши в поле «Введите выражение» за знаком «>»): 110

Нажать кнопку «Проверить» и, если все правильно, кнопку «ОК» и еще раз «ОК». Запрос выполнится, откроется помеченный список Query2, а в окне MapBasic появятся те же две строки:

```
Select * from Отметки where Абс_высота_м > 110 into Selection  
Browse * From Selection
```

Отменить выбор (меню <Запрос> ⇒ <Отменить выбор>).

2. Выполнить несколько более *сложный* запрос «Выбрать из таблицы «Здания» все неогнестойкие производственные объекты».

Используя предыдущий опыт, открыть полный список таблицы-слоя «Здания» и рассмотреть внимательно имена полей списка и данные в записях.

Далее войти в меню <Запрос> ⇒ <SQL-запрос...>, при этом откроется окно «SQL-запрос», в котором в окошко с подписью «из таблиц...» из общего списка таблиц нужно ввести имя таблицы «Здание», а в окошко с надписью «с условием» ввести запрос:

Огнестойкость = "неогнестойкое" And Число\_жителей = 0  
и нажать «ОК». (Такой запрос может быть необходим в практической деятельности, например, при подготовке документации по усилению пожарной безопасности территории).

После выполнения этого запроса откроется окно с выборкой, а в окне MapBasic добавятся строки:

```
Select * from Здания where Огнестойкость = "неогнестойкое"  
And Число_жителей = 0 into Selection  
Browse * From Selection
```

Обратить внимание, что вторая выборка имеет имя Query3.

Показано, что фильтр может задаваться двумя или более логическими выражениями, если они разделены операционными словами And или Or. Если два выражения разделены словом And, то MapInfo извлекает из указанной таблицы строки,

удовлетворяющие сразу двум условиям. Если два выражения разделены словом Or, то строки в таблице запроса будут удовлетворять одному из условий.

Сохранить заново тот же рабочий набор.

3. Используя предыдущий опыт, выбрать из слоя «Здания» все одноэтажные объекты с количеством жителей более 6-ти человек.

Такой запрос может быть необходим в практической деятельности, например, при подготовке документации для расселения населения.

После выполнения запроса в окне MapBasic должны появиться строки:

```
Select * from Здания where Этажность = 1 And Число_жителей > 6  
into Selection  
Browse * From Selection
```

Предложение Select и фраза Where (условие) могут содержать *вычисляемые значения*, которые записываются во вновь создаваемые временные колонки.

4. Выбрать в таблице «Здания» все жилые дома, в которых заболеваемость ОРЗ в марте 2003 г. превышала 50 % численности жителей.

«Запрос» ⇒ «SQL-запрос...».

Нажать кнопку «Очистить».

Загрузить запрос «ОРЗ\_1.qry» из каталога: ...\\Запросы\\...  
(нажать кнопку «Загрузить»).

Обратить внимание на параметры запроса:

Выбрать колонки: Улица , N\_дома , ОРЗ\_2003\_март /  
Число\_жителей \* 100

Из таблиц: Здания

С условием: Число\_жителей <> 0 and ОРЗ\_2003\_март <> 0

Полный текст SQL-запроса смотреть в окне MapBasic:

```
Select Улица , N_дома , ОРЗ_2003_март / Число_жителей * 100  
from Здания
```

where Число\_жителей  $\neq 0$  and ОРЗ\_2003\_март  $\neq 0$

Третья из выбираемых колонок – вычисляемая. В результирующей таблице будет три колонки: в первой – название улицы, во второй – номер дома, в третьей – вычисляемой колонке – значение показателя заболеваемости в процентах (значение поля «ОРЗ\_2003\_март» – количество жителей в данном доме, которые в марте 2003 г. болели острыми респираторными заболеваниями (ОРЗ); значение поля «Число\_жителей» – общее количество жителей в данном доме).

«Запрос»  $\Rightarrow$  «SQL-запрос...», нажать кнопку «Очистить» и ввести новые параметры запроса:

Выбрать колонки: \*

из таблиц: из выпадающего списка «Таблицы» выбрать имя последнего выполненного запроса

с условием: пользуясь выпадающими списками «Колонки» и «Операторы» составить выражение  $\text{ОРЗ\_2003\_март} / \text{Число\_жителей} * 100 > 50$

Нажать «Проверить» и «ОК».

