

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

П.П. Бескид, Н.И. Куракина, Н.В. Орлова

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Монография



Санкт-Петербург

2010

УДК 681.518.3:528.9(07)

ББК 3 973.23

Бескид П.П., Куракина Н.И., Орлова Н.В. Геоинформационные системы и технологии. – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – 173 с.

ISBN 978-5-86813-267-4

Рецензент: В.В. Алексеев, д-р техн. наук, проф., зав. каф. информационно-измерительных систем и технологий СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Монография посвящена рассмотрению вопросов сбора, обработки и анализа информации с пространственно-временной организацией с использованием геоинформационных технологий. Рассмотрены области применения ГИС, вопросы их практического использования для решения различных прикладных задач. В обзоре технологий ввода и обработки пространственной информации изложены общие принципы построения баз геоданных, редактирования, геообработки, формирования отчетов и создания тематических карт. Приведены методы и рекомендации по созданию ГИС-проектов с использованием программного продукта фирмы ESRI ArcGIS ArcInfo 9.x.

Монография рассчитана на специалистов, работающих в области информационных технологий, мониторинга и управления.

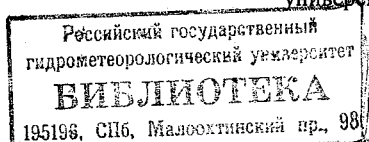
The monograph deals with the issues of collection, processing and analysis of information with spacetime organization, using GIS technologies. The domains of GIS application and the issues of their practical application to solution of various application problems are considered. The review of the technologies of information input and processing states general principles of compiling databases for geoinformation, editing, geoprocessing, making reports and creating topic maps. Methods and recommendations for creation of GIS projects are presented, using the software product ESRI ArcGIS ArcInfo 9.x.

The monograph is designed for experts in IT technologies, monitoring and management.

ISBN 978-5-86813-267-4

© Бескид П.П., Куракина Н.И., Орлова Н.В., 2010

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2010



Введение

Пространственная информация, её представление и обработка всегда занимали важное место в самых разных сферах деятельности, а её ассоциация с базой данных привела к созданию качественно нового вида организации информации – геоинформационных систем (ГИС).

Геоинформационные системы – это автоматизированные информационные системы, предназначенные для обработки пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация.

ГИС – это нечто большее, чем карта, перенесенная на компьютер. ГИС – это особый тип базы данных об окружающем мире, географическая база данных, представляемая в виде наборов географических данных, моделирующих географическую среду.

ГИС включает наборы современных инструментальных средств для работы с географическими данными и обеспечивает создание, отображение и совместный анализ различных типов данных: описательных (табличных), векторных, растровых, САПР и др. Созданные по этим данным карты можно представить в любой стандартной системе координат и перевести их в любую картографическую проекцию. Основное преимущество – наглядность, что дает возможность понимать ситуацию и открывать скрытые ранее тенденции и особенности, которые практически невозможно увидеть при табличной организации данных.

Предметом исследования в ГИС могут являться как объекты и явления окружающего нас мира, так и данные, полученные в результате наблюдений и измерений в разных научных областях.

Неразрывно с ГИС связаны геоинформационные технологии, которые представляют собой совокупность программно-технических средств получения новых видов информации об окружающем мире и предназначены для повышения эффективности хранения, представления и обработки информации.

По сути, ГИС-технология объединяет в себе цифровую обработку изображений, машинную графику с технологией баз данных, что обеспечивает интеграцию баз данных и операций над ними, с

мощными средствами представления данных, результатов запросов, выборки и аналитических расчетов в наглядной легко читаемой картографической форме.

ГИС-технология находится в постоянном развитии и круг лиц и профессий, использующих электронную картографическую информацию, расширяется. В большей степени это необходимо тем, кто на основе ГИС принимает серьезные решения, связанные с точными измерениями, проектными работами, навигацией. Дистанционное зондирование, системы глобального позиционирования становятся все более распространенными, проявляясь подчас в самых неожиданных областях человеческой деятельности.

Морские ГИС играют важную роль в научных направлениях и исследованиях таких, как гидроакустика, радиолокация, навигация и ряде других прикладных приложениях, например, морская, экологическая и навигационная безопасность.

Все это говорит о том, что большое число специалистов и пользователей из различных направлений и областей деятельности в той или иной мере освоили или находятся на стадии освоения и внедрения в свою работу современных геоинформационных технологий.

На сегодняшний день в мире разработаны и используются сотни разнообразных ГИС-пакетов, а на их базе созданы десятки тысяч ГИС-систем.

В данной монографии использованы авторские материалы разработчика линейки программных продуктов ArcGIS – фирмы ESRI и официального дистрибьютора ESRI компании ООО «Дата+».

