

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

Педагогический Интернет-клуб

Лопандя А.В., Немтинов В.А.

**Основы ГИС и цифрового
тематического картографирования**

Учебно-методическое пособие

Тамбов

2007

В предлагаемом учебно-методическом пособии представлены общие сведения о геоинформационных системах (ГИС), основные термины и понятия. Рассмотрены вопросы ввода данных и цифрования, приведены краткие характеристики основных ГИС, их преимущества и недостатки. Даны общие представления о программном обеспечении ГИС фирмы ESRI - ArcFM, ArcInfo и ArcView. Материал содержит графические иллюстрации и 15 видеофрагментов, поясняющих представленный теоретический курс и работу с описываемым программным обеспечением.

Основными целями данной разработки являются ознакомление учителей-предметников с основами геоинформационных технологий и обучение их простейшим приемам подготовки исходной информации, ввода данных, создания и редактирования объектов для использования в образовательной деятельности.

Учебно-методическое пособие, прежде всего, рассчитано на работников образовательных учреждений, имеющих опыт работы с персональным компьютером, базами данных и стремящихся к освоению геоинформационных технологий с целью разработки материалов для использования на занятиях.

Содержание

	Стр.
Введение	5
Раздел 1. Общее представление о ГИС	6
1.1. Определение информационных систем	6
1.1.1. Подсистемы ГИС	7
1.1.2. Структура информационных систем	9
1.2. Перспективы развития ГИС в России	11
Раздел 2. Основные термины и понятия	13
2.1. Понятие карты и работа с нею	13
2.2. Пространственные объекты	15
2.3. Шкалы измерений	18
2.4. Пространственные координаты	20
2.5. Масштаб карты	24
2.6. Графическое представление объектов и атрибутов	25
2.6.1. Растровые модели	28
2.6.2. Векторные модели	29
Раздел 3. Ввод данных, цифрование исходной информации	31
3.1. Методы ввода векторных данных	32
3.2. Методы ввода растровых данных	33
3.3. Устройства ввода	34
Раздел 4. Геоинформационные системы	38
4.1. Краткие характеристики основных ГИС	39
4.2. Преимущества и недостатки при работе с ГИС	40
Раздел 5. Система ArcFM фирмы ESRI	42
5.1. Преимущества использования	44
5.2. Средства AM/FM ГИС	45
Раздел 6. ArcInfo – профессиональная ГИС	46
Раздел 7. ArcView – настольная ГИС	47
7.1. Общее представление о системе, интерфейс и преимущества работы	47
7.2. Приложения, входящие в систему, возможности, которые они предоставляют	49

Раздел 8. Работа в среде ArcView	54
8.1. Создание нового проекта	54
8.2. Знакомство с видами	55
8.3. Создание тем и шейп-файлов	57
8.4. Знакомство с таблицами	60
8.5. Трехмерные изображения	63
8.6 Разработка проекта "Пространственная модель городской территории"	65
Литература	71

Введение.

Географические информационные системы (ГИС) — это увлекательное поле деятельности с быстро растущими возможностями для тех, кто знаком с концепциями и технологией. Существует общее заблуждение о том, что поскольку ГИС легкодоступны и имеются во многих различных организациях, можно просто сесть за компьютер и начать ими пользоваться. Однако ГИС совсем не так просты, как, например текстовые редакторы. Также как и пользование текстовым редактором предполагает нашу способность организовывать наши мысли в связную последовательность предложений и абзацев, так и ГИС требуют знакомства с языком карт. Если спросить, большинство из нас скажут, что хорошо знают карты. Мы привычно пользуемся картами дорог, и, если необходимо, то заглядываем в атлас мира с его политическими, физическими и экономическими границами, связанными с ними цветами, графическими символами, текстом и, конечно, стрелкой направления на север. Большинство из нас, однако, не задумывается ни об объеме информации, которую содержит карта, ни о процессах обобщения, которые возникают при решении вопроса о том, какие детали включаются, а какие - нет. Значительная часть этой генерализации обусловлена масштабом карты. Чем мельче масштаб (и больше размер области, отображенной на карте), тем более глубокая генерализация требуется для создания картографической модели. Идея о том, что карта является моделью реальности, возможно, наиболее важная идея, которую должен усвоить будущий специалист по ГИС [11].

Современные тенденции рынка технических средств показывают, что ГИС — быстро растущая область информационных технологий, далеко обгоняющая многих других, причем даже в периоды спада. А по мере роста числа организаций, знакомых с этой технологией, будет расти и потребность в понимании ее базовых принципов, а также нужда в специалистах, знающих эти принципы. При знакомстве с ГИС могут возникать некоторые проблемы поэтому от изучающего ГИС требуется изучать больше чем просто технику. Прежде чем освоить технику, вам нужно освоить ее идеи.

1. Общее представление о ГИС.

1.1 Определение информационных систем.

В наиболее общем смысле, геоинформационные системы это инструменты для обработки пространственной информации, обычно явно привязанной к некоторой части земной поверхности, которые используются для ее управления. Это рабочее определение не является ни полным, ни точным. Как и в случае с географией, термин трудноопределим и представляет собой объединение многих предметных областей. В результате, нет общепринятого определения ГИС. Сам термин изменяется в зависимости от интеллектуальных, культурных, экономических и даже политических целей. Эта терминология стала в действительности очень изменчивой, приводя к все новым определениям, постоянно проникающим как в научную, так и в популярную литературу.

Для опытного пользователя ГИС не требуется определения. Но для тех, кто только слышал об этой технологии, определение может оказаться полезным. Для предварительного рассмотрения можно взять определение, данное Дэвидом Райндом, назвавшим ГИС *"компьютерной системой для сбора, проверки, интеграции и анализа информации, относящейся к земной поверхности"*. Это определение содержит ряд весьма полезных элементов, которые следует рассмотреть подробнее. Во-первых, оно говорит, что ГИС имеют дело с земной поверхностью. Хотя это не является абсолютно необходимым условием, подавляющее большинство областей применения ГИС имеют дело с участками этой поверхности. Во-вторых, утверждение о том, что ГИС используются для сбора, проверки, интеграции и анализа информации, напоминает о большом числе групп операций, необходимых для любой геоинформационной системы. Предлагались и другие определения ГИС. Некоторые проявляли сильную связь между ручными и компьютерными методами анализа карт, (Dickinson и Calkins 1988, Aronoff 1989) другие явно указывали среди главных целей ГИС использование их как инструмента анализа информации о земле (Aronoff 1989, Parker 1988, Tikunov и Trifimov 1989).

Отсутствие общепринятого определения привело к значительному недопониманию того, что такое ГИС, каковы их возможности и для чего такие системы

могут применяться. Это привело к тому, что некоторые люди полагают, например, что нет разницы между компьютерной картографией, компьютерным черчением и собственно ГИС. Поскольку графические экраны всех трех систем могут выглядеть одинаково как для случайного, так и для опытного наблюдателя, легко предположить, что эти системы, при небольших различиях, в принципе, - одно и то же. Но любой, кто попытается анализировать карты, скоро поймет, что системы компьютерной картографии, придуманные для создания карт из графических примитивов в сочетании с описательными атрибутами, прекрасно подходят для отображения карт, но обычно не содержат аналитических возможностей ГИС. Аналогично, для чисто картографических целей желательно использовать именно систему компьютерной картографии, разработанную специально для ввода, организации и вывода картографических данных, нежели продираться через мириады аналитических функций мощно профессиональной ГИС. Системы компьютерного черчения, специально разработанные для создания графических изображений, не привязанных к внешним описательным данным, — прекрасный инструмент для инженера, ускоряют создание чертежей и упрощают их редактирование. В отличие от систем компьютерной картографии, они неудобны для создания карт, а также не имеют средств анализа карт, обычно главной задачи ГИС. Определение можно расширить также и до включения организаций и людей, работающих с пространственными данными. Для любой быстро развивающейся технологии определения могут меняться [1].

Сформулируем определение, которое представляет ГИС как набор подсистем, ее образующих. Это определение, предложенное в качестве стандарта Марблом и Пюке, в целом резюмирует то, что мы делаем с помощью ГИС, и как мы это делаем. В нем говорится о том, что *ГИС имеют дело с пространственно-временной информацией и часто, но не обязательно, используют компьютеры*. Более важно, что это определение использует идею подсистем, которая дает легко понимаемые рамки изучения ГИС.

1.1.1 Подсистемы ГИС.

В соответствии с данным выше определением, ГИС имеют следующие подсистемы:

- 1. Подсистема сбора данных**, которая собирает и проводит предварительную

обработку данных из различных источников. Эта подсистема также в основном отвечает за преобразования различных типов пространственных данных (например, от изолиний топографической карты к модели рельефа ГИС).

2. Подсистема хранения и выборки данных, организующая пространственные данные с целью их выборки, обновления редактирования.

3. Подсистема манипуляции данными и анализа, которая, выполнив различные задачи на основе этих данных, группирует и разделяет их;

устанавливает параметры и ограничения и выполняет моделирующие функции.

4. Подсистема вывода, которая отображает всю базу данных или часть ее в табличной, диаграммной или картографической форме.

Первая подсистема ГИС может быть соотнесена с первым и вторым шагом процесс картографирования - сбором данных и компиляцией (составлением) карт. Исходная информация берется из таких источников, как аэрофотосъемка, цифровое дистанционное зондирование, геодезические работы, словесные описания и зарисовки, данные статистики и т. д. Использование компьютера и других электронных устройств, например дигитайзера или сканера, позволяет проводить подготовку исходных данных для записи, или кодирования точек, линий и областей к их дальнейшему использованию. Кроме того, источниками могут быть готовые цифровые карты, цифровые модели рельефа, цифровые ортофотоснимки и многие другие.

Вторая подсистема - подсистема хранения и выборки полностью соответствует нашим представлениям о функциях компьютера, как хранителя информации. В ГИС подсистема хранения и выборки позволяет делать запросы, возвращающие только нужную, контекстно-связанную информацию, она переносит акцент с общей интерпретации информации на формулирование адекватных запросов. В общих словах, эта подсистема хранит либо явно, либо неявно, геометрические координаты точечных, линейных и площадных геометрических объектов и связанные с ними характеристики (атрибуты). Компьютерные методы поиска естественным образом присущи самому программному обеспечению ГИС.

Анализ данных чаще всего является преимуществом человека – пользователя. Подсистема анализа позволяет значительно упростить и облегчить анализ пространственно-связанных данных, практически исключить ручной труд и в значительной мере упростить расчеты, выполняемые пользователем. Подсистема

анализа является "сердцем" ГИС. Необходимость анализа карт для выделения и сравнения картин распределения земных феноменов дал импульс для поиска новых, более удобных, быстрых и мощных методов. ГИС-анализ использует потенциал современных компьютеров, сравнения и описания информации, хранящейся в базах данных которые дают быстрый доступ к исходным данным и позволяют агрегировать и классифицировать данные для дальнейшего анализа. Они способны комбинировать выбранные наборы данных уникальными и ценными способами.

После выполнения анализа, нужно представить как-то его результаты. В картографии, будь то традиционная бумажная картография или ее цифровой эквивалент, компьютерная картография, выходной продукт в целом тот же - карта. Подсистема вывода позволяет компоновать результирующие данные в любой удобной для пользователя форме. Среди примеров выходных данных - печать адресов на конвертах по результатам поиска в базе данных потенциальных клиентов с целью распространения рекламы; базы данных некоторых служб могут быть подключены в единую систему, результатом чего будет максимальная информационная насыщенность данных на выдаче. В действительности типы выдачи часто продиктованы больше областью применения ГИС, нежели используемым программным обеспечением. И, как и пользователи карт, выдачи бывают самые разные [2].

1.1.2 Структура информационных систем.

Существует множество видов представления информативных данных. Информационные системы являются одним из таких видов. Например, "информационная система по природным ресурсам", "экологическая информационная система", "земельная информационная система», "кадастровая информационная система" и т.д. Хотя эти термины описывают применение ГИС в общем, они мало помогают прояснить действительную сущность системы. Возможно, здесь окажется полезным более структурированный подход к классификации ГИС в форме таксономического дерева, представленного на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 - Классификация информационных систем.

Этот рисунок ясно показывает разделение между пространственными и непространственными информационными системами (ИС). АСУТП относится к негеографическим пространственным ИС. На ветви географических информационных систем есть еще одно разветвление. ГИС могут делиться на земельные и неземельные, или прочие информационные системы. Хотя такое разбиение несколько искусственно, оно иногда полезно, поскольку отделяет применения ГИС, сфокусированные на собственно земле, от тех, где, хотя и используется геокодирование, значимая информация лишь оказывает влияние на связанные с землей факторы или подвергаться влиянию с их стороны. Примером таких систем являются демографические ИС, основной целью которых являются население, жилищное строительство и экономическая активность, а не земля, на которой эти люди живут. Еще одним общим не связанным с землепользованием применением ГИС является анализ рынка, который может включать определение емкости рынка в заданном радиусе от предприятия. В общем, неземельные применения ГИС обычно включают социальные, экономические, транспортные и политические виды деятельности [12].

Связанные с землей виды деятельности определяют рамки для второго и, возможно наиболее часто используемого типа ГИС — земельных информационных

систем (ЗИС). Наиболее часто такие системы основаны на владении, управлении и анализе земельных участков, в основном, в интересах людей и, прежде всего с точки зрения землевладения. Задачи, решаемые ЗИС, могут включать отчуждение земли для заповедников, наблюдение за живой природой, прогноз землетрясений и оползней, устранение последствий наводнений, оценка химического загрязнения, управление лесами и зонами обитания диких животных, научные исследования.

Как в областях, связанных с землей, так и в областях, связанных населением, имеются многие возможности применения геоинформационных технологий, имеющих огромный потенциал, как для простых, так и для сложных видов анализа. Однако большинство из имеющихся приложений сложными не назовешь. По-видимому, это недоиспользование связано больше с незнанием имеющегося потенциала ГИС, нежели с ограничениями имеющегося программного обеспечения. Для того чтобы задать программе задачу, нужно знать, что же это может быть за задача. И тогда уже мы сможем понять, способна ли программа эту задачу выполнить.

1.2 Перспективы развития ГИС в России.

Геоинформационные системы (ГИС) в настоящее время широко применяются во всем мире и России во многих областях знаний и промышленности. Рассмотрим более детально вопросы перспектив использования ГИС в нашей стране. Для решения большинства задач в различных областях знаний необходимо создание единого информационного пространства, включающего связанные графические (пространственные) и описательные (атрибутивные) компоненты. Атрибутами графических объектов могут выступать не только их общие характеристики, но и их детальные компоненты и т.п. Широкий круг задач, как для проектировщиков, так и для эксплуатационников требует проведения специальных расчетов, моделирующих происходящие процессы, например, распространение вредных примесей в компонентах окружающей среды (атмосфере, поверхности природных водоемов и т.п.) с учетом рельефа территории района и размещения производств. Задачи анализа эффективности эксплуатации производств, планирования развития требуют учета очень многих характеристик окружающей среды, а также знания социально-демографической,

промышленной, градостроительной, экономической ситуации района их размещения. Для их решения необходимо использование информационной базы данных, картографическое представление данных и изучение методами геоинформатики пространственно-временных связей явлений, процессов и действий субъектов рынка. Эти задачи также целесообразно решать с использованием подходов ГИС-технологий.

Также целесообразно использование ГИС при планировании распределения сельскохозяйственных угодий, проведения ирригационных работ, в лесном хозяйстве, в коммерческих и государственных организациях, где они могут улучшить механизм принятия решений через использование пространственной информации. Возможности пространственного представления и анализа информации дают стратегическое преимущество многим специалистам в отделах планирования, логистики, маркетинга, работы с клиентами, предоставления услуг и т. д.

ГИС-технологии хорошо удовлетворяют потребности многих секторов рынка, в том числе и в области инженерных сетей. Они активно используются уже длительное время, но в первую очередь в системах сбора данных о состоянии сетевых объектов в поле и в приложениях, где рассматривались не только сети сами по себе, но их взаимодействие с окружением, средой. С появлением объектно-реляционных моделей данных в ГИС намечается быстрый прогресс в моделировании динамических сетей и они будут хорошо интегрироваться с корпоративными базами данных. В чуть более дальней перспективе от применения объектно-реляционной модели можно ожидать прогресса в таких наболевших вопросах, как взаимоувязка длинных и коротких транзакций и автоматическая схематизация сетевых моделей. Применение ГИС технологий сможет ускорить процесс обработки информации практически во всех отраслях народного хозяйства, связанных с использованием географических данных [9,10].

2. Основные термины и понятия.

2.1 Понятие карты и работа с нею.

Для более точного понимания рассматриваемых вопросов дадим основные понятия и термины.

Карта является основным языком географии. Следовательно, она является и основным языком компьютеризованной географии. Эта графическая форма представления пространственных данных состоит из различных координатных систем, проекций, наборов символов, методов упрощения и генерализации. В геоинформатике встречается большое разнообразие карт из курсов геологии, топографии или почвоведения. Вдобавок к геологическим, топографическим, кадастровым и почвенным картам, используемым в этих дисциплинах, тематическое наполнение покрытий ГИС включает карты растительности, транспорта, распределения животных, коммунальных служб, планы городов, зональные карты, карты землепользования, ландшафтов и снимки дистанционного зондирования. Эти карты могут иметь как вполне привычный вид, так и такие нетрадиционные формы как блок-диаграммы, карты плотности точек, объемные карты и множество других типов.

Исследование земли посредством ГИС основывается на нашей способности мыслить пространственно. Пространственное мышление требует от нас умения выбирать, наблюдать, измерять, записывать и характеризовать то, что нам встречается. Реальная ценность объектов в картографической форме представления зависит от решаемых задач, от того, пытаемся ли мы лишь изобразить карту или анализировать ее в ГИС. Чем больше мы знаем о возможных сочетаниях графических элементов и о том, как с ними обходятся на картографических документах, тем яснее наш географический язык. Более развитый уровень понимания графических приемов пригодится во всех четырех подсистемах ГИС. При вводе существующих карт в геоинформационную систему необходимо знать о влиянии различных уровней генерализации, масштабов, проекций, символизации и т.п. на то, что вводится, и как это вводится. Для анализа данных необходимо знать о возможности ошибок в некоторых покрытиях, созданных из мелкомасштабных карт. При выводе возникает проблема отображения результатов анализа при решении которой необходимы знания о картографических методах и критериях дизайна.

Карта является моделью пространственных явлений, абстракцией. Однако, необходимо признать, что отображение всех деталей и объектов невозможно. Есть пределы тому, что мы можем изображать на картах. Главной причиной нашей переоценки возможностей карт в отображении реальности является то, что они - среди наиболее удачных графических инструментов, созданных для передачи пространственной информации. Карты существуют тысячи лет, и все мы больше или меньше привыкли их видеть.