Данный запрос выполняется в два приема, потому что выполнение условия  $\text{ОРЗ\_2003\_март} / \text{Число\_жителей} * 100 > 50$  And Число\_жителей  $\neq 0$  приводит к ошибке типа «попытка деления на нуль». Причина – в последовательности выполнения этого сложного запроса: объединение результатов запроса (And) происходит после осуществления двух независимых выборок, одна из которых и приводит к ошибке.

4. Выбрать в таблице «Здания» все жилые дома, в которых последний ремонт производился более 5-ти лет назад.

Очевидно, что нужно выбрать все записи, которые удовлетворяют условию:

$(\text{Дата\_посл\_ремонт} - \text{Дата\_постройки}) / 365 > 5$

Делить на 365 нужно потому, что разность дат (Дата\_постройки – Дата\_посл\_ремонта) получается в днях. Делением на 365 мы приблизительно выражаем ее в годах.

Сформировать и выполнить этот запрос самостоятельно. В окошке «Выбрать колонки...» окна «SQL-запрос» задать:

"ул."+Улица+ ", д."+N\_дома, (Дата\_посл\_ремонт – Дата\_постройки )/ 365

Обратить внимание, как можно объединить в одном поле значения различных полей, в данном случае объединены название улицы и номер дома:

"ул."+Улица+ ", д."+N\_дома

Сохранить свой запрос в свою рабочую папку под любым именем.

Сохранить выборку в виде постоянной таблицы в своей рабочей папке.

В SQL-запросах очень часто встречаются операторы сравнения. Некоторые из них уже использовались при выполнении предыдущих запросов. Следующее практическое задание учит применять оператор Like.

Обычная форма этого оператора «имя\_столбца Like текстовая\_константа» для столбца текстового типа позволяет отыскать все значения указанного столбца, соответствующие образцу, заданному «текстовой\_константой». Символы этой константы интерпретируются следующим образом:

- символ \_ (подчеркивание) – заменяет любой одиночный символ,
- символ % (процент) – заменяет любую последовательность из N символов,
- прочие символы означают сами себя.

5. Выбрать все записи таблицы «Раст\_пл», в текстовом поле «Тип» которой содержится текст, включающий слово «лес».

Загрузить и выполнить запрос ... \Запросы\Лес\_1.qry. В окне MapBasic параметром фразы Where будет: Тип like "%лес%"

Просмотреть выбранные значения поля «Тип» в выборке и обратить внимание, что вместе с записями, у которых значение поля «Тип» – «лес высокий», выбрана и запись со значением поля «Тип» – «высокий лес» (номер записи 40).

6. Выбрать все записи таблицы «Раст\_пл», в текстовом поле «Тип» которой содержится текст, начинающийся со слова «лес».

Загрузить и выполнить запрос ...\\Запросы\\Лес\_2.qry. В окне MapBasic после фразы WHERE появится: Тип like "лес%"

Просмотреть выбранные значения поля «Тип» в выборке и обратить внимание, что выбраны исключительно записи, у которых значение поля «Тип» – «лес высокий».

7. Выбрать все здания из таблицы «Здания», которые были построены между 1951 и 1955 годами.

Загрузить и выполнить запрос ...\\Запросы\\Даты\_1.qry. В окне MapBasic после фразы WHERE будет:

```
Дата_постройки >= "1.1.1951" And Дата_постройки <="31.12.1955"
```

Просмотреть выбранные значения поля «Дата\_постройки» в выборке и обратить внимание, что выбраны исключительно записи, у которых значение поля «Дата\_постройки» находится в интервале дат: 1.01.1951 – 12.31.1955.

Сортировка строк в результирующей таблице осуществляется с помощью фразы Order by (по умолчанию – в порядке возрастания значений в указанном столбце).

8. Выполнить предыдущий запрос с сортировкой дат постройки по возрастанию.

Загрузить и выполнить запрос ...\\Запросы\\Даты\_2.qry.  
В окне MapBasic после фразы WHERE появятся строки:

```
Дата_постройки >= "1.1.1951" and  
Дата_постройки <= "31.12.1955" order by Дата_постройки
```

Убедиться, что в списке выборки даты сортированы по возрастанию.