1. ГИС – основа информационной системы территории

Несмотря на то что картами люди пользуются уже несколько столетий, сравнительно недавно, около 40 лет назад, графическая и описательная информация были объединены для создания первой географической информационной системы (ГИС). Этот принцип является одним из основополагающих принципов ГИС.

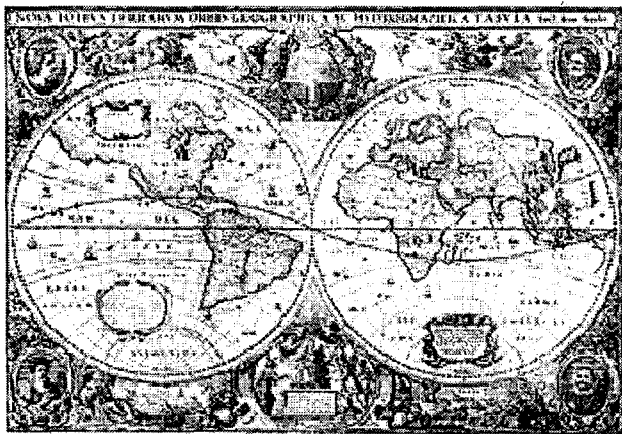
1.1. История ГИС

ГИС появились в организациях, связанных именно с управлением природных ресурсами, и эта сфера их применения наиболее

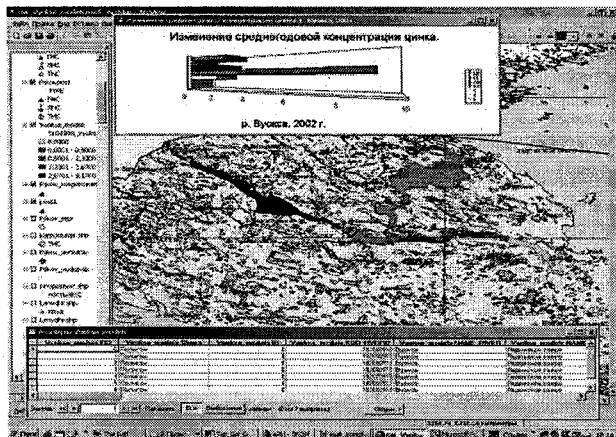
очевидна. Их распространение, несомненно, связано с бурным развитием информационных технологий в целом и, в первую очередь, с развитием аппаратной базы. Первые ГИС представляли собой целые комнаты, занятые аппаратурой, и километры полок, заполненных перфокартами с пространственной и описательной информацией об объектах (координатами). Первой ГИС принято считать систему, созданную в 1962 г. в Канаде Аланом Томлинсоном, которая и называлась – Канадская географическая информационная система. А вот первые общедоступные, полнофункциональные ГИС, способные работать на привычных персональных компьютерах, появились сравнительно недавно – в 1994 г. (ArcView 2.0); бурное развитие области ГИС следует связывать именно с ними.

Первые природоохранные ГИС появились в США в конце 80-х годов прошлого века.; в это время Wilderness Society и Sierra Biodiversity Institute провели первое картирование старовозрастных лесов с использованием ГИС-технологий, аэро- и космической съемки. В начале 90-х годов Служба рыбы и дичи США (U.S. Fish and Wildlife Service) с применением ГИС начала проект анализа системы охраняемых природных территорий, ее соответствия разнообразию экосистем по всем штатам США.

На рис.1.1 показаны карта XVII в. и современная среда разработки ГИС.



Начало картографии. Старинная карта мира, 1637 г., проекция Меркатора



Современная среда разработки ГИС.
Фрагмент ГИС «Экологическая оценка состояния водных объектов»

Рис. 1.1. Развитие ГИС.

1.2. Определение ГИС

Географическая информационная система – программно-аппаратный комплекс, способный хранить и использовать (показывать, анализировать, управлять) данные, описывающие объекты в пространстве, управляемый специальным персоналом.

Географическая информационная система – это система для управления географической информацией, для ее анализа и отображения. ГИС – это особый тип базы данных об окружающем мире – географическая база данных (база геоданных). Это «информационная система для географии», применяемая разными способами в зависимости от сложности решаемых задач. Иногда ГИС используется в качестве однопользовательского инструмента для картографии и анализа, обычно в контексте определенного ограниченного проекта. Такой способ называется проектом ГИС. В других случаях ГИС – это многопользовательская система, призванная решать текущие задачи организации в области географической информации. Вся компьютерная сеть

организации становится базой для корпоративной ГИС. Данные хранятся в реляционной системе управления базами данных (СУБД). ГИС использует особый тип информации – пространст-

венную (географическую) и связанные с ней базы данных; эта информация может быть социальной, политической, экологической или демографической, т. е. любой информацией, которая может быть отображена на карте. ГИС поддерживает несколько видов для работы с географической информацией: вид базы геоданных, вид геовизуализации, вид геообработки (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Три вида ГИС.