Карты бывают разных видов и на разные темы. Два основных типа - это карты общегеографические и тематические. Наиболее часто в ГИС нам придется иметь дело с тематическими картами, хотя общегеографические и топографические карты тоже используются для ввода в ГИС, главным образом для того, чтобы обеспечить общегеографическую основу для сложных тематических карт.

Карты, как изображения мира показывают как положения объектов в пространстве и их форму, так и качественные, и количественные их характеристики. Эти взаимосвязанные геометрические объекты и атрибуты необходимы для картографического документа. Но независимо от того, какие объекты реального мира представляются этими точками, линиями, площадями или поверхностями они не могут выступать в качестве миниатюризации действительности из-за ограничений масштаба. Вместо этого они должны храниться в памяти компьютера, а затем, при отображении, используется какой-либо набор символов для их представления. Символы, в свою очередь, должны иметь ключ к их пониманию, называемый легендой карты. Легенда тактически соединяет геометрические объекты с их атрибутами, после чего каждый из них может быть воспринят в качестве представления реального объекта с его количественными характеристиками. Таким образом, может представиться себе, что же в действительности наблюдалось при сборе исходных данных.

2.2 Пространственные объекты

Все реальные объекты отображаются на картах какими либо условными знаками, точками, линиями, полигонами или поверхностями. Кроме того, немаловажным фактором является цветовая градация объектов, например изображение ландшафта или распределение плотности населения. Примеры картографического представления объектов реального мира основными типами графических примитивов можно увидеть на рисунке 2.1.








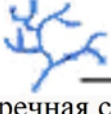







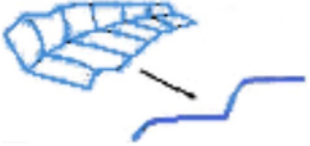

		Картографическое представление		
		точечное	линейное	площадное
Объекты реального мира	точечные	 - дерево	 Цепь валунов	 животные  ареал
	линейные	 —  аэропорт	 железная дорога	 речная сеть  бассейн реки
	площадные	 —  пятно загрязнения хим.	 водохранилище	 земельный участок
	объемные	 —  карьер	 долина реки	 иригационный сток

Рисунок 2.1 - Объекты реального мира и картографическое представление

Точки, линии, области и поверхности вместе могут представлять большинство природных и социальных феноменов, которые мы встречаем каждый день. В рамках ГИС объекты реального мира явно представляются тремя типами объектов из указанных. Точки, линии и области могут представляться соответствующими символами, поверхности же представляются чаще всего либо высотами точек, либо другими компьютерными средствами. Феномены непространственные по своей природе не могут непосредственно исследоваться в ГИС, если только им не присвоить некоторые представляющие их пространственные характеристики. Рассмотрим пространственные объекты более подробно.

Точечные объекты - это такие объекты, каждый из которых расположен только в одной точке пространства. Примером таких объектов могут быть деревья, дома, перекрестки дорог, и многие другие. О таких объектах говорят, что они дискретные, в том смысле, что каждый из них может занимать в любой момент времени только определенную точку пространства. В целях моделирования считают, что у таких объектов нет пространственной протяженности, длины или ширины, но каждый из них может быть обозначен координатами своего местоположения. В действительности, все точечные объекты имеют некоторую пространственную протяженность, пусть самую малую, иначе мы просто не смогли бы их увидеть. Принимаем отсутствие длины и ширины так, что, например, при измерениях атмосферного давления, характеризующих потенциально бесконечным числом точек, сами точки всегда занимают определенные местоположения без каких-либо перекрытий. Масштаб, при котором мы наблюдаем эти объекты, задает рамки, определяющие представление этих объектов как точек. Например, если вы смотрите на дом с расстояния нескольких метров, то сооружение выглядит внушительным и имеет существенные длину и ширину. Но это представление меняется, когда вы начинаете отдаляться: чем дальше, - тем меньше дом выглядит как площадный объект, тем больше — как точечный.

Линейные объекты представляются как одномерные в нашем координатном пространстве. Такими "одномерными" объектами могут быть дороги, реки, границы, изгороди, любые другие объекты, у которых один из геометрических параметров существенно больше другого. Масштаб, при котором мы наблюдаем эти объекты, опять же, обуславливает порог, при пересечении которого мы можем считать эти объекты не имеющими ширины. Как вы знаете, реки, дороги, изгороди имеют два измерения при

близком рассмотрении. Но чем дальше мы от них, тем более тонкими они становятся. Постепенно они становятся такими тонкими, что оказывается возможным представить их себе как линейные объекты. Другие линии, такие как политические границы, вообще не имеют ширины. В действительности, эти линии даже не являются материальными сущностями, а возникают как следствие политических соглашений.

Для линейных объектов, в отличие от точечных, мы можем указать пространственный размер простым определением их длины. Кроме того, поскольку они не занимают единственное местоположение в пространстве, мы должны знать, по меньшей мере, две точки - начальную и конечную - для описания местоположения линейного объекта в пространстве. Чем сложнее линия, тем больше точек нам потребуется для указания точного ее расположения. Опираясь на геометрию, мы можем также определять формы и ориентации линейных объектов.

Объекты, рассматриваемые с достаточно близкого расстояния, чтобы иметь и длину и ширину, называются областями или *площадными объектами*. Примеры областей, или "двухмерных" объектов, включают территории, занимаемые двором, городом или целым континентом. При определении местоположения области в пространстве мы обнаруживаем, что ее граница является линией, которая начинается и кончается в одной и той же точке. Помимо указания местоположения областей через использование линий, мы можем себе представить теперь три характеристики: как и для линий, мы можем указывать их форму и ориентацию, а теперь еще и величину площади, которую область занимает.

Добавление нового измерения, высоты, к площадным объектам позволяет нам наблюдать и фиксировать *поверхности*. Хотя мы можем рассматривать дом с близкого расстояния и описывать его в терминах его общей длины и ширины, нам часто нужно знать, сколько в нем этажей. В таком случае нам нужно рассматривать дом не как плоскую область, а как трехмерный объект, имеющий длину, ширину и высоту. Поверхности окружают нас повсюду. Холмы, долины, гряды гор, скалы и множество других образований могут описываться указанием их местоположения, занимаемой площади, ориентации, и теперь, с добавлением третьего измерения, их высот [3].

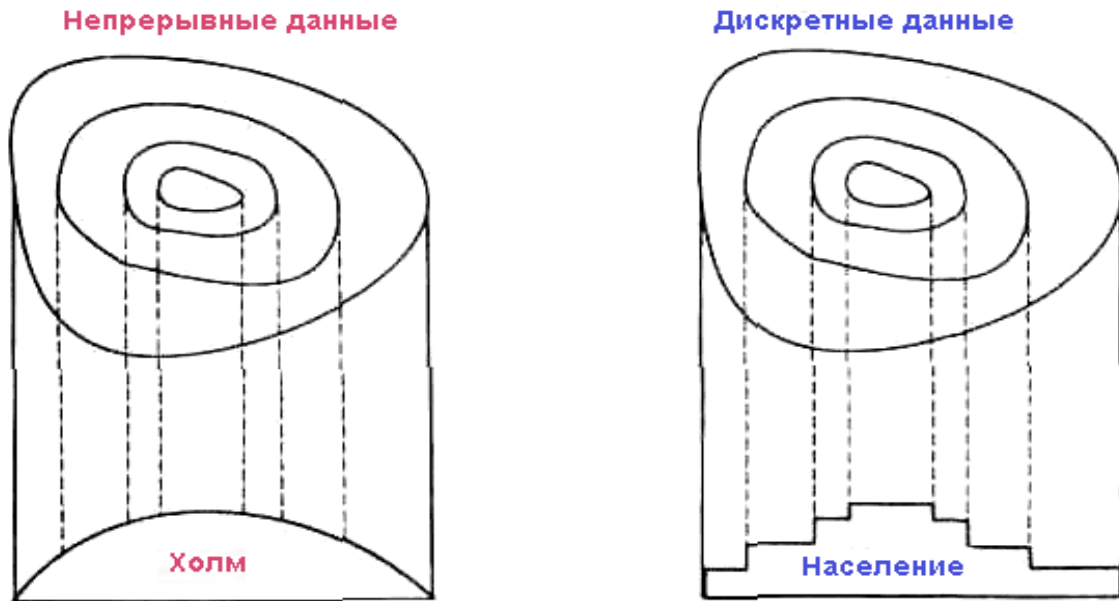


Рисунок 2.2 - Непрерывные и дискретные поверхности

Поверхности состоят из бесконечного числа точек со значениями высот. Мы говорим, что они непрерывны, поскольку эти точки распределены без разрывов по всей поверхности, что показано на рисунке 2.2. В действительности, поскольку высота трехмерного объекта меняется от точки к точке, мы можем также измерять величину изменения высоты с перемещением от одного края до другого. Имея такую информацию, мы можем определить объем материала в выбранном образовании. Возможность таких вычислений весьма полезна, когда нам нужно узнать, сколько воды содержится в водоёме или сколько материала (пустой породы) лежит поверх угольного пласта.

2.3 Шкалы измерений

Картографические объекты содержат информацию не только о том, как они занимают пространство, но и о том, чем они являются и насколько они важны для нашего рассмотрения. Например, дерево, обозначенное как точечный объект, может быть отнесено к определенному классу на основе таксономической терминологии, то есть дуб, сосна и т.п. Мы можем узнать также возраст дерева, пробуравив его и подсчитав годовые кольца. Дополнительная непространственная информация, помогающая нам описывать объекты, наблюдаемые в пространстве, образует набор атрибутов объектов.

Атрибуты объектов затем можно распределять по категориям, а затем классифицировать. Это делается для того, чтобы можно было сказать, что определенный объект с определенным названием и с некоторыми измеримыми атрибутами существует в определенном месте. Но перед тем как присвоить эти атрибуты объектам, мы должны знать, как их измерять. Иначе мы не сможем сравнивать объекты в одном месте с объектами в другом месте.

Существует устоявшаяся основа для измерения практически всех видов данных, в том числе и географических. Эти так называемые *шкалы измерения данных* простираются от простого именованного объектов, до высокоточных измерений, позволяющих нам непосредственно сравнивать качества различных объектов. Используемая шкала измерений будет определяться отчасти типом классификации, отчасти необходимой информацией, и отчасти возможностями производить измерения при заданном масштабе наблюдения.

Существует огромное количество шкал, приведем некоторые из них. Номинальная шкала, из названия которой следует, что объекты различаются по именам. Эта система позволяет говорить о том, как называется объект, но не позволяет делать прямого сравнения объектов.

Если необходимо провести более тонкое сравнение объектов, то следует выбрать более высокую шкалу измерений. Таковой является порядковая шкала, позволяющая проводить качественное сравнение от лучшего к худшему для данного конкретного вопроса. Если необходима более высокая точность в измерениях, то нужно воспользоваться интервальной шкалой измерения, в которой измеряемым величинам приписываются численные значения. Как и в случае порядковой шкалы, здесь тоже можно сравнивать объекты, но сравнения могут делаться с более точной оценкой различий. Хорошим примером пространственных данных, измеряемых в интервальной шкале, является температура почвы на некоторой исследуемой площади с различными типами почв. Последняя и наиболее "количественная" шкала измерений – это шкала отношений.

Шкала	Примеры измерений характеристик объектов		
	Точки	Линии	Области
Номинальная (наименований)	 <ul style="list-style-type: none"> • город ⚒️ шахта • вершина горы 	 <ul style="list-style-type: none"> — дорога - - - граница — река 	 <ul style="list-style-type: none"> болото пустыня лес
Порядковая (ранговая)	 <ul style="list-style-type: none"> Город: большой средний малый 	 <ul style="list-style-type: none"> Шоссе: федеральное региональное местная дорога 	 <ul style="list-style-type: none"> Загрязненность территории: большая умеренная малая
Интервалов/ отношений	 <p>Дебит скважины</p> <p>10,000 > 5,000 - 9,999 0 - 4,999</p>	 <p>Отметка горизонтали</p> <p>Грузопоток</p>	 <p>Плотность населения</p> <p>Интервалы высот</p>

Рисунок 2.3 - Шкалы измерений картографических объектов

2.4 Пространственные координаты.

Теперь мы можем наблюдать широкий спектр объектов, группировать их при заданном масштабе наблюдения на точки, линии, области и поверхности, а также классифицировать их при помощи измерений их характеристик в четырех различных шкалах - номинальной, порядковой, интервалов, отношений - в зависимости от требуемого описания и степени сравнения. Далее необходимо узнать, как объекты взаимодействуют в пространстве, создавая общую картину.

Определение местоположения объекта означает, что должен быть некий механизм сообщения положения каждого наблюдаемого объекта. Первым типом такого механизма является абсолютное местоположение, дающее определенную фиксированную точку на поверхности Земли. Но прежде необходимо иметь систему координат, в которой будет выражаться это положение и которая имеет фиксированное соотношение с земной поверхностью.

Земля в первом приближении - сферический объект, с большими или меньшими

отклонениями от этой формы. Если рассматривать ее в целом, то обычно удобно считать ее строго сферической. На этой сфере можно использовать некоторую сферическую систему координат, подчиняющуюся правилам геометрии. Рассматриваемая система координат имеет два набора воображаемых линий показанных на рисунке 2.4.

Первый набор линий начинается со средней линии Земли, экватора. Эти линии называются параллелями, поскольку они параллельны друг другу и опоясывают Землю с востока на запад. Экватору присваивается начальное числовое значение 0. Поскольку каждой линии соответствует угол с вершиной в центре Земли, один из лучей которого пересекает земную поверхность в точке, лежащей на этой линии можно использовать для ее числового выражения соответствующее угловое расстояние, называемое широтой.

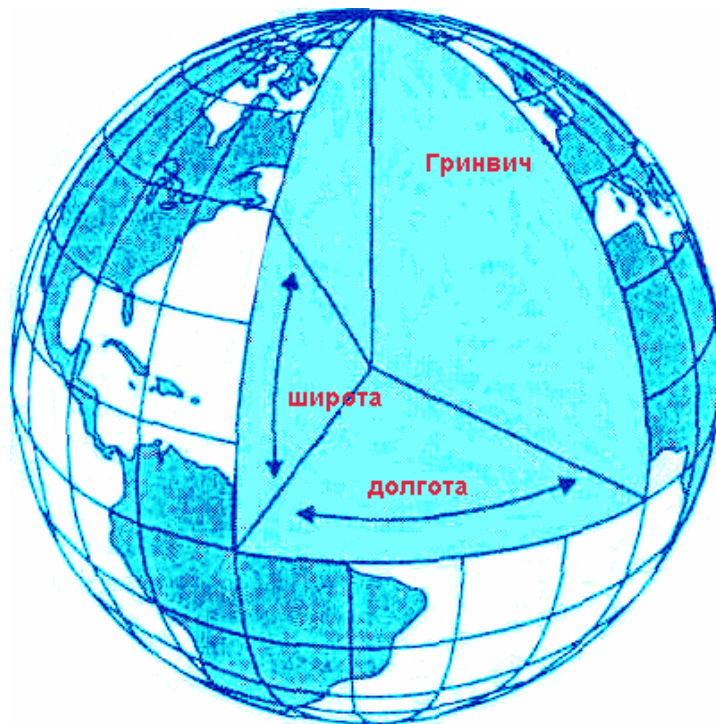


Рисунок 2.4 - Географические координаты.

Это одна половина нашей координатной системы. Для завершения ее нам надо провести набор других линий, идущих точно перпендикулярно первым. Эти линии, называемые меридианами, идут от полюса до полюса. Отсчет их начинается с начального меридиана, проходящего через Гринвич, Англия. Если продолжить этот меридиан за полюса, то он превратится в международную линию смены даты. От начального меридиана отсчитывается угловая величина, называемая долготой

Эта система угловых измерений позволяет нам обозначить абсолютное

положение любой точки на земле простым указанием величин широты и долготы. С ее помощью можно описать положение любого выбранного объекта. Вдобавок, эти угловые величины могут быть легко преобразованы в футы, мили, метры или километры, позволяя измерять большие и малые расстояния на земле, с использованием соответствующих формул.

Однако помимо сферической системы координат существуют и другие, позволяющие описывать не только абсолютные положения объектов, но и их отношения с другими объектами в географическом пространстве.

Система координат необходима для определения расстояний и направлений на земле. Географическая система координат, использующая широту и долготу, хороша для определения положений объектов, расположенных на сферической поверхности Земли или промежуточном глобусе. Но так как чаще всего работать придется с двухмерными картами, спроецированными с этого глобуса, то потребуется одна или несколько систем координат, соответствующих различным проекциям. Такие системы координат на плоскости называются картографическими (геодезическими) прямоугольными системами координат, они позволяют нам точно указывать положение объектов на плоских картах.

Основная система прямоугольных координат состоит из двух линий — абсциссы и ординаты. Абсцисса — горизонтальная линия, содержащая равномерно распределенные числа начиная с 0 , называемого началом координат, и продолжающаяся так далеко в двух направлениях, насколько это нужно для измерения расстояний (Рисунок 2.5). Величины называются X -координатами, они положительны справа от 0 и отрицательны слева. Вторая линия, ордината, обеспечивает движение по вертикали от той же начальной точки в положительном или отрицательном направлении. Вместе они позволяют определять местоположение любой точки или объекта указанием величин X и Y . По традиции, первой называют координату X , второй — Y . Когда карта ориентирована севером вверх, как обычно, X -координата называется отсчетом на восток, поскольку он соответствует расстоянию от начальной точки в восточном направлении. Аналогично, Y -координата называется отсчетом на север, поскольку он соответствует расстоянию на север от начальной точки. Чтобы исключить западное и южное направление начальную точку размещают на карте так, чтобы все значения были положительны, или, иначе говоря, чтобы все точки оказались в северо-восточном

квадранте системы координат. В некоторых случаях размер территории может потребовать введения смещенных (ненулевых) начал координат, чтобы обеспечить для каждого участка земли достаточно точное представление плоской поверхности.