9. Выполнить предыдущий запрос с сортировкой дат постройки по убыванию:

Загрузить и выполнить запрос ...\\Запросы\\Даты\_3.qry. В окне MapBasic после фразы WHERE появятся строки:

```
Дата_постройки >= "1.1.1951" and  
Дата_постройки <= "31.12.1955" order by Дата_постройки desc
```

В списке выборки даты сортированы по убыванию значений.

Если после фразы Order by указать несколько столбцов, строки результата будут сортироваться по значениям первого столбца списка, пока не появится несколько строк с одинаковыми значениями данных в этом столбце. Такие строки сортируются по значениям следующего столбца из списка Order by и т.д.

В списке Order by можно указать порядковую позицию в перечне Select. Благодаря этому возможно упорядочение результатов на основе вычисляемых столбцов, не имеющих имен.

10. Выполнить предыдущий запрос с другим значением Order by (Даты\_4.qry).

```
Select N, Улица, N_дома, Дата_постройки, Число_жителей  
from Здания  
where Дата_постройки >= "1.1.1951" and Дата_постройки <=  
"31.12.1955"  
order by 4 into selection
```

В списке выборки даты сортированы снова по возрастанию значений.

Функции, используемые в SQL-запросах, можно поделить на два вида: *стандартные функции* и *функции обобщения* (агрегирования). Большое значение в ГИС-анализе имеют пространственные функции. Достаточно сложными могут быть пространственные запросы к комбинациям векторных объектов.

Значения используемых в SQL-запросах MapInfo стандартных функций сохраняются во временных колонках для всех записей (строк) таблицы.

Следующее практическое задание знакомит с *функциями даты*: CurDate(), Day(), Month(), Weekday() и Year().

11. Вывести текущие дату, день, месяц, день недели и год.

Ввести в окошко «Выбрать колонки» следующие параметры, пользуясь выпадающим списком окошка «Функции»:

CurDate(), Day(CurDate()), Month(CurDate()), Weeky(CurDate()), Year(CurDate()), Year(Дата\_постройки)

В окошко «из таблиц» ввести: Здания

Обратить внимание, что функция CurDate задается без параметров, а в качестве параметров всех остальных функций используется функция CurDate.

Выполнив запрос, в окне MapBasic можно увидеть:

```
Select      CurDate(),      Day(CurDate()),      Month(CurDate()),  
Weekday(CurDate()), Year(CurDate()), Year(Дата_постройки) from  
Здания
```

Примеры использования арифметических функций Abs(), Cos(), Sin() и Round(.) не приводятся, поскольку они тривиальны.

Функции сравнения Maximum(.) и Minimum(.) учимся использовать в SQL-запросах в следующем задании.

12. Выбрать для «многоэтажных» зданий из двух показателей заболеваемости ОРЗ (в марте 2003 г. и в марте 2004 г.) наименьший и наибольший, записи выборки сортировать по возрастанию этажности зданий и по возрастанию показателя заболеваемости в марте 2004 г. и сохранить во временной таблице с именем A2.

Загрузить и выполнить запрос ОРЗ\_2.

В окне MapBasic появятся строки:

```
Select Этажность, OP3_2003_март, OP3_2004_март,  
Minimum (OP3_2003_март, OP3_2004_март),  
Maximum (OP3_2003_март, OP3_2004_март)  
from Здания where Этажность > 1 order by Этажность,  
OP3_2004_март into A2
```

Просмотреть записи списка A2 и убедиться в правильности выбора и сортировки записей.

Пространственные функции:

```
Area(obj, "sq ..."), CartesianArea(obj, "sq ..."),  
CartesianDistance(,,, "..."), CartesianObjectLen(obj, "..."),  
CartesianPerimeter(obj, "..."), CentroidX(obj), CentroidY(obj),  
Distance(,,, "..."), ObjectLen(obj, "..."), Perimeter(obj, "..."),  
SphericalArea(obj, "sq ..."), SphericalDistance(,,, "..."),  
SphericalObjectLen(obj, "..."), SphericalPerimeter(obj, "...")
```

позволяют оценить пространственные параметры графических объектов векторных слоев ГИС. Аргументы: obj – это специальное имя, представляющее географический объект, присоединенный к каждой записи атрибутивной таблицы ГИС; "..." – единицы измерения пространственных параметров (например, "km" – километры – при измерении длин, периметров объектов и расстояний между ними, "sq km" – квадратные километры – при измерении площадей полигонов), причем наименования единиц измерений должны вводиться в латинском регистре.