Геоинформационные системы имеют эффективное внедрение во все области человеческой деятельности (земельные кадастры, недропользование, инженерные коммуникации, нефтегазовая отрасль, экология, транспорт, сельское хозяйство и др.).

Внедрение ГИС связано с необходимостью ее информационного наполнения, сопровождения, создания ГИС-проектов для решения задач, отражающих специфику пользователя. Перечисленные задачи могут решаться только высококвалифицированными специалистами.

Специалисты в области ГИС востребованы обществом и имеют прекрасные перспективы получения интересной, достаточно престижной и хорошо оплачиваемой работы. Функции пространственного анализа применяются более чем в 100 дисциплинах, ох-

ватывающих большинство направлений научных и прикладных исследований.

Геоинформационные системы становятся новым языком общения, сотрудничества и совместной работы.

1.3. Области применения ГИС

Местные администрации. Задача управления муниципальным хозяйством – одна из крупнейших областей приложения ГИС. В любой сфере деятельности местной администрации (обследование земель, управление землепользованием, замена существующих бумажных записей, управление ресурсами, учет состояния собственности (недвижимости) и дорожных магистралей) применимы ГИС. Они могут использоваться также на командных пунктах управления центров по мониторингу и в службах быстрого реагирования. ГИС – неотъемлемый компонент (инструментальный, технологический, программный) любой муниципальной или региональной информационной системы управления.

Коммунальное хозяйство. Организации, обеспечивающие коммунальные услуги, наиболее активно используют ГИС для построения базы данных об основных средствах (трубопроводы, кабели, насосы, распределительные станции и т. п.), которая является центральной частью в их стратегии информационной технологии. Обычно в этом секторе доминируют ГИС, обеспечивающие моделирование поведения сетей в ответ на различные отклонения от нормы. Наибольшее применение находят системы автоматизации картографирования и управления основными средствами для поддержки «внешнего планирования» в организации: прокладка кабелей, расположение задвижек, щитов обслуживания и др.

Охрана окружающей среды. Наиболее ранними пользователями ГИС были организации, заинтересованные в охране окружающей среды, на простейшем уровне – для исследования ее состояния (например, расположение и состояние лесов, рек). Более сложные приложения используют аналитические возможности ГИС для моделирования процессов в окружающей среде, таких как эрозия почв или разлив рек в случае большого количества осадков, распространение выбросов загрязняющих веществ промышленных предприятий в атмосфере. После сбора исходных кар-

тографических данных производится их аналитическая обработка в ГИС.

Здравоохранение. В дополнение к обычным задачам управления основными средствами аналитические возможности ГИС используют в приложениях охраны здоровья, например для определения кратчайшего пути от станции скорой помощи до пациента с учетом текущей ситуации на дорогах, а также при анализе эпидемиологических ситуаций: характера распространения различных заболеваний и причин их возникновения.

Транспорт. ГИС имеют огромный потенциал для приложения на транспорте. Планирование и поддержка транспортной инфраструктуры – это очевидная область применения. В настоящее время увеличивается интерес к использованию новых технологий, например навигационных, для контроля за движением большегрузных автомобилей. Отображение их места нахождения на цифровой карте на дисплеях в кабине водителя и в центре управления перевозками требует поддержки со стороны ГИС.

Розничная торговля. Крупные западные коммерческие фирмы используют ГИС для выбора места расположения большинства новых супермаркетов за пределами центра города, для хранения социально-экономических деталей обстановки и потенциальных заказчиков в заданной области. Расположение склада и зона обслуживания могут быть разработаны с помощью вычислений времени доставки и моделирования влияния конкурирующих складов. ГИС используют также и для управления поставками.

Финансовые услуги. В секторе финансовых услуг ГИС используются так же, как и в приложениях для розничной торговли: для определения расположения филиалов банков и зданий обществ; в качестве инструмента для оценки риска вложений средств в недвижимость и страхования, для определения областей высшего/низшего риска. Это требует баз данных о криминальной обстановке, ресурсах территории, характеристиках недвижимости.

1.4. Программное обеспечение ГИС

Как было сказано ранее, ГИС в целом и программное обеспечение (ПО), как важнейший компонент ГИС, прошли путь от мейнфреймов до персональных компьютеров. На сегодняшний

день наиболее распространенными программными продуктами для разработки и управления ГИС являются уже так называемые пользовательские ГИС, т. е. ГИС, управляемые одним пользователем и располагающиеся на одном персональном компьютере (хотя данные могут быть распределены внутри локальной сети или Интернет). Базовая функциональность ПО ГИС основных производителей во многом одинакова, однако расширенная может сильно различаться. Проведем небольшое сравнение наиболее распространенных пользовательских ГИС. Чтобы не забегать вперед, технические подробности, касающиеся преимуществ и недостатков данных, сравниваться не будут, так как для их оценки необходимы знания из следующих разделов.