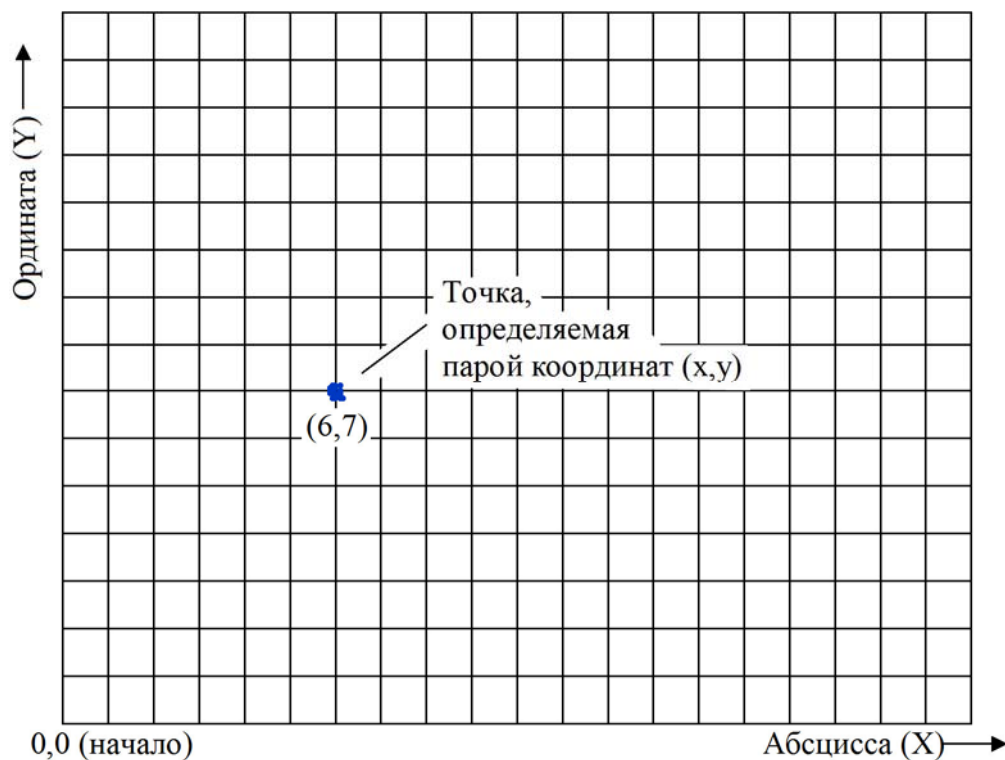


Рисунок 2.5 - Декартова система координат

Несмотря на большое количество имеющихся проекций, подавляющее большинство систем координат на плоскости пытаются достичь равноугольности использованием только равноугольных картографических проекций, обычно поперечной Меркатора, полярной стереографической и равноугольной конической Ламберта. Хотя, так бывает не всегда. Например, если область вашего интереса находится вблизи экватора, более полезной может оказаться проекция Меркатора.

Наиболее широко распространенной в ГИС системой проекции и координат является универсальная поперечная Меркатора, показанная на рисунке 2.6. Она используется в большинстве работ с дистанционным зондированием, подготовке топографических карт, построении баз данных природных ресурсов, так как она обеспечивает точные измерения в метрической системе, принятой в большинстве стран и научным сообществом в целом. В ней основной единицей измерения длины является метр.

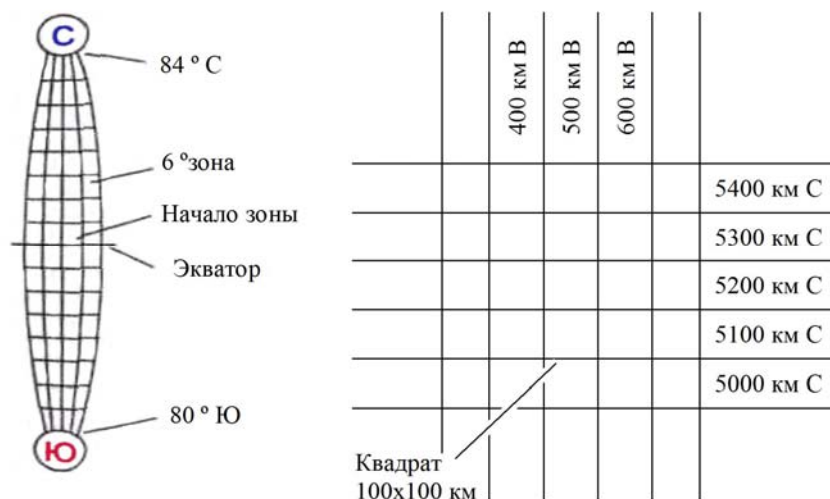


Рисунок 2.6 - Универсальная поперечная координатная система Меркатора

Каждая секция, образованная пересечением зоны и ряда, обозначается комбинацией числа и буквы, поэтому можно выделить довольно малые участки земного шара. За исключением самого северного ряда, каждая из таких секций имеет сторону около 100 км поэтому, для измерений с точностью до одного метра достаточно использовать отсчеты на север и восток из пяти десятичных знаков.

2.5. Масштаб карты.

Независимо от выбора парадигмы при рассмотрении пространства в виде карты, необходимо помнить, что карты - это упрощение действительности. Главная цель любой тематической карты - показать важные сведения для большого региона без отвлечения внимания на неуместные или избыточные подробности. Степень упрощения определяется уровнем детализации, который требуется для исследования области. При рассмотрении очень маленькой области, такой как одно поле (скажем, 20 га), не требуется упрощения реальности в такой же степени, как и для области в 1000 км².

Масштаб - термин, часто используемый для обозначения степени уменьшения на картах. Наиболее легко он может быть выражен как отношение длины некоторого отрезка на карте к длине того же отрезка на земле. Например, легенда карты может сообщать, что одному сантиметру на карте соответствуют 500 м на земле. Масштаб, выраженный словами " в одном сантиметре 500 метров" называется *вербальным*

масштабом. Этот распространенный способ выражения масштаба имеет преимущество легкого понимания большинством пользователей карт. Другим распространенным представлением является *численный масштаб*, когда расстояние на карте и расстояние на земле даются в одних единицах измерения, как дробь, устраняя тем самым необходимость упоминать единицы измерения. Численный масштаб обычно предпочитаем опытными пользователями карт, поскольку он устраняет путаницу с единицами измерения. Специалисту по ГИС особо следует помнить о необходимости устанавливать, какой из этих двух способов выражения масштаба используется. *Линейный масштаб* - еще один из основных методов выражения масштаба. Здесь действительные расстояния на земле показываются прямо на карте. На карте могут быть показаны и реальные площади, но это встречается гораздо реже. Манипуляции с картами в ГИС с большой вероятностью влекут за собой многие изменения масштаба выходных документов, в зависимости от требований пользователя. Во время ввода карты на нее может быть помещена масштабная линейка, и при изменении масштаба на выходе будет изменяться и сама линейка.

Начав работать с ГИС, вы обнаружите, что большинство программ очень легко выполняют изменения масштаба. И конечно, масштаб входных данных может отличаться от масштаба отображения результатов. Способность программного обеспечения как угодно преобразовывать масштаб карты может привести к чрезмерному доверию к карте, что может в дальнейшем вызвать некоторые проблемы. Достоверность результатов анализа существенно зависит от качества данных, вводимых в систему. Эта надежность, в свою очередь, зависит в большой степени от масштаба вводимых карт.

2.6. Графическое представление объектов и атрибутов.

Существуют два основных метода представления географического пространства. Первый метод использует квантование, или разбиение пространства на множество элементов, каждый из которых представляет малую, но вполне определенную часть земной поверхности. Этот растровый метод может использовать элементы любой подходящей геометрической формы при условии, что они могут быть соединены для образования сплошной поверхности, представляющей все пространство изучаемой

области. Хотя возможны многие формы элементов растра, например, треугольная или шестиугольная, обычно проще использовать прямоугольники, а еще лучше - квадраты, которые называются ячейками. В растровых моделях ячейки одинаковы по размеру, но это не является обязательным требованием для разбиения пространства на элементы, которое не выполняется в не очень широко используемом подходе, называемом квадродеревом. Рассмотрим модели, в которых все ячейки - одинакового размера, и представляют такое же количество географического пространства, как любые другие.

Растровые структуры данных не обеспечивают точной информации о местоположении, поскольку географическое пространство поделено на дискретные ячейки конечного размера. Вместо точных координат точек мы имеем отдельные ячейки растра, в которых эти точки находятся. Это еще одна форма изменения пространственной мерности, которая состоит в том, что мы изображаем объект, не имеющий измерений (точку), с помощью объекта (ячейки), имеющего длину и ширину. Линии, то есть одномерные объекты, изображаются как цепочки соединенных ячеек. Каждая точка линии представляется ячейкой растра, и каждая точка линии должна находиться где-то внутри одной из ячеек растра.

В растровых системах есть два способа включения атрибутивной информации об объектах. Простейшим является присваивание значения атрибута каждой ячейке растра. Распределяя эти значения, мы в конечном итоге позволяем позициям значений атрибутов играть роль местоположений объектов. Например, если числом 10 мы представляем водную поверхность, и записываем его в левую верхнюю ячейку растра, то по умолчанию эта ячейка является участком земной поверхности, представляющим воду. Таким образом мы можем каждой ячейке на данной карте присвоить только одно значение атрибута. Альтернативный подход, а на самом деле, - расширение только что описанного, состоит в связывании каждой ячейки растра с базой данных. Этот подход становится все более преобладающим, так как он уменьшает объем хранимых данных и может обеспечивать связь с другими структурами данных, которые также используют СУБД для хранения и поиска данных [13].

Растровые структуры данных могут показаться плохими из-за отсутствия точной информации о местоположении. На самом деле верно обратное. Растровые структуры имеют много преимуществ перед другими. В частности, они относительно легко понимаются как метод представления пространства. Например, телевидение использует

то же растровое представление изображений в виде набора точек (пикселей). Еще одной замечательной характеристикой растровых систем является то, что, многие функции, особенно связанные с операциями с поверхностями и наложением, легко пополняются на этом типе структур данных. Среди главных недостатков растровой структуры данных - уже упоминавшаяся проблема низкой пространственной точности, которая уменьшает достоверность измерения площадей и расстояний, и необходимость большого объема памяти, обусловленная тем, что каждая ячейка растра хранится как отдельная числовая величина.

Второй метод представления географического пространства, называемый векторным, позволяет задавать точные пространственные координаты явным образом. Здесь подразумевается, что географическое пространство является непрерывным, а не разделенным на дискретные ячейки. Это достигается приписыванием точкам пары координат (X и Y) координатного пространства, линиям — связной последовательности пар координат их вершин, областям — замкнутой последовательности соединенных линий, начальная и конечная точки которой совпадают. Векторная структура данных показывает только геометрию картографических объектов. Чтобы придать ей полезность карты, мы связываем геометрические данные с соответствующими атрибутивными данными, хранящимися в отдельном файле или в базе данных. В растровой структуре мы записывали значение атрибута в каждую ячейку, в векторном же представлении мы используем совсем другой подход, храня в явном виде собственно графические примитивы без атрибутов и полагаясь на связь с отдельной атрибутивной базой данных. В векторных структурах данных линия состоит из двух или более пар координат, для одного отрезка достаточно двух пар координат, дающих положение и ориентацию в пространстве. Более сложные линии состоят из некоторого числа отрезков, каждый из которых начинается и заканчивается парой координат. Таким образом видно, что хотя векторные структуры данных лучше представляют положения объектов в пространстве, они не абсолютно точны. Они все же являются приближенным изображением географического пространства.

Хотя некоторые линии существуют самостоятельно и имеют определенную атрибутивную информацию, другие, более сложные наборы линий, называемые сетями, содержат также дополнительную информацию о пространственных отношениях этих линий. Например, дорожная сеть содержит не только информацию о типе дороги и ей

подобную, она показывает также возможное направление движения. Другие коды, связывающие эти отрезки, могут включать информацию об узлах, которые их соединяют. Все эти дополнительные атрибуты должны быть определены по всей сети, чтобы компьютер знал присущие реальности отношения, которые этой сетью моделируются. Такая явная информация о связности и пространственных отношениях называется топологией.

Площадные объекты могут быть представлены в векторной структуре данных аналогично линейным. Соединяя отрезки линии в замкнутую петлю, в которой первая пара координат первого отрезка является одновременно и последней парой координат последнего отрезка, мы создаем область, или полигон. Как с точками и линиями, так и с полигонами связывается файл, содержащий атрибуты этих объектов.

В то время, как растровые и векторные структуры данных дают средства отображения отдельных пространственных феноменов на отдельных картах, все же существует необходимость разработки более сложных подходов, называемых моделями данных, для включения в базу данных взаимоотношений объектов, связывания объектов и их атрибутов, обеспечения совместного анализа нескольких слоев карты. Вначале рассмотрим растровые модели, затем – векторные [14].

2.6.1. Растровые модели.

Как говорилось выше, в растровых структурах данных каждая ячейка связана с одним значением атрибута. Для создания растровой тематической карты собираются данные об определенной теме в форме двумерного массива ячеек, где каждая ячейка представляет атрибут отдельной темы. Такой двумерный массив называется *покрытием* (coverage). Покрытия используют для представления различных типов тематических данных (землепользование, растительность, тип почвы, поверхностная геология, гидрология и т.д.). Кроме того, этот подход позволяет фокусировать внимание на объектах, распределениях и взаимосвязях тем без ненужной путаницы. Чаще всего создается отдельное покрытие для каждой дополнительной темы. Можно сложить эти покрытия наподобие слоеного пирога, в котором сочетание всех тем может адекватно моделировать все необходимые характеристики области изучения.

Существует несколько способов хранения и адресации значений отдельных ячеек

растра, их атрибутов, названий покрытий и легенд. Среди первых попыток можно упомянуть подход под названием GRID/LUNR/ MAGI, все ранние растровые ГИС использовали именно его. В этой модели каждая ячейка содержит все атрибуты вроде вертикального столбика значений, где каждое значение относится к отдельной теме. Преимуществом, конечно, является то, что относительно легко выполняется вычислительное сравнение многих тем или покрытий для каждой ячейки растра. Но в то же время, неудобно сравнивать группы ячеек одного покрытия с группами ячеек другого покрытия, поскольку каждая ячейка должна адресоваться индивидуально.

2.6.2. Векторные модели.

Векторные структуры данных дают представление географического пространства более интуитивно понятным способом и очевидно больше напоминают хорошо известные бумажные карты. Существуют несколько способов объединения векторных структур данных в векторную модель данных, позволяющую исследовать взаимосвязи между показателями внутри одного покрытия или между разными покрытиями. Например спагетти-модель, топологическая модель и кодирование цепочек векторов.

Простейшей векторной структурой данных является спагетти-модель, приведенная на рисунке 2.7, которая по сути переводит "один в один" графическое изображение карты. Возможно, она представляется как наиболее естественная или наиболее логичная, в основном потому, что карта реализуется как умозрительная модель. Хотя название звучит несколько странно, оно на самом деле весьма точно по сути. Если представить себе покрытие каждого графического объекта нашей бумажной карты кусочком (одним или несколькими) макарон, то вы получите достаточно точное изображение того, как эта модель работает. Каждый кусочек действует как один примитив: очень короткие — для точек, более длинные — для отрезков прямых, наборы отрезков, соединенных концами, — для границ областей. Каждый примитив — одна логическая запись в компьютере, записанная как строки переменной длины пар координат (X,Y).



Рисунок 2.7 - Спагетти-модель векторных данных

В этой модели соседние области должны иметь разные цепочки спагетти для общих сторон. То есть, не существует областей, для которых какая-либо цепочка спагетти была бы общей. Каждая сторона каждой области имеет свой уникальный набор линий и пар координат. Хотя, конечно, общие стороны областей, даже будучи записанными отдельно в компьютер должны иметь одинаковые наборы координат. В отличие от спагетти-модели, топологические модели, как это следует из названия, содержат топологическую информацию в явном виде. Для поддержки продвинутых аналитических методов нужно внести в компьютер как можно больше явной топологической информации. Подобно тому, как математический сопроцессор объединяет многие специализированные математические операции, так и топологическая модель данных объединяет решения некоторых из наиболее часто используемых в географическом анализе функций. Это обеспечивается включением в структуру данных информации о смежности для устранения необходимости определения ее при выполнении многих операций. Топологическая информация описывается набором узлов и дуг. Узел - больше, чем просто точка, обычно это пересечение двух или более дуг, и его номер используется для ссылки на любую дугу, которой он принадлежит. Каждая дуга (arc) начинается и заканчивается либо в точке пересечения с другой дугой, либо в узле, не принадлежащем другим дугам. Дуги образуются последовательностями отрезков, соединенных промежуточными (формообразующими) точками. В этом случае каждая линия имеет два набора чисел: пары координат промежуточных точек и номера узлов. Кроме того, каждая дуга имеет свой идентификационный номер, который используется для указания того, какие узлы

представляет ее начало и конец. Области, ограниченные дугами, также имеют идентифицирующие коды, которые используются для определения их отношений с дугами. Далее, каждая дуга содержит явную информацию о номерах областей слева и справа, что позволяет находить смежные области. Эта особенность данной модели позволяет компьютеру знать действительные отношения между барическими объектами. Другими словами, мы имеем векторную модель данных, которая лучше отражает то, как мы, пользователи карт, определяем пространственные взаимоотношения, записанные в традиционном документе.

3. Ввод данных, цифрование исходной информации.

Есть много способов ввода данных. Одни выглядят примитивными, вроде помещения прозрачной сетки на карту. Другие - более современные, так, например, используют устройства цифрового ввода - дигитайзеры и сканеры.

Перед тем, как использовать структуры данных, модели и системы, необходимо преобразовать нашу реальность в форму, понимаемую компьютером. Методы, при помощи которых это будет сделано, зависят в некоторой степени от имеющегося оборудования и от конкретной системы. Во-первых, подсистема ввода спроектирована для переноса графических и атрибутивных данных в компьютер. Во-вторых, она должна отвечать хотя бы одному из двух фундаментальных методов представления графических объектов - растровому или векторному. В-третьих, она должна иметь связь с системой хранения и редактирования, чтобы гарантировать сохранение и возможность выборки того, что мы введем, и давать возможность устранять ошибки и вносить изменения по мере необходимости.

Вначале необходимо определить, какой тип ГИС, векторный или растровый, будет использоваться, а также будет ли ваша ГИС способна преобразовывать эти типы данных один в другой. Некоторые программы работают главным образом на растровых структурах данных, в то время как другие оперируют в основном векторной информацией.

Хотя преобразование между векторной и растровой формами — дело достаточно обычное, есть несколько вещей, о которых следует помнить. Чаще всего при преобразовании векторов в растр результаты получаются визуально

удовлетворительными, но методы растеризации могут давать результаты, которые не удовлетворительны для атрибутов, представляющие каждую ячейку. Это особенно верно вдоль границ областей, где имеется неопределенность с присвоением ячейкам растра атрибутов с одной или другой стороны границы. С другой стороны, преобразуя растр в вектора, вы можете сохранить подавляющее большинство атрибутивных данных, но визуальные результаты будут часто отражать блочный, лестничный вид ячеек растра, из которых преобразование было произведено. Существуют алгоритмы сглаживания этого лестничного эффекта, использующие математические методы сплайн-интерполяции. Не вдаваясь в подробности, укажем, что это просто графический прием, сглаживающий зубчатые линии и острые углы.

3.1 Методы ввода векторных данных.