13. Определить центры, периметры и площади всех графических объектов – кварталов, представленных в слое «Кварталы», и выбрать те из них, площади которых превышают 10000 квадратных метров.

Сформировать самостоятельно и выполнить данный запрос, задав в поле «Выбрать колонки...»:

```
CentroidX(obj), CentroidY(obj),  
Perimeter(obj, "km"), SphericalPerimeter(obj, "km"),
```

Area(obj, "sq m"), SphericalArea(obj, "sq m")

В открывшемся окне списка выборки должно быть 7 записей. Убедиться в этом, воспользовавшись меню «Запрос» ⇒ «Статистика колонки...», далее в выпадающем списке выбрать имя последней выборки и нажать «ОК». В открывшемся окне «Статистика колонки» можно увидеть, что статистический параметр «Количество» равен 7. Прочие статистические параметры в данном контексте нас не интересуют.

Полученные значения широты (X) и долготы (Y) центроидов кварталов представлены в угловой мере – в градусах.

Обратить внимание, что для определения периметров и площадей объектов можно использовать по две функции. Результаты одинаковы, потому что данная учебная электронная карта представлена в геоцентрической системе координат «долгота/широта», в которой все пространственные параметры объектов оцениваются как, если бы они были расположены на поверхности сферы. Если бы данная электронная карта была представлена в какой-либо картографической проекции, результат был бы тот же, поскольку размеры кварталов пренебрежимо малы по сравнению с размерами земного сфероида.

14. Определить расстояния в километрах всех графических объектов – высотных отметок, представленных в слое «Отметки», от начала координат системы «долгота/широта».

Загрузить и выполнить запрос «Расстояния». В поле «Выбрать колонки...» появятся строки:

CentroidX (obj), CentroidY (obj),  
Distance (0, 0, CentroidX(obj), CentroidY(obj), "km"),  
SphericalDistance (0, 0, CentroidX(obj), CentroidY(obj), "km")

В данном задании функции CentroidX(obj) и CentroidY(obj) используются для определения координат точечных объектов в градусах.

Фраза Group by предложения Select позволяет *группировать (статистически суммировать, обобщать) данные,*

представленные в строках таблицы, при этом строки таблицы можно группировать в любой комбинации ее столбцов.

15. Определить перечень типов растительности, представленных в векторном слое «Раст\_пл».

Загрузить и выполнить запрос «Обобщение\_1». В полях «Выбрать колонки...», «сгруппировать по колонкам» и «порядок задать по колонке» задать одно и то же значение: Тип

В окне MapBasic появится строка:

```
Select Тип from Раст_пл group by Тип order by Тип into Selection
```

Обратить внимание, что группировка данных не предполагает их сортировки.

Для полученных групп с помощью *функций обобщения* (Avg, Sum, Max и Min) можно вычислять среднее, сумму, а также находить минимальное и максимальное значения по столбцам. Для функций Sum и Avg столбец должен содержать только числовые значения, которые либо уже хранятся в нем, либо получены путем функционального преобразования и (или) связывания символами арифметических операций значений из одного или нескольких столбцов.

Еще одна функция обобщения Count(\*) дает число сгруппированных значений в столбце (включая дубликаты значений).

16. Определить площадь и периметр лесного фонда для всех типов растительности, представленных в векторном слое «Раст\_пл».

Загрузить и выполнить запрос «Обобщение\_2». В поле «Выбрать колонки»:

```
Тип, count(*), Sum(area(obj, "sq km")), Sum (Perimeter(obj, "km"))
```

В окне MapBasic появятся строки:

```
Select Тип, count(*) , Sum(area(obj, "sq km")), Sum(Perimeter(obj, "km"))
from Раст_пл group
by Тип order by Тип into selection
```

Значения столбца Count – это количество строк, равное количеству площадных векторных объектов в группах.

В следующем практическом задании продемонстрирована возможность выполнения *группировки данных с условием* (Where). Строки, не удовлетворяющие условию, исключаются до выполнения группировки.

17. Определить площадь и периметр лесного фонда для различных типов растительности, представленных в векторном слое «Раст\_пл», за исключением пашни и огородов.