1.4.1. Наиболее распространенные программные продукты

ArcView GIS (ESRI) – очень популярная ГИС недавнего прошлого, до сих пор используемая многими, благодаря непревзойденной скорости работы, огромной базе модулей расширения и дополнительного ПО. Имеет собственный формат данных, используемый и в других продуктах этой компании.

ARC/INFO (ESRI) – одна из старейших ГИС, с которой началась история программного обеспечения корпорации ESRI, также до недавних пор являлась самой мощной и производительной ГИС, предназначенной для задач анализа и обработки больших массивов данных с контролем топологических взаимоотношений. Часто использовалась в паре с *ArcView GIS*, последняя в этом случае визуализировала данные, подготавливаемые с помощью *ARC/INFO*. Имеет собственный формат данных.

ArcGIS (ESRI) – наиболее распространенная ГИС на сегодняшний день, является следующим шагом в развитии *ArcView GIS* и *ARC/INFO*. Отличается более дружелюбным пользовательским интерфейсом, знакомым всем по программным продуктам компании Microsoft, развитыми средствами управления и редактирования данными. Более подробно об истории продуктов ESRI рассказывается в следующем разделе. *ArcGIS* и *ArcView GIS* весьма тесно интегрированы друг с другом терминологически и форматно (*ArcGIS* может использовать те же форматы, что *ArcView GIS* и *ARC/INFO*).

Mapinfo (Mapinfo Corp.) – очень популярная ГИС для несложных картографических работ и анализа, широко распространена в нашей стране. Обладает удобным интерфейсом, до появления ArcGIS, выгодно отличавшим Mapinfo от Arcview и ARC/INFO. Значительно меньше распространена за рубежом. Имеет свой язык разработки. Система поддержки гораздо более скромная, чем у предыдущих продуктов.

GeoDraw/GeoGraph (ЦГИ ИГ РАН) – единственная распространенная ГИС российского производства. Представлена в виде двух основных программных компонентов – векторного редактора GeoDraw и геоинформационной системы GeoGraph. Последняя версия GeoGraph поддерживает функции GeoDraw.

Geomedia (Intergraph) – это пока единственное в мире программное средство, в полной мере реализующее концепцию «открытых ГИС». Обеспечивает возможность импорта-экспорта данных в широкий круг пользовательских форматов; механизм быстрого просмотра цифровых карт, созданных в других ГИС-продуктах, без конвертации данных; тематическое картирование; создание серверов данных со сложной структурой клиентских мест и разграничением доступа к данным.

1.4.2. Программное обеспечение ESRI

Законодателем мод на рынке программного обеспечения (ПО) ГИС безусловно является корпорация ESRI и ее линейка программного обеспечения. Исторически вклад ESRI в развитие ГИС можно сравнить со вкладом Microsoft и Intel в развитие компьютеров и ПО в целом.

Компания ESRI (Earth Science Research Institute – Институт наук о земле) начала свою работу в 1969 г. Тогда ГИС представляли собой высокоспециализированные системы, разрабатываемые под конкретные задачи и программное обеспечение. Эти системы сложно было назвать пользовательскими, так как управлялись они десятками или даже сотнями высококвалифицированных специалистов.

История ПО ГИС ESRI. Флагманским продуктом ESRI до появления в 2000 г. ArcGIS была ARC/INFO, которая работала на мощных рабочих станциях под управлением операционных систем типа Unix; такие программно-аппаратные комплексы могли позво-

лить себе только большие организации. До последнего времени ARC/INFO оставалась весьма специфическим продуктом, доступным далеко не каждому. Начало пользовательского ПО ГИС было положено в 1992 г. выпуском программного пакета ArcView 1, который в начале позиционировался как просмотрщик (визуализатор, вьюер) данных, созданных в «большой» ГИС Arc/INFO. Со временем ArcView получила свой формат данных (и научилась полноценно работать с ними) и добавку к имени – GIS (ArcView GIS), что означало уже самостоятельный продукт. Высокая настраиваемость и собственный язык программирования обеспечили создание тысяч расширений к ArcView GIS, предназначенных для решения многих задач.