Как ранее указывалось, существуют многие инструменты для ввода в ГИС векторных данных. Ограничим обсуждение дигитайзерной оцифровкой как распространенным "классическим" методом. Некоторые программы требуют ввода точек в определенной последовательности, в то время как другие этого не требуют. Документация и/или сама программа сообщит вам об этом. Кроме того, программа укажет, какие пронумерованные кнопки используются для ввода конкретных типов объектов. Одни кнопки используются для указания положения точечных объектов, другие — для обозначения концов прямых отрезков, третьи — для смыкания многоугольников. Многие ошибки оцифровки, особенно у новичков, происходят вследствие нажатия не тех кнопок, что требуется. Конкретная процедура оцифровки зависит также от структуры данных, которая используется программой. Одни требуют указания положений узлов, другие — нет. Одни требуют явного кодирования топологии во время оцифровки, другие используют программные методы построения топологии после того, как база данных заполнена. Правила различны для разных программ, и нужно заблаговременно просмотреть соответствующую документацию для выяснения этих стратегий. Эта работа может рассматриваться как часть процесса подготовки карты, а не самой оцифровки.

Атрибутивные данные в векторных ГИС вводятся чаще всего с использованием клавиатуры компьютера. Хотя этот способ ввода данных предельно прост, он требует

такого же внимания, как и ввод графических объектов. Причины две. Первая: опечатки совершаются очень легко. Вторая, и возможно, наиболее проблематичная: атрибуты должны быть связаны с графическими объектами. Ошибки в таком согласовании — одни из наиболее трудных для обнаружения ошибок, поскольку их не всегда можно заметить на взгляд, и они не проявляются до начала выполнения какого-нибудь анализа. Хорошей практикой является проверка атрибутов в процессе ввода, возможно, во время частых коротких перерывов для их просмотра. Время, потраченное на это, окупится затем с лихвой при редактировании.

3.2 Методы ввода растровых данных.

Ввод растровых данных следует иной стратегии, нежели ввод векторных данных. Растровый ввод иногда все еще делается с использованием накладной сетки, когда атрибуты вводятся последовательно, друг за другом. Широкая доступность сканеров быстро вытесняет этот трудный метод ввода, однако его применение хорошо иллюстрирует разные методы, используемые программами оцифровки для ввода ячеек раstra. В прошлом часто использовался также метод оцифровки раstra с помощью дигитайзера, когда полученный с дигитайзера контур объекта в виде векторов затем заполняется пикселями уже самой программой оцифровки.

Прежде всего необходимо решить, какую площадь должна занимать каждая ячейка раstra. Это решение должно быть принято до начала оцифровки или наложения сетки, чтобы сообщить программе оцифровки размер ячейки или дать оператору сведения о размерах квадратов сетки. Кроме того, нам следует решить, пригодится ли какой-нибудь метод кодирования (типа группового или блочного кодирования), который мог бы сократить процесс. При том, что методы сжатия данных хороши для уменьшения их объема, использование этих методов при вводе может оказаться не менее важным благодаря сокращению времени ввода. Некоторые растровые ГИС, не поддерживающие ввод с дигитайзера или поддерживающие ввод и с клавиатуры, и с дигитайзера, имеют команды, позволяющие вводить данные в виде цепочек или блоков атрибутов. Выбрав метод ввода, вы должны решить, как каждая ячейка раstra будет представлять различные имеющиеся темы. Помимо разрешения раstra, это может быть наиболее важным мнением, которое вы должны принять. Рассмотрим этот вопрос более

подробно.

Для ввода растровых данных наиболее широко применяются сканеры. Однако, следует учитывать, что введенные со сканера тематические данные не становятся автоматически тематическими данными в растровой ГИС. Дело в том, что однородно закрашенные на карте области после считывания сканером неизбежно получают некоторый разброс значений, вследствие многих причин: неоднородность нанесения краски на карту, незаметная для глаз, неоднородность подсветки в сканере, износ карты и т.д. Кроме того, тематические карты обычно печатаются офсетным способом, который предполагает образование всего богатства полутонов и цветовых оттенков смешением мельчайших точек красок небольшого числа цветов. При сканировании эти незаметные на глаз точки, превращаются во вполне самостоятельные пиксели, образующие "винегрет" на месте внешне однородной по цвету области. Естественно, такие карты не пригодны для анализа. Результат сканерного ввода в сильной степени зависит от соотношения разрешений сканера и полиграфического растра. Именно сложность решения этой проблемы приводит иногда к решению использовать упомянутый выше способ ввода растровых данных посредством векторной оцифровки контуров объектов с последующим преобразованием в растр.

3.3. Устройства ввода.

Самые разные типы устройств использовались и используются для ввода информации в компьютер. Большинство из них, если не все, в большей или меньшей степени используются сегодня для ввода в ГИС. Возможно, первым подходом к картографическому вводу было утомительное и подверженное ошибкам использование прозрачного материала с нанесенной сеткой, с помощью которого данные, ячейка за ячейкой, вводились вручную в компьютер. В большинстве случаев ячейкам растра присваивались числовые значения, которые, опять же вручную, друг за другом вносились в компьютер. Это требовало применения некоторого правила, определяющего, где внутри ячейки растра помещался вводимый объект. В качестве такой точки может использоваться центр ячейки или любой из четырех ее углов. В то время как знание точного положения точки пространственной привязки каждого элемента принципиально необходимо для векторных систем, также важно определить

это и для растровых данных, которые будут представляться внутри компьютера ячейками растра. Представьте себе, например, измерение расстояния на основе количества ячеек растра: вам нужно будет знать, от чего вы отсчитываете, - от сторон ячеек или от их центров. В конце концов, помните, что всякая ячейка растра занимает некоторую площадь. И чем больше эта площадь (т.е. чем ниже разрешение), тем более значимым становится этот вопрос.

Обычно приходится работать с более современным и сложным оборудованием. Для ручного ввода пространственных данных стандартом является дигитайзер. Он является более совершенным и гораздо более точным родственником наиболее широко используемого графического манипулятора — мыши, которую пользователь может свободно перемещать по практически любой поверхности. Внутри мыши находятся датчики, которые реагируют на вращение резинового шара, помещенного внутрь корпуса мыши. Для увеличения точности подобного устройства в дигитайзере используется электронная сетка на его столике. К столику присоединено подобное мыши устройство, называемое курсором, которое перемещается по столу в различные положения на карте, которая к этому столу прикреплена. Курсор обычно имеет перекрестие, нанесенное на прозрачную пластинку, которое позволяет оператору позиционировать его точно на отдельных элементах карты. Кроме того, на курсоре размещены кнопки, которые (число их зависит от уровня сложности устройства) позволяют указывать начало и конец линии или границы области, явно определять левые и правые области и т.д. Использование кнопок определяется в основном спецификой программы ввода. Рабочая поверхность дигитайзера может быть гибкой или жесткой, размерами от книжной страницы до очень больших форматов для размещения больших карт, даже с запасом. Некоторые из крупноформатных дигитайзеров имеют подъемно-поворотное основание, позволяющее оператору устанавливать оптимальное для работы положение. Размер стола определяется частично размером вводимых документов. С расширением использования компьютеров растет и автоматизация ввода в них информации. Для автоматизации ввода карт используются такие устройства, как автоматизированные дигитайзеры и растровые сканеры с программами векторизации или без них.

Автоматизированные дигитайзеры, или дигитайзеры с отслеживанием линий, имеют устройство, подобное головке оптического считывания проигрывателя компакт-

дисков. Оно фиксируется на выбранной пользователем линии (как проигрыватель фиксируется на дорожке записи) и, самостоятельно следуя вдоль нее, передает координаты точек линии в компьютер. Эти устройства требуют постоянного участия оператора, так как их нужно вручную устанавливать на каждую новую линию для продолжения процесса сканирования. Кроме того, они легко могут ошибаться на сложных картах и картах с низкой контрастностью изображения. Например, когда линия расщепляется на две, вполне обычна ситуация, когда сканер не знает, куда идти дальше. Эта проблема может оказаться еще тяжелее, линии изображаются пунктиром, который дигитайзер не может проследить из-за разрывов или из-за того, что цвет светлее и имеет меньший контраст, чем исходная линия.

Большее распространение получили растровые сканеры. Они позволяют вводить растровое изображение карты в компьютер без вмешательства человека. Для ввода цветных карт и снимков следует использовать цветные сканеры, для панхроматических снимков и топографических карт достаточно черно-белых сканеров, которые несколько дешевле. Если карта должна храниться в векторной модели данных, то после сканирования растровое изображение должно быть векторизовано. Векторизация в компьютере выполняется подобно тому, как работает сканер с отслеживанием линий, но здесь уже возможно более "разумное" поведение алгоритма, самостоятельно находящего и оцифровывающего линии. Здесь также наиболее удачно оцифровываются контрастные карты невысокой сложности. Сами растровые сканеры делятся на ручные, роликовые (с протяжкой листа), планшетные и барабанные. Планшетные сканеры представляют из себя прозрачное стекло, на которое кладется оригинал, и под которым перемещается лампа и устройство оптического считывания. Ручной сканер является, по сути, оптической головкой планшетного сканера, и пользователю приходится самому двигать ее по поверхности оригинала. Очевидно, что точность сканирования ручных сканеров - самая низкая, поэтому устройства этого вида практически не пригодны для ввода карт. Сканеры с протяжкой листа действуют подобно факсовому аппарату, т.е. в них двигается не головка считывания, а сам оригинал, как в пишущей машинке. Эти устройства обладают точностью, меньшей, чем планшетные сканеры, но зато позволяют сканировать очень длинные оригиналы. В барабанных сканерах оригинал закрепляется на круглом барабане, вдоль которого перемещается головка считывания. Эти устройства могут обеспечить высокую точность сканирования очень больших оригиналов.

Основные характеристики сканеров - оптическое разрешение, скорость сканирования и стабильность. Для офисных работ обычно используются достаточно быстрые сканеры с невысоким разрешением (300 точек на дюйм). Возможности калибровки обычно отсутствуют. Эти устройства могут использоваться для ввода карт и снимков дистанционного зондирования, когда требования точности позволяют это.

Наиболее продвинутые (и, конечно, наиболее дорогие) сканеры образуют категорию так называемых фотограмметрических сканеров. Другой вид сканеров, барабанный, использует более подробный растровый подход, который на самом деле ближе к векторному режиму. Карта прикрепляется к барабану, который вращается, в то время как чувствительный датчик прибора перемещается под прямым углом к направлению вращения. Таким образом, сканируется вся карта, линия за линией. Записывается каждое положение на карте, даже если там нет графических объектов. В результате создается подробное растровое изображение всей карты. Барабанные сканеры могут давать как монохромное, так и цветное изображение. В последнем случае каждый из основных цветов должен сканироваться по отдельности. Как монохромное, так и цветное изображение должны преобразовываться в векторную форму, если таковая требуется вашей ГИС. Обе формы создают очень большие файлы данных. Специализированные картографические сканеры большого формата очень дороги по сравнению с дигитайзерами того же формата. Кроме того, векторизация введенного растра может занять почти столько же времени, сколько и ручная оцифровка, особенно если карта оказалась очень сложной. Несомненно, по мере совершенствования технологии объем необходимого редактирования будет уменьшаться. Но нельзя верить заявлениям, что сканеры освободят человека от процесса ввода. Короче говоря, по меньшей мере в ближайшем будущем устройства автоматизированного ввода и программы векторизации будут экономить время только при условии четких карт с высоким контрастом. Чаще всего дорогие сканеры используются фирмами, специализирующимися на услугах оцифровки. Вы же можете ориентироваться на оцифровку карт с помощью дигитайзера, или с помощью менее дорогих сканеров, если их характеристики приемлемы для ваших целей [8].

4. Геоинформационные системы.

В мире существует огромное количество различных информационных систем, в том числе и географических. По масштабам применения их можно разделить на глобальные и локальные, направленные на решение общих (многофункциональные) и частных, конкретных (однофункциональные) задач. Лидерами в области глобальных ГИС в настоящее время являются продукты двух фирм – это система ArcFM американской фирмы ESRI и MapInfo корпорации INTERGRAPH. Кроме того, многие фирмы, занимающиеся вопросами, связанными с землевладением или землепользованием создают свои прикладные ГИС.

Российской промышленной компанией проводился анализ структуры рынка ГИС в России. Результаты опросов, обзоры публикаций и информация из конфиденциальных источников, близких к фирмам дистрибьюторам, дали картину рынка ГИС-систем в России и СНГ: первое место и 36% рынка занимает программное обеспечение ESRI Inc.- ArcInfo, ArcView, ArcCAD и др.; второе место и 17% рынка принадлежит MapInfo; третье-четвертое места (по 11%) поделили между собой Autodesk с системами AutoCAD MAP, World, MAPGuide и GeoGraph (Russia); пятое место (4%) – у Bentley; шестое и седьмое места (по 3%) удерживают Ziegler с CADDY и ERDAS Inc.

4.1 Краткие характеристики основных ГИС.

ARC/INFO 7.1.1 - открытые платформы. Первая версия для работы на персональных компьютерах, внутренне структурирована на программные компоненты. Язык программирования в среде – AML. Этой версией заложен фундамент для новой открытой программной среды. В ARC/INFO 7.1.1 поддерживается функция клиента для программного обеспечения SDE (Spatial Database Engine). С помощью стандартного интерфейса обеспечивается работа со слоями базы данных (то есть данных, для которых и пространственные и атрибутивные характеристики хранятся в реляционных СУБД). Дополнительные AML функции позволяют быстро и корректно работать как с графикой этого формата, так и с атрибутикой.

ARC/INFO 7.1.2 - открытая среда разработчика (ODE), позволяет программистам через стандартные среды разработки приложений вроде Visual Basic, Visual C++ и Tcl/Tk получить доступ к программному коду ARC/INFO для построения собственных приложений, использующих функционал ARC/INFO. В ARC/INFO 7.1.2 ARC, ARCEDIT, ARCPLOT и ARCGRID представлены и как компоненты для разработчика, и как приложения для конечного пользователя. Она является первой версией ARC/INFO с объектной моделью. Вы можете представить себе объектную модель как карту работы программного обеспечения. Группа разработки MapObjects выпускает схему программной модели этого продукта, детализирующую работу и взаимосвязи частей MapObjects. Объектная модель ODE ARC/INFO - аналогична. Она была получена как результат рассмотрения способов решения пользователями своих задач и часто используемых наборов процедур.

Объекты ODE- это набор классов Visual Basic, которые могут использоваться для доступа к программным компонентам ODE. Вместо детализации каждого обращения к ARC/INFO классы группируют вызовы в единый объект, давая таким образом программисту истинное объектно-ориентированное обрамление для работы с объектами ODE и связанными с ними методам. Поставляемые с ARC/INFO 7.1.2 примеры приложений включают простой редактор и развитую среду редактирования, наряду с ARCEDIT, а также развитую среду анализа и отображения, наряду с ARCPLOT. Возможно подключение объектов ODE в приложения, использующие другие программные компоненты от ESRI, например, MapObjects и прочих поставщиков,

например, элементы управления сеткой (grid controls), или специализированные аналитические процедуры.

ARC/INFO 8.0 завершает переход к открытым, объектно-ориентированным ГИС. Ключевой характеристикой версии 8.0 является полная поддержка существующих приложений и баз данных. Приложения ARC, ARCEDIT и ARCPLOT улучшены на всех платформах для обеспечения надежного многопользовательского доступа к покрытиям ARC/INFO, библиотекам карт и слоям ArcStorm в их "родном" формате. Другие улучшения включают новые трансляторы, инструменты координатной геометрии, картографическую генерализацию, повышение производительности и качества. ODE обеспечит использование ARC/INFO в стандартных средах разработки приложений.

ARC/INFO 8.0 включает два новых приложения для управления географическими данными. Эти приложения строятся на основе технологии стандартных программных компонентов и соответствуют современным требованиям дизайна интерфейса. Это Data Manager (Диспетчер данных) - организует и представляет географические данные различными способами в виде дерева каталогов, сортированных по дате, создателю, статусу и т.д. Метаданные, характеризующие собственно данные предметной области, могут добавляться к каждому набору данных и могут использоваться в критериях поиска, наборы данных можно копировать, перемещать, переименовывать и т.д. Второе приложение - Data Viewer (Просмотр данных), содержащее средства редактирования, отображения, выполнения запросов и анализа - совершенно новые реализации главных геоинформационных потребностей. Интегрированная среда используется и для создания, отображения и запроса карт. Поддержка шаблонов карт обеспечит простое размещение стандартных элементов - графических данных, легенд, масштабных линеек и указателей сторон света. Табличные данные управляются собственной диалоговой средой запросов, отчетов и ввода данных [4].

4.2 Преимущества и недостатки при работе с ГИС.

Современные тенденции эволюции программного и технического обеспечения заставили, в ряде случаев, резко изменить политику и идеологию дальнейшего развития. Эти тенденции в области ГИС технологий прежде всего отразились в резком расширении рынка пользователей за счет сфер и специалистов, некогда далеких от ГИС.

Удобство и широкие возможности ГИС технологий, острая необходимость обмена информацией привлекли внимание многих сфер производства и управления, которые перешагнули порог возможностей анализа данных без их конкретной наглядной привязки к объектам. Визуализация данных, оперирование пространственными категориями, мощные аналитические возможности пространственного моделирования, полноценная работа со стандартными СУБД – это лишь некоторые сильные черты ГИС, которые определенно повлияли на стремительный рост сторонников этой технологии. В свою очередь, многие компании - разработчики программных средств в области ГИС стали ориентироваться на различных по своим потребностям и уровню подготовки пользователей, поставляя на рынок разнообразные варианты ГИС пакетов.

Географическая информационная система (ГИС) - технология, которая может использоваться, чтобы раскрыть богатство информации, заключенной в простых адресах в таблице, а также в других данных, которые описывают расположение (коды почтового индекса, коды округа или района, широта и долгота). ГИС поддерживает управление данными, анализ и принятие решений, и тем самым создает то основание, на котором данные записей по счетам, демографические сведения о покупателях, торговая статистика - могут быть объединены с пространственными (картографическими) данными, чтобы придать смысл местоположению. На этом основании, карты могут использоваться для запроса базы данных, или база данных используется для создания карт и других наглядных отображений. Таким образом, ГИС образует основу мощной системы для наблюдения за ресурсами, прослеживания действий и охвата клиентов, т.е. системы, которая опирается на местоположение - важнейший фактор почти для каждого вида деятельности.

Работа с ГИС дает пользователю еще массу преимуществ, основные из которых перечислены выше. Но в работе существует и много недостатков. Примером таковых может служить большая зависимость от исходных географических данных, их точности и четкости их переноса в ГИС. Недостатком может быть и некоторая сложность анализа объектов, хотя эта проблема решается с помощью подключаемых модулей, настройкой системы под конкретные проблемы.