Загрузить и выполнить запрос «Обобщение\_3».  
В окне MapBasic появятся строки:

```
Select Тип, count(*), Sum(area(obj, "sq km")),
Sum(Perimeter(obj, "km"))
from Раст_пл
where Тип <> "пашня" And Тип <> "огород"
group by Тип
order by Тип
into selection
```

SQL в ГИС обладает механизмом для *одновременной или последовательной обработки данных из нескольких таблиц*, а также позволяет *объединять (связывать) данные различных таблиц*. Во избежание двусмысленности ссылки на все (\*) или отдельные столбцы уточняются именем соответствующей таблицы.

18. Выбрать те здания, которые попадают в квартал с заданными кадастровыми характеристиками.

Загрузить и выполнить запрос «Объединение\_1».  
В окне MapBasic появятся строки:

```
Select Кварталы.Нас_пункт, Кварталы.Кадастр_номер,  
Здания.Число_жителей  
from Кварталы , Здания  
where Кварталы.Кадастр_номер = Здания.Кадастр_N_кварт  
order by Кварталы.Кадастр_номер, Здания.Число_жителей
```

В этом запросе две таблицы объединены по условию равенства значений из колонок. При этом в результирующую таблицу включаются все записи таблицы «Здания», которым есть соответствие в таблице «Кварталы».

В учебной электронной карте есть векторный слой «Участки», площадные объекты которого имеют кадастровые характеристики: «Владелец», «Право\_владения» и «Кад\_номер» (кадастровый номер участка).

19. Выбрать из слоя «Участки» земельные участки, имеющие одинаковое право владения, и посчитать для них суммарную площадь.

Сформировать и выполнить этот запрос самостоятельно.

В окне MapBasic должны появиться строки:

```
Select Право_Владения, Sum(Area(obj, "sq m"))  
from Участки  
group by Право_Владения  
order by Право_Владения
```

Основное преимущество ГИС перед другими информационными системами заключается в возможности выполнения *пространственного анализа* для большого количества данных. В SQL-запросах он осуществляется с помощью пространственных операторов: Contains, Contains Entire, Within, Entirely Within и Intersects.

Оператор Contains («содержит») работает так: объект «А» содержит объект «Б», если центростид объекта «Б» лежит в границах объекта «А».

Оператор Contains Entire («содержит полностью») работает так: объект «А» полностью содержит объект «Б», если граница «Б» полностью лежит внутри границ «А».

Оператор Within («внутри») работает так: объект «А» находится внутри объекта «Б», если его центростид лежит в границах объекта «Б».

Оператор Entirely Within («полностью внутри») работает так: объект «А» полностью лежит внутри границ «Б», если его граница полностью лежит внутри границ «Б».

Оператор Intersects («пересекает») работает так: объект «А» пересекается с объектом «Б», если они имеют хотя бы одну общую точку.

Следующие пять заданий показывают, как осуществляются пространственные запросы в ГИС MapInfo.

20. В векторном слое «Здания» нужно выбрать все здания, попадающие внутрь границ кварталов.

Загрузить и выполнить запрос «Contains».

В окне MapBasic появится строка:

```
Select * from Кварталы, Здания where Кварталы.Obj contains  
Здания.Obj
```

21. Определить, не указаны ли отметки высот в местах расположения болот.

Загрузить и выполнить запрос «Within».

В окне MapBasic появится строка:

```
Select * from Отметки, Болота where Отметки.Obj Within Болота.Obj
```

22. Определить, не пересекает ли проектируемая площадь (в слое «Проект») площади кварталов (в слое «Кварталы»).



Загрузить и выполнить запрос «Intersects».

В окне MapBasic появится строка:

```
Select * from Кварталы, Проект where Проект.Obj intersects  
Кварталы.Obj
```

Обратить внимание, что выделенный графический объект находится в слое «Кварталы», т.е. в первом из указанных в списке слоев.

Выбранные по запросу данные можно редактировать, используя команду «Обновить колонку». При этом обновление данных будет произведено как в таблице выборки, так и в соответствующей базовой таблице, но только в тех строках, которые входят в выборку.

23. Ввести примечание «Обследовано» для всех домов на улице Центральной.

Загрузить и выполнить запрос «Центральная».