Современное ПО ESRI. В 2000 г. ESRI объединила пакет для создания данных ARC/INFO и пакет для визуализации ArcView GIS в единый пакет ArcDesktop с принципиально новым интерфейсом и расширенными возможностями. Включение функциональности ArcView и ArcInfo в этом пакете осуществляется по принципу лицензирования, т. е. можно говорить об ArcGIS с функциональностью ArcView, ArcGIS с функциональностью ArcInfo (расширенной) и т. д. в зависимости от наличия нужной лицензии. Таким образом, пакет ArcGIS может иметь функциональность в порядке ее возрастания) (см. рис.1.3.):

ArcView – предоставляет современные инструменты картографирования, использования данных и их анализа, а также начальные возможности редактирования и обработки данных;

ArcEditor – включает всю функциональность ArcView, развитые возможности редактирования шейп-файлов и баз геоданных;

ArcInfo – полнофункциональная настольная ГИС, предоставляющая наиболее широкие возможности геообработки.

Все настольные приложения ArcGIS имеют общую архитектуру. Пользователи, применяющие любой из этих настольных продуктов, могут совместно выполнять общую работу и напрямую использовать полученные результаты.

При проектировании ГИС на основе пакета ArcGIS выбор модификации весьма важен и во многом может определить направление развития проекта.

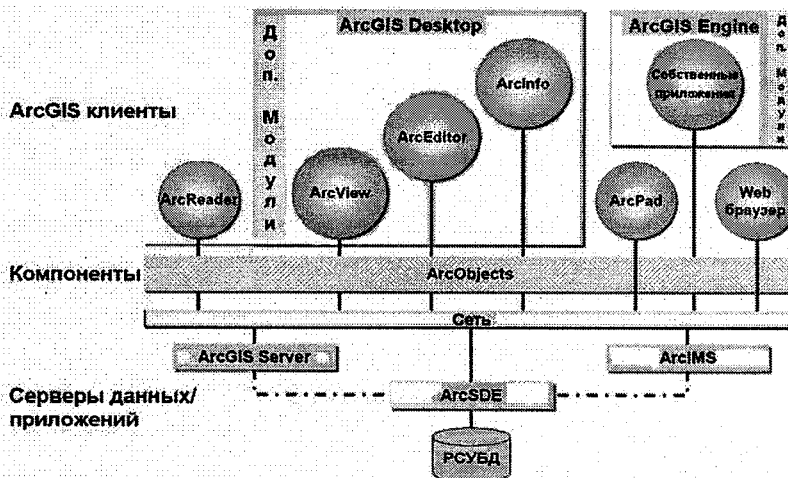


Рис. 1.3. Современное ПО ESRI.

Независимо от функциональности пакет ArcGIS состоит из трех основных программ:

ArcMap – работа с данными, создание, редактирование, визуализация. Работа с макетом карты;

ArcCatalog – управление данными, метаданными;

ArcToolbox – набор инструментов для выполнения множества отдельных задач, пространственных и других операций с данными. Начиная с 9-й версии ArcGIS ArcToolbox внедрен в приложения ArcMap и ArcCatalog.

Дополнительная функциональность ArcGIS и другое ПО. Каждый из продуктов семейства ArcGIS имеет возможность расширения за счет подключения дополнительных модулей. К числу наиболее распространенных относятся:

Spatial Analyst – обработка и анализ растровых данных в формате GRID;

– 3D Analyst (ArcScene) – работа с моделью данных TIN, псевдо-3D;

– Image Analysis – работа с данными дистанционного зондирования;

Также к семейству ArcGIS относятся следующие самостоятельные продукты:

ArcReader – свободно распространяемое ПО, дающее возможность любому пользователю, не имеющему полноценной ПО ГИС, просматривать и визуализировать данные ГИС;

ArcIMS – масштабируемый картографический Интернет-сервер. Используется для публикации карт, данных и метаданных через открытые протоколы Интернета;

ArcGIS Engine – встраиваемые компоненты разработчика приложений для создания пользовательских ГИС-приложений. Представляет собой библиотеку ГИС-компонентов. Используя ArcGIS Engine, разработчики могут оснастить функциями ГИС такие приложения, как Microsoft Word и Excel. ArcGIS Engine поддерживает широкий спектр средств разработки приложений, таких как Visual Basic6, (dot)NET (Microsoft Visual Studio, Visual C++, Pascal, Basic, FoxPro), Java;

ArcPad – мобильные ГИС (в полевых условиях).

Серверные ГИС ArcGIS Server – современный ГИС – инструмент для разработки корпоративных и Web-приложений, используемый для построения распределенных и корпоративных систем.

ArcSDE – мощный сервер пространственных данных, представляющий собой шлюз для хранения, управления и использования пространственных данных в СУБД для любых клиентских приложений.

2. Принципы и функции ГИС

2.1. Принципы ГИС

Любая геоинформационная система должна удовлетворять следующим принципам.