5. Система ArcFM фирмы ESRI.

Система ArcFM состоит из двух продуктов, предназначенных для работы с картами инженерных коммуникаций. Прежде всего, это мощный редактор карт, получивший название Arc Facilities Manager или кратко ArcFM. Он написан на Visual Basic 5.0 с использованием открытой среды разработки ODE ARC/INFO. По своей сути это новый модуль ARC/INFO. Выбор ARC/INFO в качестве базового продукта был сделан не случайно – это топологическая ГИС, обладающая всеми необходимыми средствами для серьезной работы с распределенной сетью коммуникаций.

Второй продукт, названный Arc Facilities Management Viewer (ArcFM Viewer), создан для просмотра данных, созданных в ArcFM. Это независимое приложение, написанное с использованием MapObjects. Оно работает с теми же данными, что и ArcFM, при этом сохраняется набор условных обозначений и взаимосвязь атрибутов. Это достигается использованием клиент/серверной технологии SDE для реляционных СУБД и общей базы знаний, названной Rule Base Engine (RBE). Хотя информационная система может быть реализована на одной машине, но намного эффективней ее использовать в сетевом варианте. В таком случае, именно SDE позволяет поддерживать целостность данных, которые одновременно можно редактировать с нескольких рабочих мест.

Говорить о возможностях ArcFM можно много, прежде всего, это чрезвычайно удобный инструмент для создания и редактирования карт инженерных коммуникаций. Но его назначение не ограничивается только вводом и редактированием. Базируясь на ARC/INFO, ArcFM позволяет использовать его мощный аналитический аппарат для анализа и моделирования инженерных сетей. Работа над проектом в ArcFM начинается с создания данных, и затем осуществляется сопровождение базы данных, как пространственной, так и атрибутивной. Как только база данных создана, ArcFM используется для создания новых, модификации и анализа существующих компонентов сети инженерных коммуникаций. Он предоставляет все необходимые функции редактирования, используемые на этапах проектирования и эксплуатации существующих систем транспортировки и распределения. Для обеспечения топологической корректности, с которой производится размещение объектов карты, используются возможности системы ARC/INFO по контролю и формированию описания топологических отношений между объектами. Построение таких отношений преобразуют простую карту в функциональную модель, а подключение различных

атрибутов с использованием взаимосвязей в базе данных, дает возможность проводить различного рода аналитические операции. При размещении объектов предоставляется богатый набор инструментов, который используется для формирования и поддержки базы данных инженерных служб, что позволяет определить картографическое представление и топологическую структуру инженерных сетей.

Интерфейс пользователя интуитивен и в основном представлен панелями инструментов, находящимися в верхней части экрана. Каждому инструменту соответствует определенный набор правил, гарантирующих целостность модели данных при ее изменении. Среди ключевых правил или взаимоотношений можно назвать: обязательную топологическую корректность, гарантирующую связанность объектов между собой; графические объекты, которые должны быть связаны в рамках данной ГИС, связаны реально, а не просто визуально - на экране; целостность поддерживается как между пространственными объектами и связанными таблицами базы данных, так и между самими таблицами базы данных; возможны только допустимые комбинации атрибутов.

ArcFM позволяет делать сложные запросы, которые могут использоваться на всех уровнях предприятия - от руководителей до диспетчерской службы и ремонтной бригады. ArcFM также позволяет создавать стандартные, принятые в данной отрасли, или специальные карты. Компании, связанные со строительством и обслуживанием инженерных сетей, ежедневно работают с различного рода картами и схемами, начиная с детальных планов коммуникаций и кадастровых планов до простых схематичных представлений сетей. Одно из преимуществ AM/FM/GIS - способность построения всех этих различных видов карт по одному и тому же интегрированному источнику данных.

Интерфейс пользователя ArcFM был написан с использованием Visual Basic 5 и имеет все атрибуты современного Windows приложения: интуитивный контекстно-зависимый интерфейс, горячие клавиши, перетаскиваемые панели инструментов, механизм "drag and drop", иерархическое представление слоев карты и т. д.

Функции редактирования: ArcFM удовлетворяет всем требованиям, предоставляемым к модели данных инженерных коммуникаций. Инструментальные средства представлены не просто точечными или линейными объектами. С объектами можно обращаться, опираясь на правила редактирования, основанные на знаниях о допустимых и недопустимых операциях. Проверка связности, правила размещения и

присвоение правильных значений используются для обеспечения корректности вводимых данных. Инструменты редактирования имеют все необходимые элементы, чтобы полностью охватывать требуемую область. При редактировании для каждого инструмента можно задать радиус поиска при выборе объектов. При редактировании карты ArcFM позволяет проводить отмену выполненных операций, перемещать, удалять, масштабировать, вращать и изменять формы объектов.

5.1 Преимущества использования.

ArcFM – это базирующееся на ARC/INFO приложение, которое обеспечивает полное решение для предприятий инженерных коммуникаций. ArcFM предоставляет мощные средства, включающие редактирование, моделирование и управление данными в информационной системе масштаба всего предприятия.

ArcFM предоставляет легкое в использовании готовое решение для создания, поддержки, анализа и отображения инженерных коммуникаций и других ассоциированных с ними объектов. Интерфейс пользователя полностью соответствует современному Windows-приложению. В стандартном приложении уже имеется очень большой набор функциональных возможностей, что позволяет сразу начать работу без долгой и порой дорогостоящей предварительной настройки программы. Затраты на долгосрочное обслуживание также минимизированы. Хотя обычно никакой "настройки на месте применения" не требуется, приложение может быть легко расширено и настроено для удовлетворения дополнительных и специальных требований пользователя.

Система была разработана с целью упростить и ускорить длительный и дорогостоящий процесс создания и поддержки баз данных инженерных коммуникаций. Она способствует сокращению объемов работ по созданию, управлению и использованию данных. В ArcFM имеется много современных инструментов для реализации возможностей управления в многопользовательской среде. Богатые инструментальные средства включают работу с координатной геометрией, поддержку длинных транзакций и средства управления многопользовательским редактированием, трассировку сетей и т.д.

5.2 Средства AM/FM ГИС.

Одной из основных задач при создании AM/FM ГИС является выбор гибких средств для редактирования пространственных данных. В HSL разработан набор программных средств, названный ARC/FED (ARC Facilities Editing). ARC/FED разрабатывался одновременно в двух средах: ГИС (ARC/INFO, ArcStorm, ArcView, MapObjects) и RDBMS (Oracle).

Система AM/FED разработана с учетом опыта моделирования, полученного при выполнении пилотных проектов. Идея заключалась в определении общего знаменателя для всех моделей инженерных коммуникаций. Моделирование систем распределения и передачи электроэнергии было наиболее сложной задачей и помогло в понимании и разработке универсальных компонентов ARC/FED (ценным прообразом послужила философия ArcTools). Редактирование табличных данных является очень простым при использовании ArcView (MapObjects) и Oracle.

В настоящий момент модели, выполненные в ARC/FED, существуют для широкого круга объектов, конечно, с учетом специфики последних. ARC/FED имеет функцию управления большими мультимедийными каталогами, что помогает в упорядочивании и проверке корректности данных. Использование методов CASE технологии для относящейся к RDBMS части ARC/FED также стало преимуществом, особенно при постоянно изменяющихся запросах потребителей.

ARC/FED расширяет функциональность ArcTools (ArcEdit), добавляя такие механизмы как управление проектом, словари данных, средства для моделирования сетей, проверка корректности данных и многое другое.

Один из инструментов ARC/FED, а также процедура передачи данных разработаны для геодезических фирм, поставляющих данные съемки. Основной идеей в данном случае является возможность доступа геодезических служб к сбору и передаче пространственных данных (то есть классических геодезических данных плюс обязательные атрибуты) в стандартных форматах и структуре. Эти средства состоят из инструментов MapObjects ("мобильная" часть) и функций импорта и конвертации в ARC/INFO. Обе части позволяют пользователю задавать темы и атрибуты пространственных данных. Часть, связанная с MapObjects, использует шаблоны, чтобы приспособить их "поведение" к конкретно определенным потребностям. Очевидно, что

такая гибкость строго ограничена существующими стандартами передачи данных.

Пакет ArcStorm отвечает за поддержку, обновление и сохранение истории данных.

Для всех AM/FM проектов выполняется пилотный проект, на котором HSL проверяет выбранное программное решение, и который затем оценивается большим числом потенциальных пользователей. Чтобы обеспечить легкий доступ к тестируемому приложению и структуре данных, применяются MS Access плюс пакет ArcView.

Такая обратная связь стала неоценимой помощью в окончательном определении функциональности и структуры данных. На этом этапе также принимаются решения по конфигурации программного и технического обеспечения.

6. ArcInfo – профессиональная ГИС.

ArcInfo 8.0.1 включает существовавшие в предыдущих версиях и, что важно, новые возможности. ArcInfo Workstation включает все части ArcInfo, они могут работать как на платформе Windows NT, так и под UNIX. Система включает приложения: ARC, ARCEDIT и ARCPLOT, а также AML, ODE и INFO. Кроме того, система расширена модулями ArcStorm, GRID, и TIN.

Кроме того, ArcInfo 8.0.1 также включает множество новых возможностей, которые работают только на Windows NT. Это три новых приложения - ArcCatalog, ArcMap, и ArcToolbox.

ArcInfo 8 полностью интегрирована с ArcSDE 8, которая позволяет формировать и совместно использовать более универсальные пространственные базы данных.

При установке ArcInfo 8 можно использовать любой компьютер, работающий в сети, при условии, что на сервере будет иметься лицензия .

Одна из новых возможностей в ArcInfo 8 - это станция обработки геоданных. Она основана на выполнении приложения ARC и обработки им геоданных и команд анализа. Новое приложение в ArcInfo Desktop называемое ArcToolbox, может выполнять действия дистанционно, используя станцию обработки геоданных на любом компьютере в сети.

7. ArcView – настольная ГИС.

ArcView разработан Институтом Исследований Систем Окружающей Среды (Environmental Systems Research Institute, ESRI), изготовителем ARC/INFO - ведущего программного обеспечения для географических информационных систем (ГИС). ArcView поставляется с полезными, готовыми к использованию данными. Система может использовать данные ARC/INFO, включая векторные покрытия, библиотеки карт, grids, изображения и событийные данные.

7.1 Общее представление о системе, интерфейс и преимущества работы.

ArcView, мощный, легкий в использовании инструмент для обеспечения доступа к географической информации. ArcView дает широкие возможности для отображения, изучения, выполнения запросов и анализа пространственных данных.

Версия ArcView 3.2. сфокусирована на общем повышении качества и скорости работы. В ней значительно усовершенствована работа с базами данных, добавлена возможность работы с сервером пространственных данных SDE, а также добавлен ряд новых конвертеров [6].

Помимо непосредственного интерактивного режима построения карт, ArcView представляет средство для выполнения пространственного анализа, геокодирования адресов и отображения их на карте, создания и редактирования географических и табличных данных, создания тематических карт.

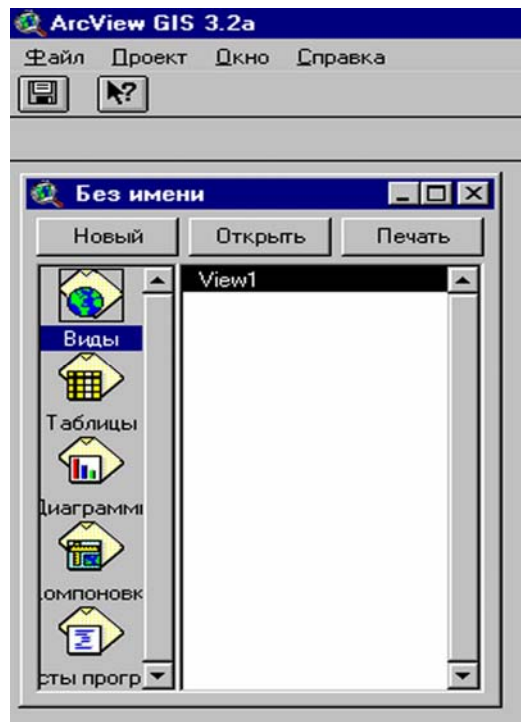


Рисунок 7.1 - Вид окна ArcView

Интерфейс программы разработан для среды Windows. На рисунке 7.1 показано окно программы при загрузке. Окно включает в себя верхнее меню, панель инструментов и окно проекта. Верхнее меню и панель инструментов может настраиваться по желанию пользователя. При работе в системе одновременно возможно редактирование только одного проекта. Файлы, входящие в проект разделены на шесть групп: виды, таблицы, диаграммы, компоновки, тексты программ и 3-d виды. Каждая группа файлов может обрабатываться как отдельно, так и совместно с другими, а файлы компоновок представляют собой не что иное, как собранные воедино виды, таблицы и диаграммы.

Кроме встроенных функций, возможности ArcView расширяются путем подключения ряда приложений, имеющих вид модулей. Такая настройка позволяет использовать только необходимые приложения, освобождая оперативную память и сокращая объем доступной, но бесполезной информации.

7.2 Приложения, входящие в систему, возможности, которые они предоставляют.

В систему входит более 20 различных приложений, выполняющих различные функции. Подробнее работа некоторых приложений будет рассмотрена ниже [7].

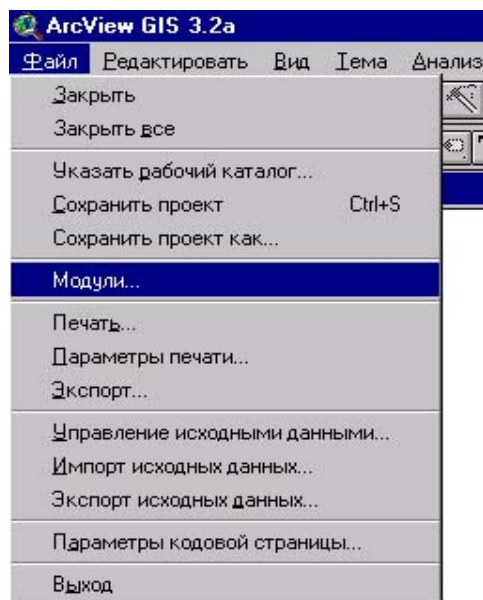


Рисунок 7.2 - Меню настройки

При настройке системы необходимо войти в меню «ФАЙЛ» → «МОДУЛИ» (рисунок 7.2) и отметить необходимые приложения, как показано на рисунке 7.3, после чего будет проведена загрузка программ и функции приложений станут активными.

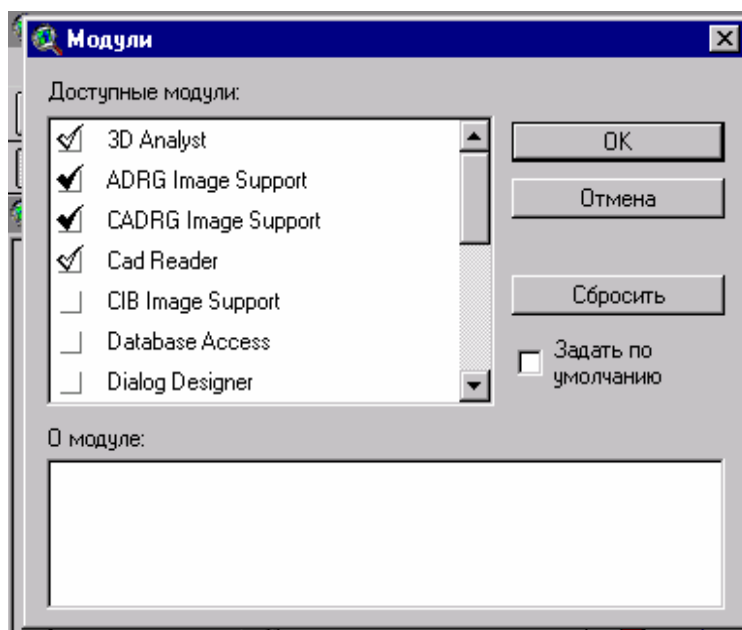


Рисунок 7.3 - Окно запуска модулей

Рассмотрим возможности, которые предоставляют пользователю основные приложения, созданные для анализа изображений. Таковыми являются Spatial Analyst, 3D Analyst и Network Analyst. Кроме того, будут рассмотрены функции приложений, позволяющих работать с внешними базами данных, рисунками и чертежами.

Дополнительный модуль Spatial Analyst программного продукта ArcView является средством, помогающим найти и понять пространственные отношения, существующие в данных. Основным понятием в Spatial Analyst является грид-тема. Грид-тема - это растровый эквивалент темы объектов.

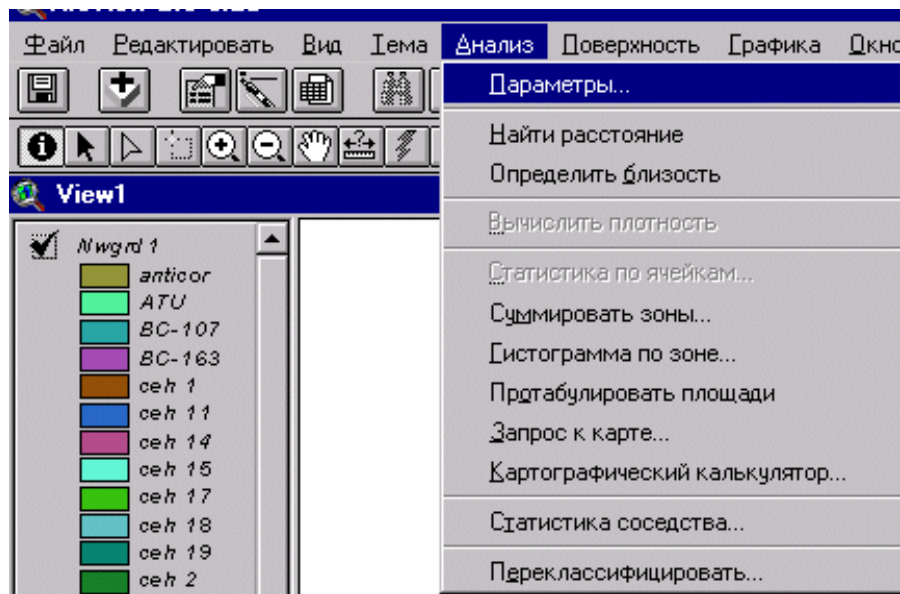


Рисунок 7.4 - Функции анализа, предоставляемые Spatial Analyst

Модуль Spatial Analyst также предоставляет функциональные возможности пространственного анализа по грид-темам и темам объектов. Компоненты пользовательского интерфейса модуля Spatial Analyst загружаются в интерфейс Вида. С помощью Spatial Analyst можно выполнить следующие функции из меню «Анализ»: найти расстояние; определить близость; вычислить плотность; получить статистику по ячейкам; суммировать зоны; гистограммы по зоне; кросс-табуляция площадей и запрос к карте (рисунок 3.4). Через меню «Поверхность» вы можете обратиться к следующим функциям: интерполировать поверхность; построить изолинии; вычислить уклон; вычислить экспозицию; построить отмывку рельефа и вычислить зоны видимости.