В окне MapBasic появится строка:

```
Select * from Здания where Улица = "Центральная"
```

Далее меню <Таблица> ⇒ <Обновить колонку...>. В выпадающем списке окошка «Обновить таблицу» выбрать имя последнего запроса, в выпадающем списке «обновить колонку» выбрать *Примечание*, в окошке «Значение» набрать с клавиатуры: «Обследовано» (вместе с кавычками – так принято для символьных значений полей) и отменить флажок «Результат в список».

Открыть окно слоя «Здания», воспользовавшись меню <Окно> ⇒ <Новый список...>, и, просмотрев данные, убедиться, что в поле «Примечание» появилось значение «Обследовано», но только для тех строк, поле которых «Улица» имеет значение «Центральная».

24. Пользуясь приобретенным опытом формирования SQL-запросов в MapInfo, самостоятельно сформулировать не менее 10-ти аналогичных или других запросов к предлагаемым для обучения данным в ArcView, пользуясь конструктором запросов (меню <Тема> ⇒ <Свойства темы>).

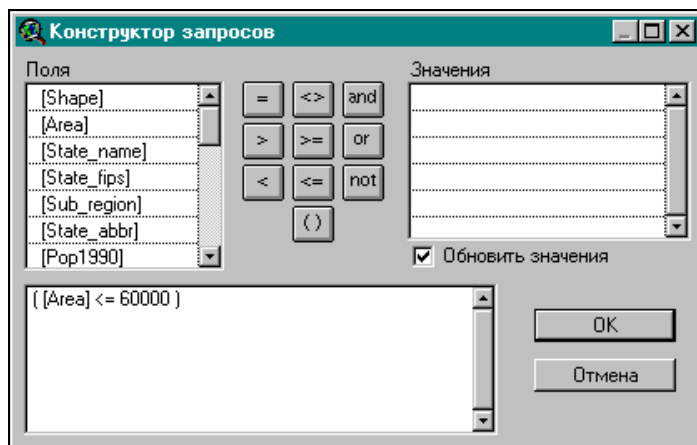


Рис. 6 Конструктор SQL-запросов

Предлагаемые варианты запросов:

- Выбрать все штаты, площадью больше 20 000 квадратных метров.
- Выбрать все города с именами, начинающимися с букв от M до Z.
- Выбрать все штаты, площадью более 20 000 квадратных метров и населением более 600 000 человек или с населением, принадлежащем к возрастной группе от 18 до 29 лет, численностью не менее 180 000 человек.
- Найти все округа с уменьшающейся численностью населения.
- Найти области с плотностью населения меньше или равной 30 человек на квадратный километр.

Нужно отметить, что строки в запросах всегда заключаются в кавычки. Для текстовых строк регистр букв не имеет значения.

Для задания группового шаблона используют символ «\*». Например, для выбора штата Калифорния можно ввести запрос:  
([state\_name])= «Calif\*.»

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «SQL-запрос».

2. Какую роль выполняют SQL-запросы в обработке векторных данных ГИС?

3. Чем различаются конструкции простого и сложного запросов.

4. Каким образом SQL-запрос можно применить для редактирования значений атрибутов векторных объектов? Приведите примеры.

5. В чем заключается удобство использования SQL-запросов в приложениях MapBasic?

6. Можно ли использовать SQL-запросы для связывания векторных слоев ГИС и их атрибутивных таблиц? Приведите примеры.

### **Заключение**

Выполнение вышеприведенных практических заданий дает хороший практический опыт работы с пространственными и атрибутивными данными в ГИС и навыки пользования средствами SQL.

### **Литература**

1. Геоинформатика: учеб. для студ. вузов / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др.; под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.

2. Берлянт А. М. Картография и геоинформатика в системе наук и учебных дисциплин. – М.: Геодезия и картография, 2007, № 1. – С. 38-45.

3. Коновалова Н.В. Введение в ГИС: учеб. пособие / Н. В. Коновалова, Е. Г. Капралов. – 2-е изд. испр. и доп. – М., 1997. – 155 с.

4. Де Мерс. Географические информационные системы. Основы / Де Мерс, Н. Майкл; пер. с англ. – М.: Дата+, 1999.

5. Зейлер М. – Моделирование нашего мира. Руководство ESRI по проектированию базы геоданных. – ESRI Press. – 2001, 253с.