Комплексность (системность). ГИС, как следует из определения, – это не только данные и не столько программное обеспечение, хотя и то и другое является важной частью ГИС. ГИС – комплекс программного, аппаратного, информационного обеспечения, управляемый специальным персоналом. Цифровая картография, дистанционное зондирование, геодезия поставляют данные для этой системы.

Пространственность. ГИС – инструмент, работающий с любыми данными, распределенными в пространстве и имеющими свою систему координат, начиная от колоний микроорганизмов и заканчивая целиком планетой Земля. ГИС также позволяет осуществлять операции с данными, не имеющими пространственной привязки, но основная функциональность ГИС ориентирована именно на работу с пространственными данными.

Связанность. Наличие тесной взаимосвязи между пространственной и атрибутивной информацией. В рамках ГИС эти два типа информации были впервые объединены, что во многом определило появление ГИС в виде отдельной области программного обеспечения. Часто ГИС называют системой управления базами данных (СУБД) с возможностью создания карт или системой цифровой картографии с расширенной поддержкой баз данных.

2.2. Функции ГИС

Любая геоинформационная система должна обеспечить следующие функции для решения поставленных перед ней задач (см. рис. 2.1):

- **Ввод данных.** ГИС должна обеспечить ввод географических (координаты) и табличных данных. Чем больше количество доступных методов ввода, тем более универсальна GIS.

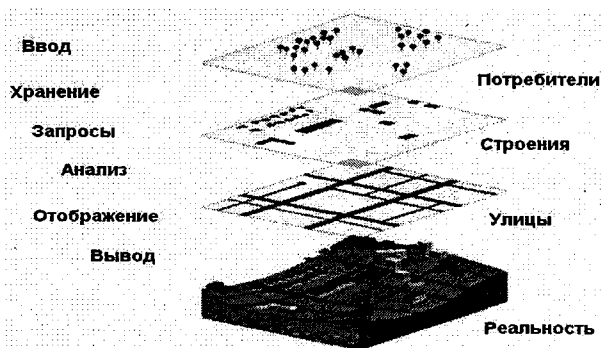


Рис.2.1. Функции ГИС.

- **Хранение данных.** Имеются две основные модели данных для географического хранения данных: вектор и растр. ГИС должна быть способна хранить географические данные в обеих моделях.

- *Запросы к данным или выборка данных.* Запросы позволяют найти и рассмотреть определенные объекты из множества различных объектов по одному из видов запроса – пространственному или атрибутивному.

- *Анализ данных.* ГИС должна быть способна ответить на вопросы относительно взаимодействия пространственных отношений между наборами данных, а также поддерживать широкий спектр операций анализа – от простого отображения до сложных многошаговых аналитических моделей. В ГИС анализе важно, что результат одной процедуры можно использовать в другой.

- *Отображение данных.* ГИС должна иметь инструменты для визуализации географических особенностей с использованием разнообразных символов.

- *Вывод данных.* Итоговый продукт должен успешно представлять результаты аудитории. ГИС должна быть способна показать результаты в различных форматах – картах, отчетах и графиках.

2.2.1. Ввод данных

Поскольку географическая база данных – дорогой и долговечный компонент GIS, то ввод данных – его важная составляющая. ArcGIS объединяет разнообразные типы данных от разных источников, так что это обеспечивает совместный ввод данных. ArcGIS предлагает эффективные методы оцифровки бумажных карт, средства перевода карт из других источников и форматов, имеет механизмы проверки качества слоев данных, соответствия координат слоев. Чтобы воспользоваться преимуществом обширного собрания географических данных, которое уже существует в цифровом формате, ArcGIS обеспечивает возможность конвертации данных из других ГИС. Интегральные способности программного обеспечения ArcGIS также позволяют использовать данные в различных приложениях ESRI без потребности в преобразовании.

2.2.2. Хранение данных

ArcGIS может хранить и использовать географические данные в нескольких форматах. Три основные модели данных в ArcGIS – это векторная, растровая и TIN – триангуляционная нерегулярная сеть. В ГИС можно также импортировать табличные данные.

Векторные форматы. Векторная модель данных представляет собой географическую информацию, используя точки, линии и

полигоны. Векторные модели удобны для представления и хранения дискретных объектов (здания, трубопроводы, границы участков – см. рис.2.2). Точки – пары координат x, y (возможно x, y, z). Линии – наборы координат, определяющих форму. Полигоны – наборы координат, определяющих границы замкнутых областей. Значения координат зависят от географической системы координат, в которой хранятся данные.