Функции, добавляемые как кнопки и инструменты:

- кнопка Гистограмма;
- инструмент Изолиния.

Модуль Network Analyst - это дополнительный модуль, разработанный для более

эффективной организации использования сетей (дорожных, сетей трубопроводов и т. д.). Он может решать обычные сетевые задачи на любой теме, которая содержит соединяющиеся линии. Такой темой может быть шейп-файл, покрытие ARC/INFO или чертеж САПР. Перед решением задачи можно точно смоделировать сети, включая установку среднего времени передвижения, улиц с односторонним движением, запрещенных поворотов, эстакад и тоннелей, закрытых улиц. Модуль позволяет: найти эффективные маршруты передвижения; найти оптимальный путь из одного места в другое или оптимальный путь для посещения нескольких мест; можно задать места, указывая их на линейной теме, вводя адреса или используя точечную тему; можно принять решение о порядке, в котором они посещаются, или дать Network Analyst возможность найти наилучшую последовательность посещения; найти самый близкий пункт обслуживания по отношению к любому месту в сети; создать путевой лист передвижения; найти область обслуживания вокруг места, за это отвечают два инструмента, которые дают возможность узнать, что находится вблизи определенного места, сети обслуживания (service networks) и области обслуживания (service areas).

Именно эти два приложения, отвечающие за пространственный и сетевой анализ, наиболее часто используются.

Модуль 3D Analyst - это модуль, который добавляет поддержку 3D объектов, функции моделирования поверхностей и перспективного отображения в реальном времени. С его помощью можно создавать и визуализировать пространственные данные с использованием третьего измерения, которое обеспечивает объемное изображение.

3D Analyst добавляет поддержку новых типов объектов. Вместе с координатами x и y они хранят координату z для каждой точки, которая используется для задания объекта. Простая 3D геометрия, представленная такими объектами, может использоваться для следующих целей:

- хранение информации о высоте одновременно с геометрией объекта (в шейп-файлах);
- использование в качестве входной информации в процессе создания поверхности;
- получение в качестве выходной информации для анализа поверхности;
- 3D-визуализация.

При установленном модуле 3D Analyst можно создавать и анализировать темы поверхностей. Доступны два типа моделей поверхности: grids и нерегулярные триангуляционные сети (TIN). Этим обеспечиваются мощные и гибкие средства, требуемые для решения широкого спектра задач моделирования поверхностей:

- создание поверхностей с помощью графического интерфейса ArcView;
- изменение существующих поверхностей, созданных на основе модели TIN;
- выполнение широкого спектра задач, включая создание изолиний, расчет профилей;
- отмывку рельефа и многое другое.

3D Analyst добавляет новый тип документа к интерфейсу ArcView - документ 3D Вид. Этот документ дает возможность использования интерактивного окна просмотра (вьюера), представляющего данные в перспективном виде. С его помощью можно:

- отображать и обновлять 3D данные в перспективе;
- видеть 2D объекты в 3D измерении с использованием оттенения и растягивания по высоте;
- управлять и поворачивать объекты в реальном времени.

Использование этого модуля позволяет осуществлять пространственное моделирование различных объектов, а также некоторых явлений, протекающих с течением времени. Примером может служить, создаваемая геоинформационная модель предприятия, фрагмент которой показан на рисунке 7.5.

Модуль Database Access – предназначен для работы с базами данных, в том числе и для подключения внешних баз с помощью SQL-запросов. Используя это приложение можно создавать таблицы в проекте, представляющем данные, которые хранятся во внешней базе данных. Кроме того, Database Access помогает осуществить доступ к таблицам, созданным в таких СУБД, как MS Access, MS Excel, Oracle и т. д.

Модуль Cad Reader позволяет подключать чертежи, выполненные в среде AutoCAD, а также осуществлять их редактирование.

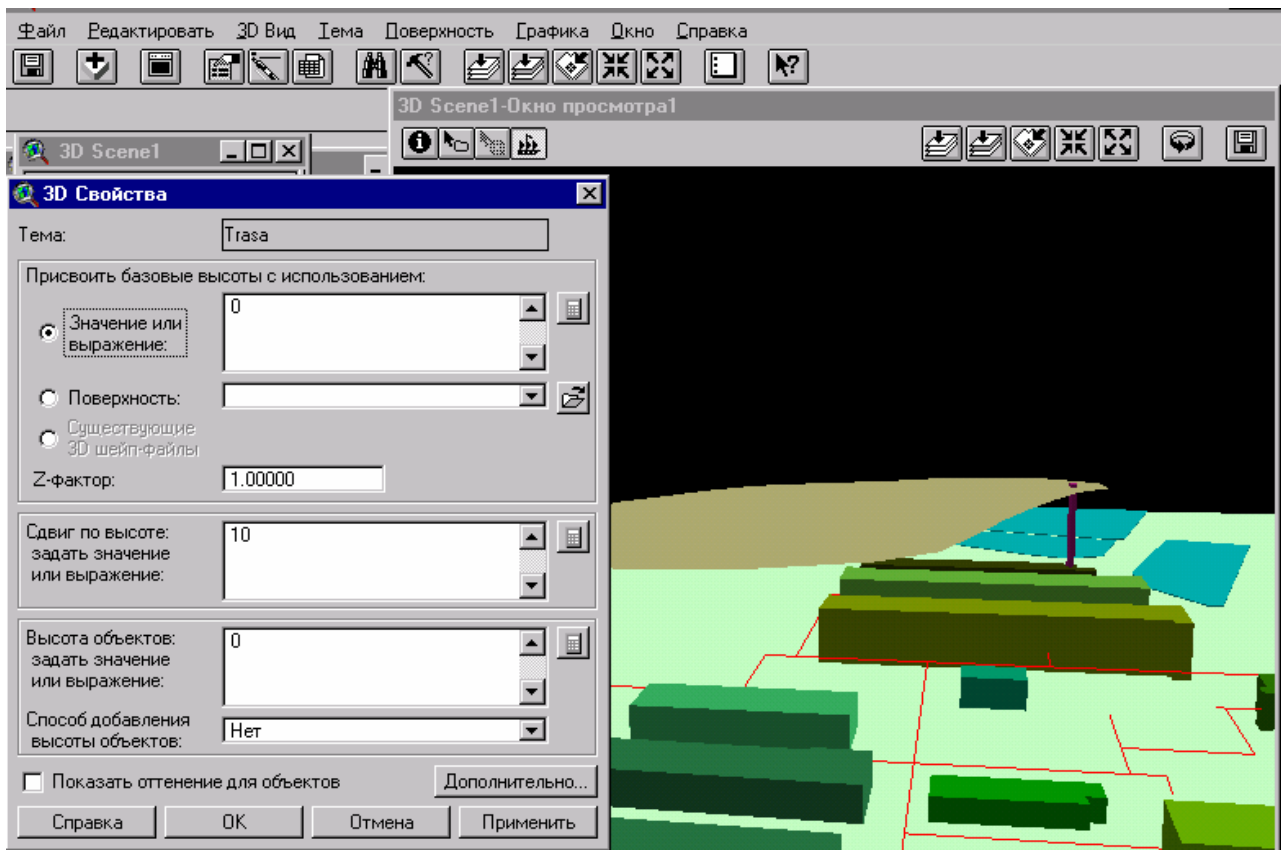


Рисунок 7.5 - Фрагмент 3D-модели предприятия

Еще ряд модулей, таких как ADRG Image Support, IMAGINE Image Support, JPEG Image Support, TIFF Image Support и NITF Image Support позволяют подключать и использовать для работы растровые изображения различных форматов.

8. Работа в среде ArcView.

8.1 Создание нового проекта.

Для создания нового проекта необходимо:

- 1) При запуске программы выбрать в предлагаемом меню (рис. 8.1):

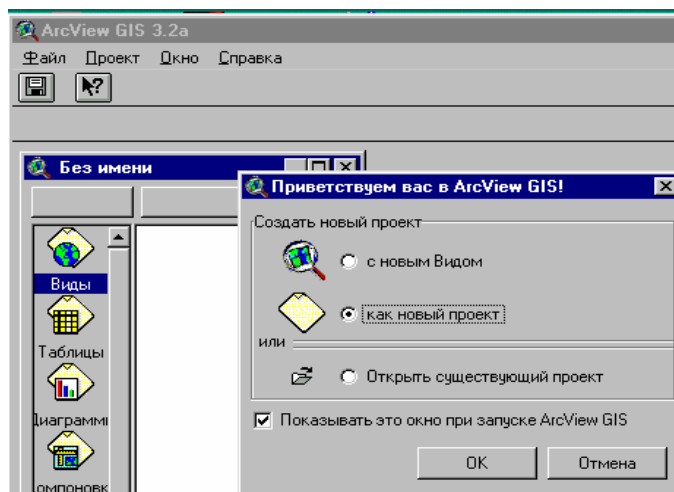


Рисунок 8.1 - Меню нового проекта

- создать новый проект с новым видом, в этом случае в проекте будет создан пустой вид;

- создать новый проект как новый проект, тогда будет создано просто окно проекта (рис.7.1).

- 2) При открытом проекте:

- меню «ФАЙЛ» → «Новый проект». При этом создается новое окно проекта (рис. 8.2);

- в окне проекта нажать на кнопку «Новый», произойдет аналогичное действие.

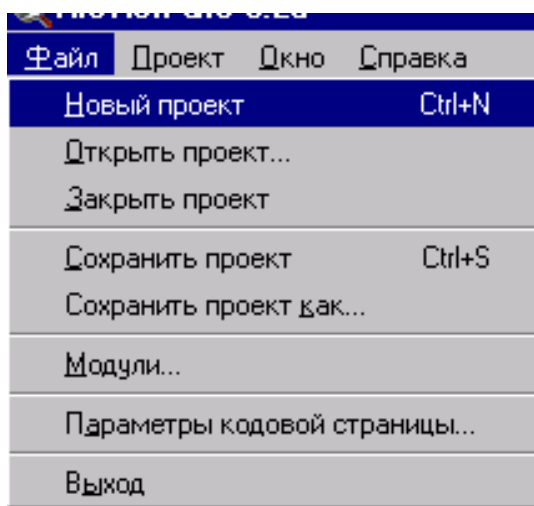


Рисунок 8.2 - Создание нового проекта

8.2 Знакомство с видами.

Вид - это интерактивная карта, которая позволяет отображать, исследовать, делать запросы и анализировать пространственные данные в ArcView. Виды хранятся в проекте ArcView. Вид определяет пространственные данные, которые будут использоваться, и способ их отображения, но он не содержит файлы пространственных данных в явном виде. Вместо этого, в нем хранятся ссылки на файлы исходных данных. Если исходные данные изменяются, Вид, который использует эти данные, автоматически отразит изменение при последующем его отображении. Это также означает, что те же самые данные могут использоваться в нескольких Виде. Например, в проекте может находиться Вид, который демонстрирует городские округа переписи, классифицированные по численности населения, и другой Вид, демонстрирующий только границы этих округов.

Окно вида состоит из двух частей: *таблицы содержания* (рис. 8.3) и области *отображения карты* (рис. 8.4).

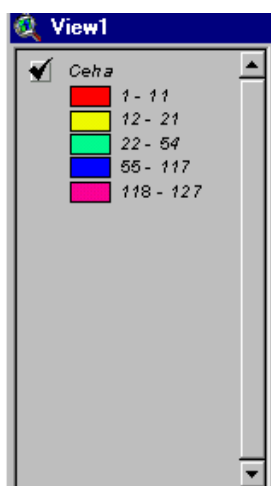


Рисунок 8.3 - Таблица содержания

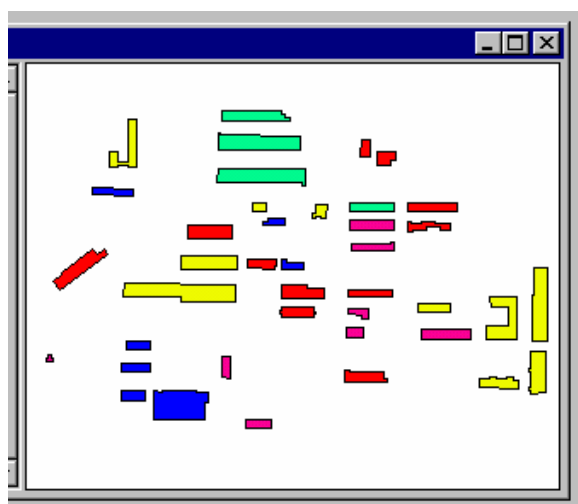


Рисунок 8.4 - Окно отображения карты

Таблица содержания приводит список тем и отображает их легенды, в окне отображения карты осуществляется вывод на экран объектов для каждой темы.

Графический интерфейс вида содержит меню, кнопки и инструменты, которые используются для выполнения каких-либо действий в видах и темах. Графический интерфейс показан на рисунке 8.5.

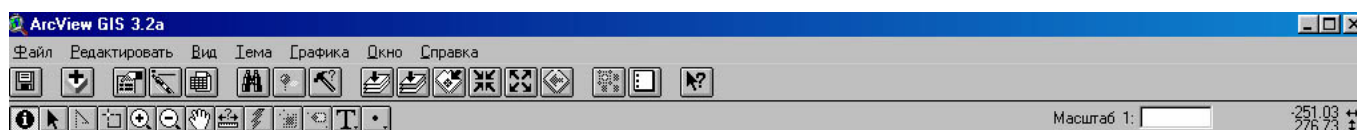


Рисунок 8.5 - Графический интерфейс проекта

8.3 Создание тем и шейп-файлов.

Тема - это набор пространственных объектов в виде. Тема отображает такие исходные пространственные данные как: шейп-файлы ArcView; покрытия ARC/INFO; GRID данные ARC/INFO; растровые данные; SDE данные (если установлен модуль доступа к Базам Данных); TINы (если установлен модуль 3D Analyst); чертежи CAD и VPF данные. Кроме того, Тема может отображать и растровые данные разных форматов, при подключении соответствующих модулей, о которых говорилось выше.

При добавлении темы в Вид необходимо выбрать существующие исходные данные, которые будут использоваться в качестве темы. Данные могут храниться как на дисках собственного компьютера, так и быть доступными в сети или на компакт-дисках (CD-ROM). Можно также добавить темы, основанные на пространственной информации, такой как адреса улиц или XY координаты, хранящиеся в таблице.

Рассмотрим добавление некоторых типов данных более подробно.

Добавление покрытия ARC/INFO или шейп-файл ArcView:

- нажмите кнопку «Добавить тему»;



- в окне «Тип исходных данных» выберите источник данных;
- перейти в каталог, который содержит покрытие ARC/INFO или шейп-файл ArcView, которые необходимо добавить, дважды щелкните на каталоге, чтобы просмотреть файлы, которые он содержит. Шейп-файлы ArcView выводятся с расширением **.shp**, покрытия ARC/INFO показываются по имени.

- щелкните на шейп-файле или покрытии, если покрытие ARC/INFO содержит более одного класса объектов, то это будет показано значком папки в списке покрытий. В этом случае щелкните на имени покрытия, чтобы выбрать заданный по умолчанию класс объекта, или щелкните на папке, чтобы вывести список доступных классов объектов и выбрать тот, который будет использоваться. Заданный по умолчанию класс объекта - первый в списке;

- чтобы добавить несколько покрытий ARC/INFO или шейп-файлов ArcView сразу, удерживайте нажатой клавишу SHIFT и щелкайте на них в списке файлов.

При добавлении темы в Вид, ArcView не сразу отображает ее в нем. Это дает возможность сначала провести редактирование легенды темы, изменить очередность отображения, если имеются несколько тем, и т.д. Чтобы отобразить добавленную тему необходимо щелкнуть на флажке-переключателе рядом с именем темы в таблице содержания вида.

Редактирование легенды темы осуществляется в окне «Редактор легенды» (рис. 8.6).

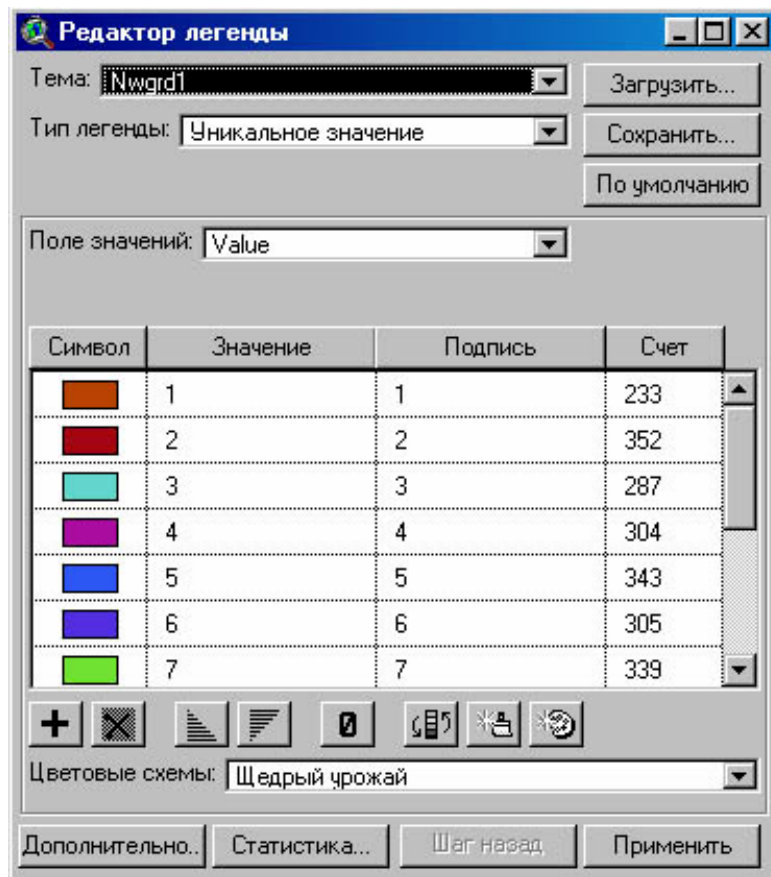


Рисунок 8.6 - Окно редактора легенды

Можно изменить цветовое отображение объектов темы, значение, по которому будет проведена сортировка объектов и подписи объектов.

При установке свойств темы можно управлять такими характеристиками, как название темы, какие объекты из исходных данных будут отображаться в теме, в каком масштабе будет изображаться тема.