Растровые форматы. Реальный мир представляется в виде поверхности, равномерно поделенной на ячейки. Если известны координаты одного угла растра, то определено его положение в географическом пространстве. Растровые модели удобны для хранения и анализа данных, распределенных непрерывно на определенной площади. Растровые данные включают изображения и гриды. *Изображения* – данные аэро- или спутниковой съемки, сканированные карты. *Гриды* – расчетные данные, используемые для анализа и моделирования (высота рельефа, химический состав почв и т. д.).

у.г. и. 1440

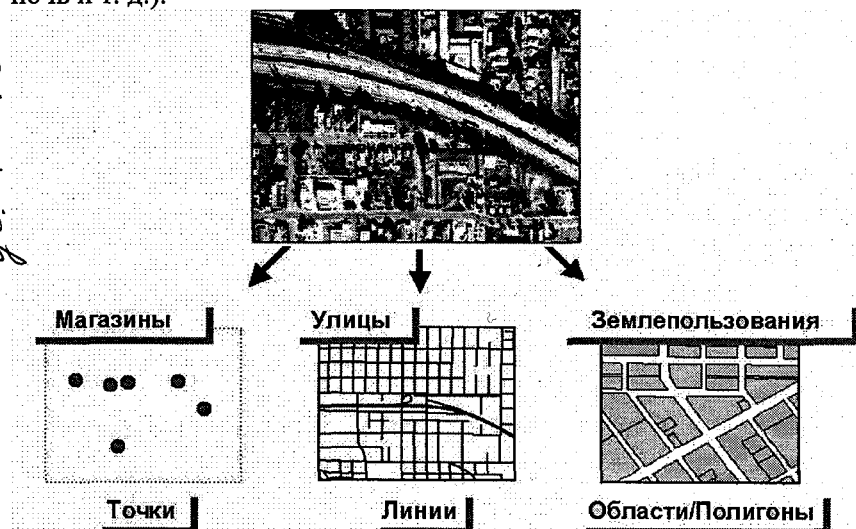


Рис. 2.2. Хранение данных в ГИС.

TIN. Триангуляционная нерегулярная сеть связанных треугольников (TIN), начерченных между неравномерно распределенными точками (x, y, z). Можно сказать, что TIN – это структура

данных, представляющая поверхности в виде сети соединенных треугольников, при этом каждый угол треугольников имеет координаты x , y и значение высоты z .

Табличные данные. ArcGIS позволяет связывать таблицы и пространственные данные, если они имеют общий признак (атрибут).

2.2.3. Запросы к данным или выборка данных

Существует два вида запросов к данным: определение местоположения объектов с известными характеристиками и получение характеристик объектов.

Идентификация определенных объектов. Самый обычный тип запроса GIS состоит в том, чтобы определить, что находится на определенном участке местности. В вопросе такого типа пользователь понимает, где находятся интересующие его объекты, но хочет также знать, какие характеристики связаны с ними. Это может быть выполнено с помощью GIS, потому что пространственные объекты связаны с описательными характеристиками известным местоположением.

Идентификация объектов по условию. Другой тип запроса GIS – определить участки, которые удовлетворяют некоторым условиям. В этом случае пользователь знает, какие характеристики являются важными, и хочет выяснить, где находятся объекты, имеющие данные характеристики.

2.2.4. Анализ данных

Географический анализ обычно вовлекает больше чем один географический набор данных и требует, чтобы аналитик проделал ряд действий для достижения результата. Три обычных типа географического анализа.

Близость. Сколько зданий лежат в пределах 100 м в этой водопроводной магистрали? Каково общее количество клиентов в пределах 10 км этого магазина? Каковы размеры насаждений люцерны, находящихся в пределах 500 м от колодца? Для ответа на такие вопросы ГИС-технология использует процесс, называемый буферизацией, чтобы определить близость между объектами.

Наложение. Процесс объединяет объекты двух слоев, чтобы создать новый слой, который содержит атрибуты обоих. Этот ре-

зультирующий слой может быть проанализирован, чтобы определить, какие объекты совпадают, или выяснить, какая часть объекта находится в одной или большем количестве областей. Наложение может быть сделано, например, чтобы объединить слои почв и растительности или определить область некоторого типа растительности на определенном типе почвы.

Сети. Этот тип анализа исследует, как и с чем линейные объекты связаны и как найти кратчайшее расстояние между ними (логистика).

2.2.5. Отображение данных

Для многих типов географических действий конечный результат обычно лучше всего отображается в виде карты или диаграммы. Карты эффективны для хранения и связи географической информации. Картографы создали карты на тысячелетия, но GIS предоставляет новые великолепные инструменты, чтобы расширить рамки искусства и науки картографии. Карты могут быть объединены с отчетами, трехмерными видами, фотографическими изображениями и другими данными цифровых средств информации.