Кроме того, можно менять порядок отображения тем, передвигая их в таблице содержания, а также проводить масштабирование их изображения в окне отображения карт.

Шейп-файл является форматом ArcView, предназначенным для того, чтобы

хранить геометрию и атрибутивную информацию для набора геометрических объектов. Геометрия объектов хранится в качестве формы, описанной набором векторных координат.

При создании шейп-файла средствами ArcView создается набор файлов:

- ***.shp** – хранит геометрию объектов, т. е. информацию о форме и местоположении;
- ***.shx** – хранит индекс геометрии объектов;
- ***.dbf** – файл базы данных, хранящий атрибутивную информацию об объектах;
- ***.sbn** и ***.sbx** – используются для индексации пространственных данных;
- ***.ain** и ***.aix** – используются для индексации атрибутивных данных.

Шейп-файл создается как новая тема: меню «Вид» → «Новая тема». При этом появляется окно (рис. 8.7.), где необходимо указать тип объекта, затем указать путь его сохранения и имя

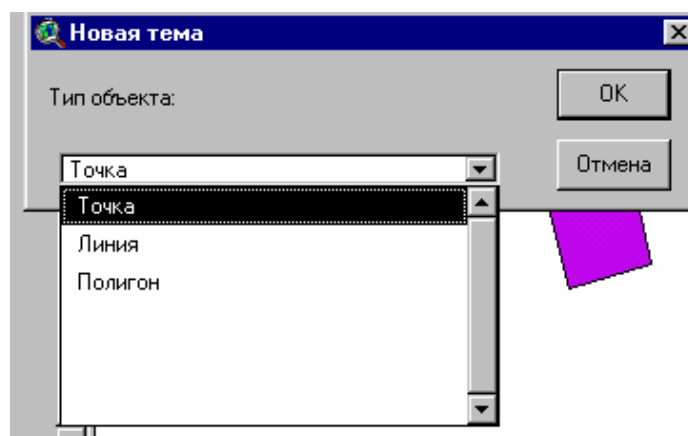


Рисунок 8.7 - Создание шейп-файла

файла. После этого тема шейп-файла добавляется в вид и с ней можно работать.

Для создания объектов в шейп-файле используется инструмент «Draw»(Рисовать). В зависимости от выбранного типа объектами темы могут быть:

- точка для точечного типа объекта;
- линия, полилиния для типа объекта линия;
- прямоугольник, окружность, многоугольник для полигонального типа объекта.

Рисование объектов можно осуществлять как на чистом листе, так и по готовой

подложке, такой способ называется «цифрованием».

8.4 Знакомство с таблицами.

Источники пространственных данных - такие, как покрытия ARC/INFO или Шейп-файлы ArcView, имеют атрибутивные таблицы, содержащие описательную информацию об этих данных. Каждая строка или запись определяет в таблице единственный член представленной группы. Каждая колонка или поле определяет отдельную характеристику всех членов. Таблицы позволяют работать с данными различных источников табличных данных. Доступ к атрибутам таблицы можно получить как из окна проекта, так и непосредственно из вида [5].

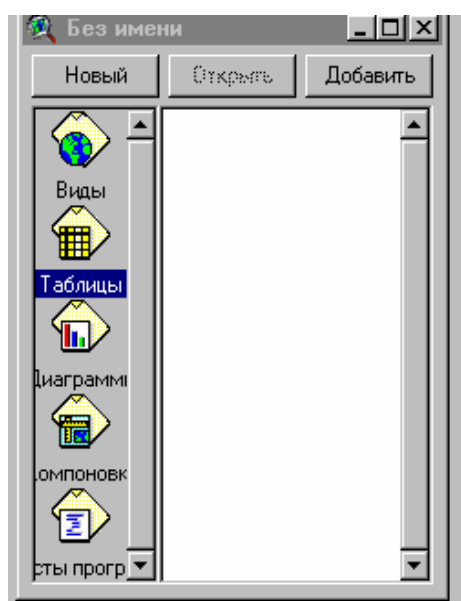


Рисунок 8.8 - Создание новой таблицы

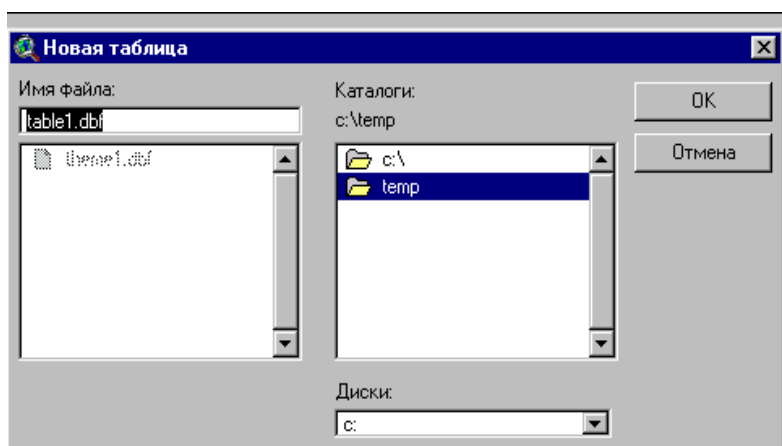


Рисунок 8.9 - Указание имени новой таблицы

Возможно соединение имеющихся табличных данных с атрибутивными таблицами, которые относятся к пространственным данным. Это позволяет представить пространственные объекты в Виде в зависимости от значений полей атрибутивной таблицы, а также позволяет производить различные выборки объектов на основе атрибутов.

ArcView также позволяет как создавать новые таблицы, так и подключать существующие, преобразуя их при этом в собственный формат.

Создание новой таблицы:

- в окне проекта выбираем категорию таблицы (рис. 8.8) и нажимаем кнопку «Новый»;
- появляется окно (рис. 8.9.), где надо указать название таблицы и путь для ее сохранения;
- новая таблица создана и можно приступать к ее редактированию.

После создания новой таблицы можно добавить к ней поля. Для этого нужно использовать позицию «Добавить поле» в меню «Редактировать». При этом появится окно (рис. 8.10.), где указывается имя поля, его тип и ширина. Существует четыре типа полей: числовой, строковый, логический и тип даты.

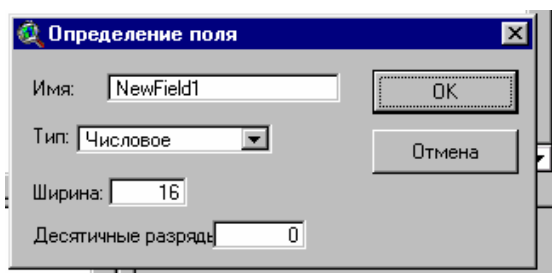


Рисунок 8.10 - Окно определения поля

Удаление поля осуществляется с помощью позиции «Удалить поле» в меню «Редактировать».

Добавление записей в поле происходит выбором позиции «Добавить запись» в меню «Редактировать». Для редактирования самих записей используется меню «Таблица» позиция «Начать редактирование». Другие действия с таблицей показаны на рисунке 8.11.

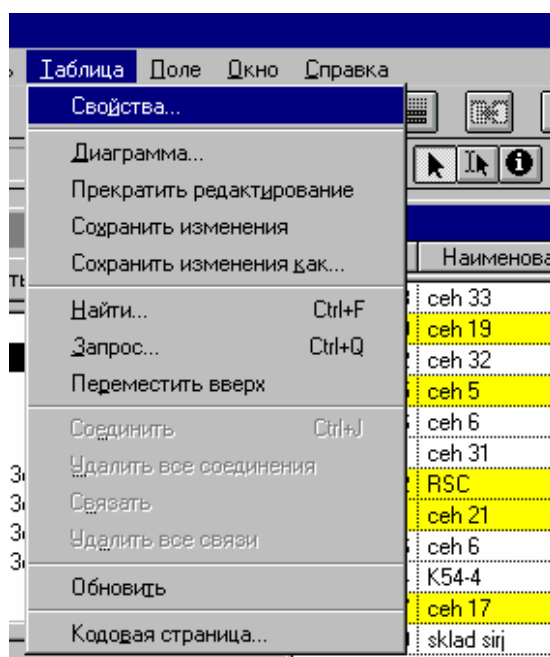


Рисунок 8.11 - Редактирование таблиц

При работе с таблицами ArcView позволяет осуществлять выборку информации в таблице путем составления запросов. Пример запроса показан на рисунке 8.12.

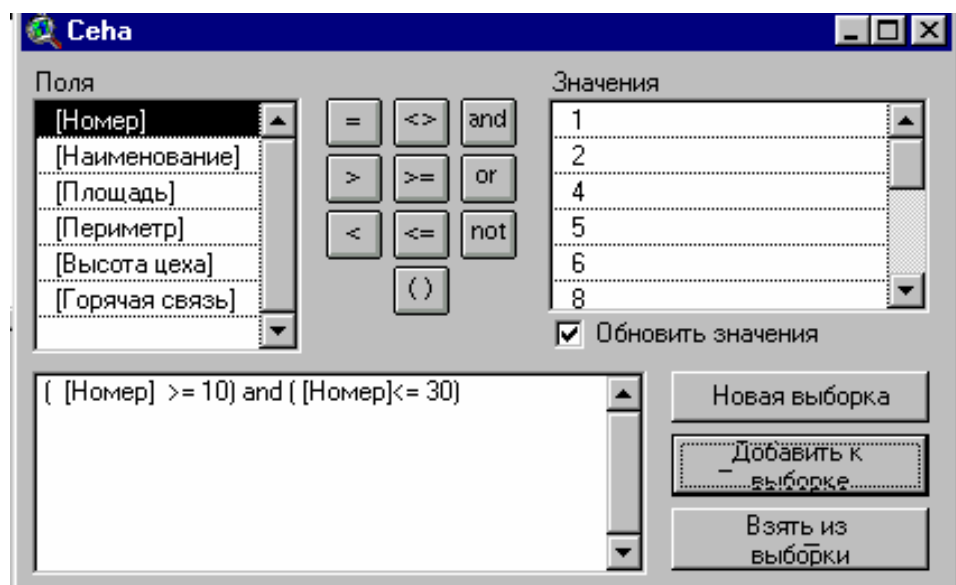


Рисунок 8.12 - Пример составления запроса

8.5 Трехмерные изображения.

В настоящее время большое внимание уделяется созданию информационных систем, приближенных к реальности. В ArcView такую возможность предоставляет создание трехмерных изображений. С помощью модуля 3D Analyst возможно преобразование плоских изображений в объемные. Создание таких изображений позволяет более наглядно представить данные, не теряя при этом всех преимуществ плоского изображения.

Преобразовать в трехмерное можно любое изображение, формат которого поддерживается ArcView, но удобнее преобразовывать GRID-темы. При преобразовании не теряется связь с атрибутивными данными и ими можно пользоваться также как при работе с двухмерными изображениями.

Для преобразования необходимо:

- в окне проекта создать 3D Вид;
- в меню «3D Вид» выбрать позицию «Добавить тему» или «Добавить вид как тему», при этом появится окно (рис. 8.13.), где необходимо указать название темы, которую будем преобразовывать;

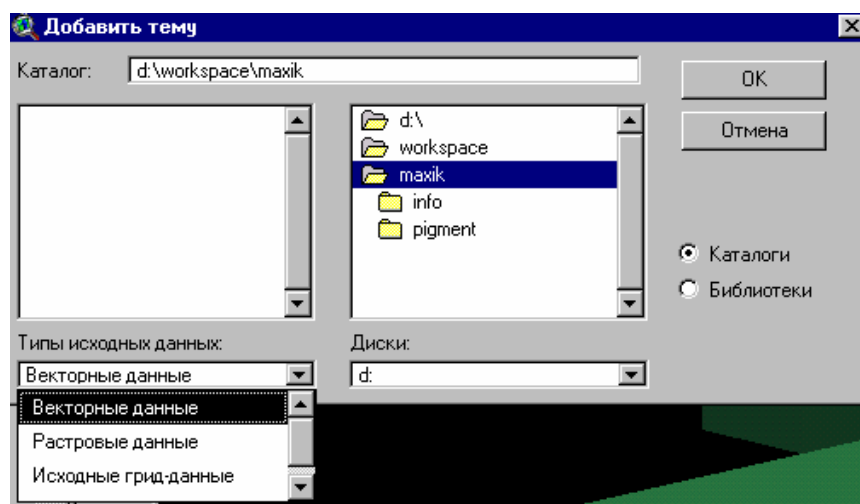


Рисунок 8.13 - Добавление темы в 3D Вид

- сделать тему активной, в меню «Тема» выбрать позицию «3d Свойства», появится окно свойств темы (рис. 8.14), где нужно задать необходимые параметры объектам.

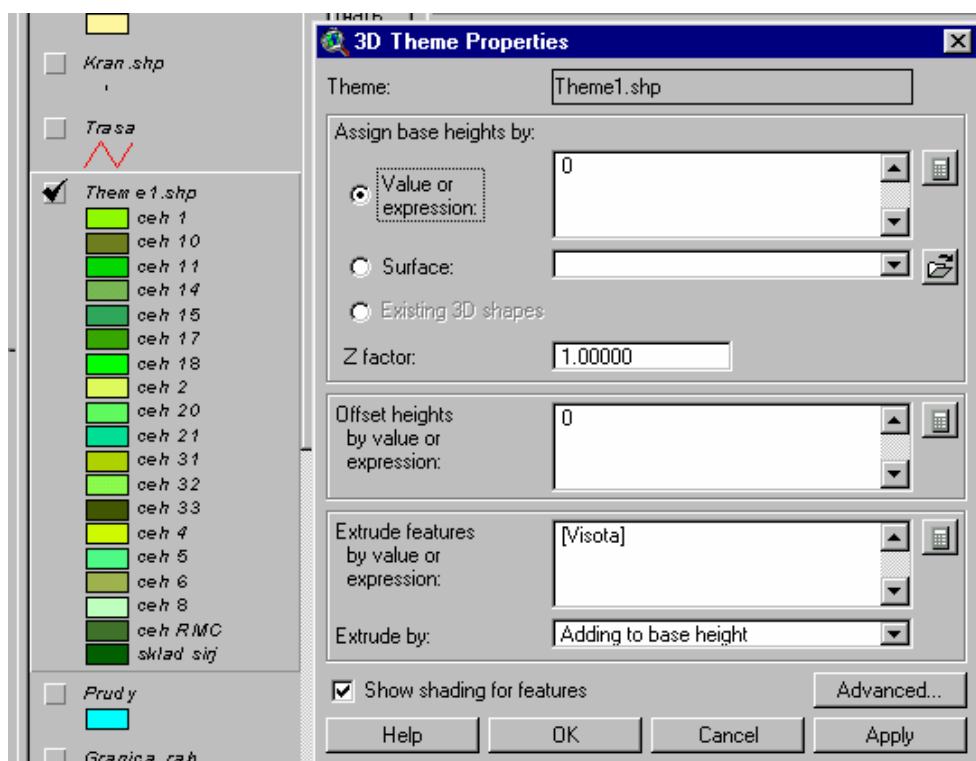


Рисунок 8.14 - Свойства 3D Темы

Для объекта можно задать высоту его нулевой линии над линией горизонта, высоту самого объекта, причем и то и другое может задаваться как просто числом или выражением, так и браться из базы данных. Последнее позволяет присвоить каждому объекту свои параметры. После выполнения этой операции мы получаем трехмерное изображение темы.

Для преобразования растровых изображений их также конвертируют в GRID, а высота объектов задается в соответствии с цветовой гаммой. Таким образом, можно получать пространственные изображения рельефа.

8.6 Разработка проекта "Пространственная модель городской территории".

Рассмотрим пример создания пространственной модели небольшого района города и прилегающей территории с использованием подсистемы ArcView 3.2a.

Имеем исходную растровую карту района города и прилегающей территории, которая представлена на рисунке 8.15.



Рисунок 8.15 – Исходная карта района города и прилегающей территории

Зададимся созданием следующих тематических слоев:

- железные дороги;
- ЛЭП (линии электропередач);
- водоемы;
- улицы;
- строения;
- лесополосы;
- изолинии.

Для отражения характеристик объектов, расположенных на территории района разработаем базу данных объектов района. Для более полного отражения всех характеристик объектов, дополним базу таблицами с расширенной информацией об объектах района.

Структура базы данных для объектов данной территории представлена на рисунке 8.16.

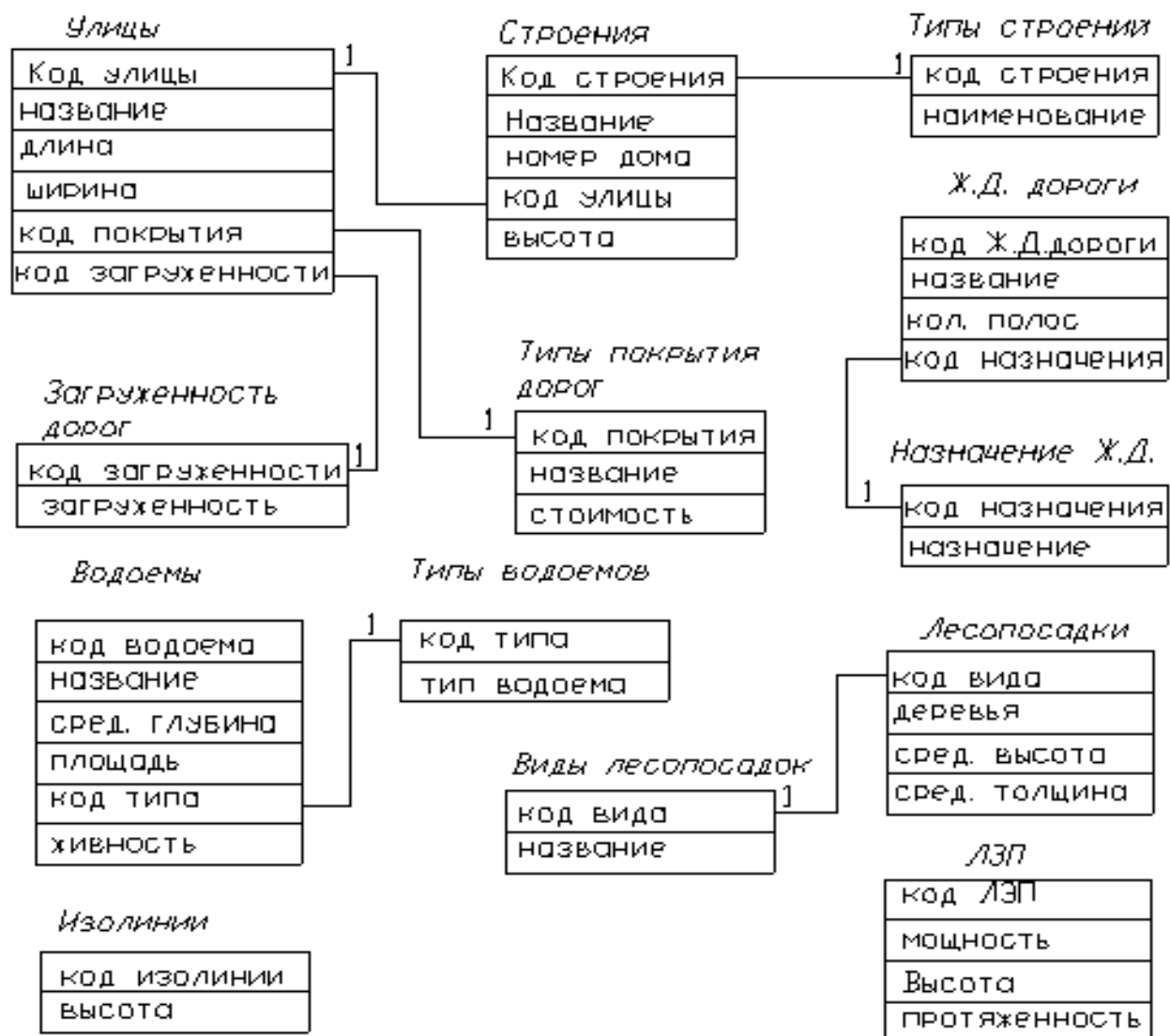


Рисунок 8.16 – Структура базы данных

После оцифровки исходной карты и занесения всех необходимых атрибутивных данных в соответствии со структурой базы данных получим карту района (Рис. 8.17), а после занесения данных о высоте объектов получим 3-х мерный вид района (Рис. 8.18).

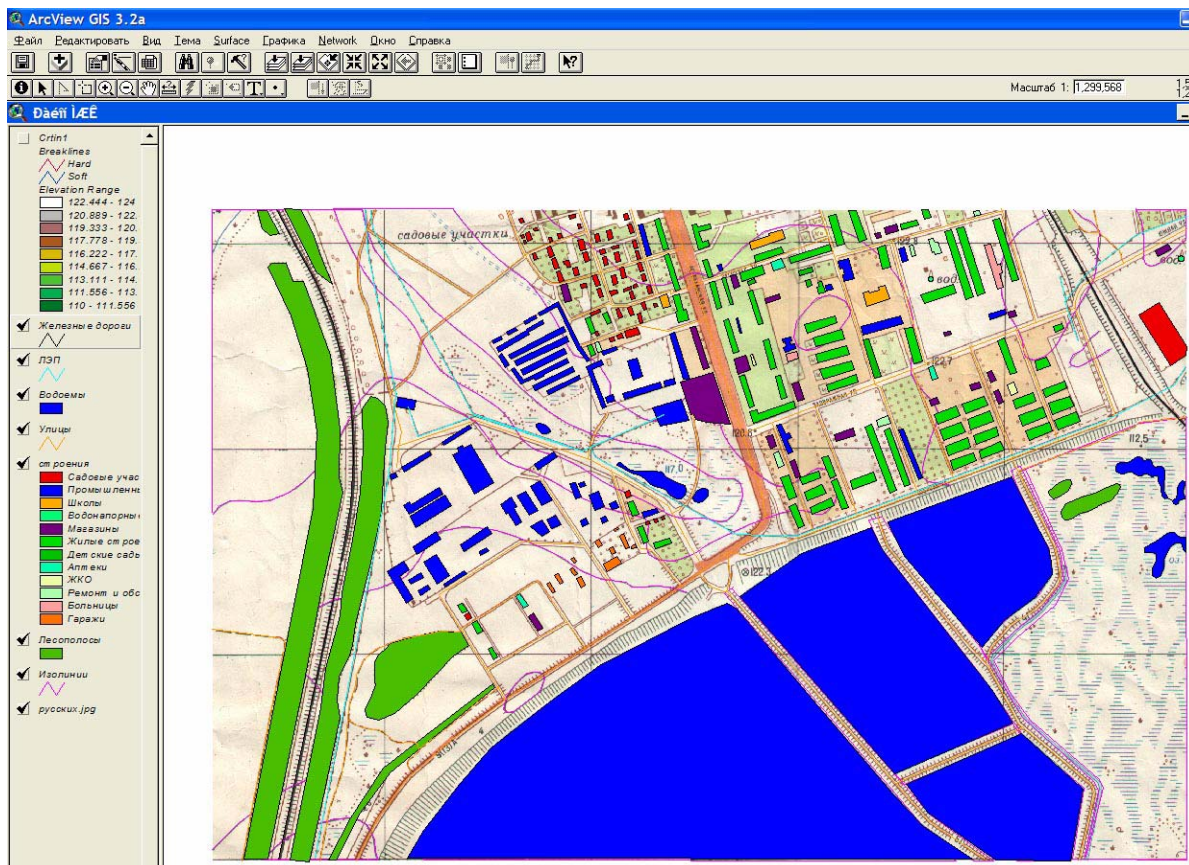


Рисунок 8.17 - Карта района в ArcView 3.2a

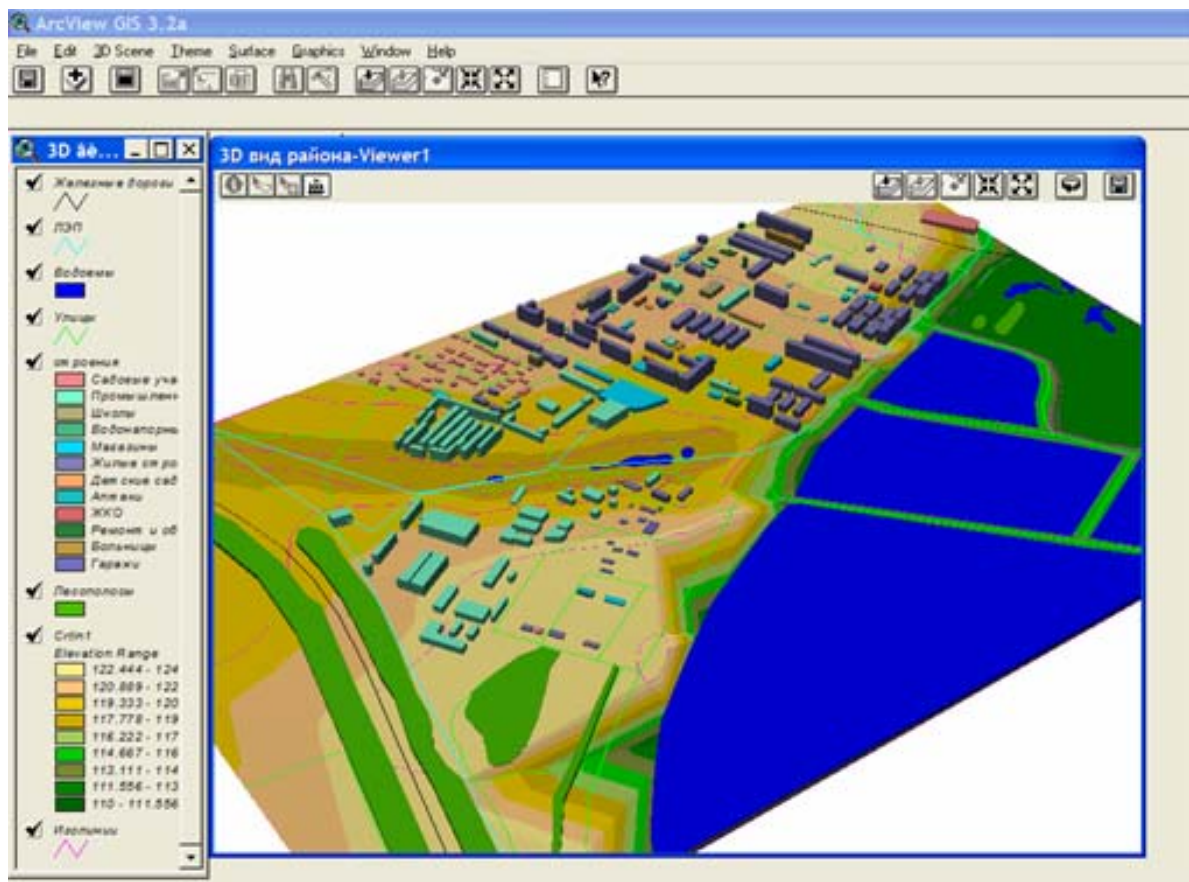


Рисунок 8.18 - 3-х мерный вид района

В окне проекта активируем "Таблицы", выберем и откроем таблицы: "Водоёмы", "Типы водоемов", "Лесополосы", "Типы лесопосадок", "Строения" и "Типы строений".

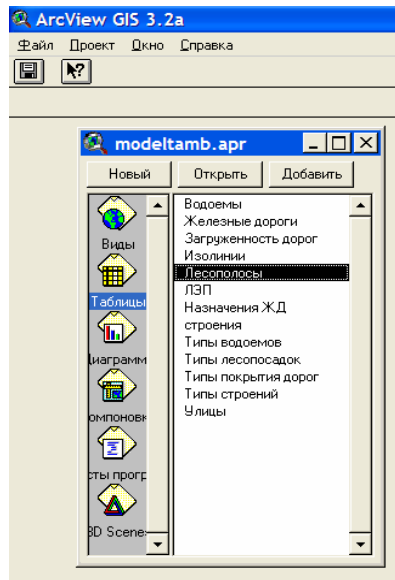


Рисунок 8.19 – Выбор таблицы

В таблицах найдем интересующие нас характеристики по объектам района (Рис.8.20).

Shape	ID	Название	Средняя глубина	Площадь поверхности, м2	Код типа	Живность
Polygon	0	Бокинский пруд	5	1035	2	Карп, карась
Polygon	1	Бокинский пруд	6	1972	2	Карп
Polygon	2	Бокинский пруд	5	1106	2	карась
Polygon	3	Бокинский пруд	10	5217	2	Карп, карась
Polygon	4	Лихое	3	239	1	Красноглазка
Polygon	5	Глубокое	4	197	3	Черти
Polygon	6	Лягушатник	1	50	1	Лягушки
Polygon	7	Славкино	2	168	4	Паразиты
Polygon	8	Лужа мелкая	1	37	1	

Код типа	Название
0	Болото
1	Пруд
2	Водохранилище
3	Озеро
4	Карьер
5	Река

Shape	ID	Код вида	Название деревьев	сред. высота	Средняя толщина дерева
Polygon	0	0	Кустарник	2	0.05
Polygon	1	3	ель, осина	8	0.18
Polygon	2	0	Дуб	10	0.20
Polygon	3	0	Дуб, осина	10	0.20
Polygon	4	0	Осина	8	0.20
Polygon	5	0	Дуб, осина	10	0.20
Polygon	6	0	Кустарник	2	0.05

тип вида	Название
0	Лиственные
1	Хвойные
3	Смешанные

код строен	наименован
0	Садовые участки
1	Промышленные
2	Школы
3	Водонапорные баи
4	Магазины
5	Жилые строения

Shape	Id	название	номер дома	код улицы	код строен	высота
Polygon	6	Школа № 21	3	13	2	
Polygon	7	ЗАО "МЕТЕК"	35	12	1	
Polygon	8	Насосная станция	60	13	1	
Polygon	9	Жилой дом	59	13	5	
Polygon	10	Магазин Золушка	61	13	4	
Polygon	11	Жилой дом	63	13	5	

Рисунок 8.20 – Выбранные таблицы

В окне проекта сделаем активным раздел "Диаграммы" (Рис.8.21), выберем и откроем диаграммы, представленные в списке (Рис.8.22 – 8.24). По данным диаграммам можно осуществить анализ объектов модели района.

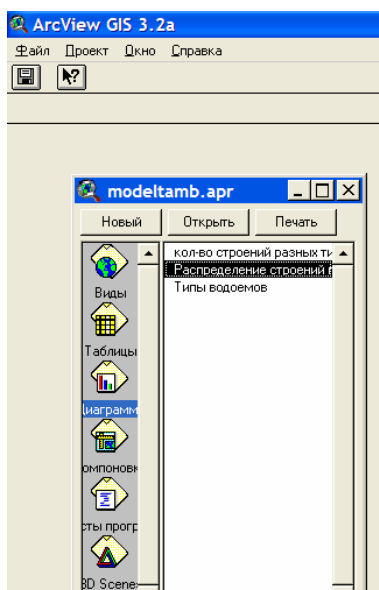


Рисунок 8.21 – Выбор диаграммы

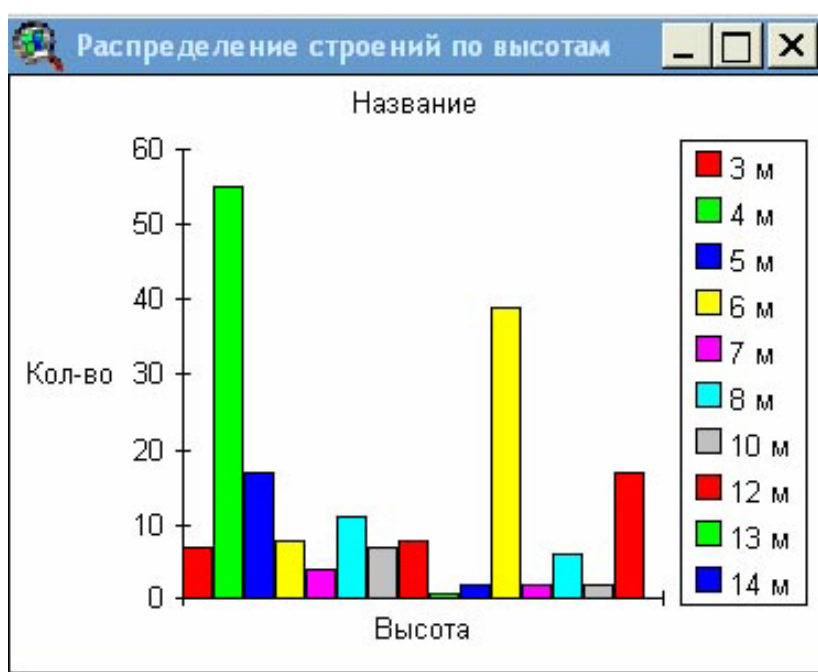


Рисунок 8.22 – Диаграмма "Распределение строений по высотам"



Рисунок 8.23 – Диаграмма "Типы водоемов"

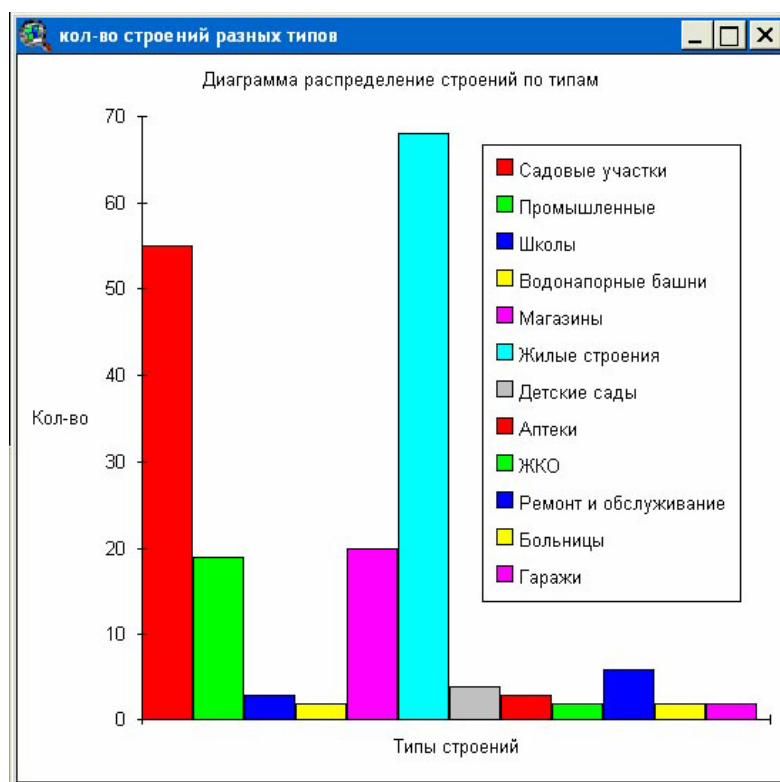


Рисунок 8.24 – Диаграмма "Количество строений разных типов"

Для более детального ознакомления с представленным проектом желающие могут скачать архивированный файл **Russkih.zip**. Разместить его в своем компьютере на диске **d** в директории **d:\workspace\Russkih** и открыть в программе **ArcView 3.2a** проект под именем **modeltamb.apr**.

Литература

- 1 Геоинформационные системы в дорожном строительстве: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. VI./ А.В.Скворцов, П.И.Поспелов, В.Н.Бойков, С.П.Крысин. – М.: ФГУП "ИНФОРММАВТОДОР", 2006.
- 2 Основы геоинформатики: В 2-х кн. Кн. 1: Учеб. пособие для студ. вузов / Е.Г.Капралов, А.В.Кошкарёв, В.С.Тикунов и др.; под ред. В.С.Тикунова. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.
- 3 Основы геоинформатики: В 2-х кн. Кн. 2: Учеб. пособие для студ. вузов / Е.Г.Капралов, А.В.Кошкарёв, В.С.Тикунов и др.; под ред. В.С.Тикунова. – М.: Издательский центр "Академия", 2004.
- 4 Майкл де Мерс, Географические информационные системы. М.: "Дата+", 2000.
- 5 Введение в Arc Info версии 7.1.1. М.: "ГИСпроект", 1998.
- 6 Введение в ArcView GIS. Рязань. "РИНФО", 1999.
- 7 Настройка ArcView с помощью языка Avenue. Рязань.: "РИНФО", 1996
- 8 А.М.Берлянт. Геоинформатика: наука, технология, учебная дисциплина. -- Вестник Моск. ун-та. Сер. географич., 1992, 2, с. 16--23.
- 9 А.М.Берлянт, Е.А.Жалковский. К концепции развития ГИС в России. -- ГИС-Обозрение, 1996, весна, с. 7--11.
- 10 А.М.Берлянт, Е.Г.Капралов, И.К.Лурье. Проблемы ГИС-образования в России. -- ГИС-Обозрение, 1994, весна, с. 52--53.
- 11 А.В.Симонов. Геоинформационное образование в России: проблемы, направления и возможности развития. -- ИБ ГИС -Ассоциации, 1996, 3, с. 54--55; 4, с. 54--55.
- 12 Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. 071900. Информационные системы (по областям применения). -- М., 1995.
- 13 А.Горев, Р.Ахаян, С.Макашарипов "Эффективная работа с СУБД". 1997 г., С.-Петербург. К.Дейт "Введение в системы баз данных". М.: Мир,1982.
- 14 Т.Тиори, Дж.Фрай Проектирование структур баз данных В 2-х кн. М.:

Мир, 1985.