2.2.6. Вывод данных

ГИС предоставляет простые удобные средства компоновки карт для печати, включения в другие документы или издания в электронном виде, качественные карты могут быть быстро созданы из ваших данных. После сохранения карты (.mxd) запоминаются все настройки компоновки, символов, надписей и графики.

2.3. Составляющие (компоненты) ГИС

Составляющими (компонентами) ГИС, исходя из определения, являются (см. рис.2.3):

- персонал,
- данные,
- методики и алгоритмы (функциональные возможности),
- программное обеспечение,
- оборудование (аппаратное обеспечение).



Рис. 2.3. Компоненты ГИС.

Данные – любая пространственная и связанная с ней табличная (атрибутивная) информация. ГИС представляет собой одновременно средство по созданию и управлению данными. Создание ГИС часто начинается именно с накопления данных. Данные могут собираться и подготавливаться самим пользователем либо приобретаться у внешних поставщиков. Большое количество пространственных данных доступно бесплатно или условно-бесплатно.

Программное обеспечение – функции и инструменты, необходимые для управления, анализа и визуализации пространственной информации, а также для управления ГИС в целом. Ключевыми компонентами программных продуктов являются:

- система ввода и обработки географической информации;
- система управления данными;
- системы анализа, визуализации, а также пространственных и атрибутивных запросов (отображения);
- графический пользовательский интерфейс для легкого доступа к инструментам;
- встроенная среда разработки для создания дополнительного ПО.

Аппаратное обеспечение – компьютер, на котором работает ГИС, а также средства вывода (принтеры, плотеры и т. д.). ГИС могут работать на различных типах аппаратных компьютерных платформ – от централизованных серверов до отдельных или связанных сетью настольных компьютеров (РС). В связи с бурным развитием персональных компьютеров также активно выдвигаются вперед и пользовательские ГИС, т. е. ГИС, для работы с которыми достаточно и рядового ПК.

Персонал – создание и управление ГИС невозможно без людей. Персоналом ГИС являются как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, создающие данные и управляющие ими, так и непосредственные пользователи.

Функциональные возможности обеспечиваются методологическим аппаратом, заложенным в ГИС. Современные ГИС включают средства разработки, позволяющие наращивать функциональность и превращать универсальные ГИС в специализированные системы для конкретных отраслей, сфер знания, рабочих коллективов.

3. Организация пространственных данных

ГИС организует и хранит информацию о мире как собрание тематических слоев, которые могут быть связаны географией. Каждый слой содержит объекты с подобными атрибутами, подобно улицам и городам, которые расположены в одном и том же географическом экстенде. Это простое, но мощное и разностороннее понятие доказало неопределимость при решении проблем реального мира – от прослеживания движения транспортных средств до моделирования глобальной циркуляции атмосферы.

Представьте себе мир как большую луковицу. Если ее разрезать, то видно, что она состоит из многих слоев. Объекты реального мира могут выглядеть также. У Земли при вертикальном «разрезе» может быть множество слоев, каждый из которых представляет собой различную тему. Например, можно поместить все улицы в один слой, а все области землепользования – в другой. Сложность окружающего мира позволяет создать столько угодно слоев. Вопрос в том, как наилучшим образом организовать эти объекты реального мира в управляемые геометрические формы и хранить их в цифровой форме.

3.1. Представление объектов в векторном формате

Невозможно внутри компьютера охватить всю действительность. Несмотря на это пользователи ГИС должны так или иначе абстрагировать явления реального мира (или объекты) в их геометрическое представление. Имеются три основных геометрических формы, используемые для географических объектов: точки, линии и полигоны. Эти формы могут называться геометрическими объектами или геометрическими особенностями.

Существуют различные методы создания этих цифровых объектов, включая сканирование и оцифровку. Точечные объекты можно нанести на карту по значениям координат из таблицы.

3.2. Компоненты географических данных

Географические данные в ГИС состоят из трех компонентов:

- *Геометрия* представляет собой географическое местоположение объекта, связанное с его реальным территориальным расположением в мире. Географические объекты представляются в виде точек, линий или полигонов. В shp-файлах в одном слое располагаются объекты, имеющие один графический примитив.

- *Атрибуты* обеспечивают описательные характеристики географических объектов.

- *Поведение* показывает, как географические объекты должны себя вести при редактировании, показе или анализе в зависимости от обстоятельств, определенных пользователем. Например, дома не могут находиться на улицах, мосты должны быть перекинuty через реку.

3.3. Использование пространственных отношений

Отношения между объектами на карте (их расположение в пространстве относительно друг друга) сообщают важную информацию (связность, смежность и совпадение – типы пространственных отношений). Трасса М-60 соединяет Хабаровск с Владивостоком; Санкт-Петербург смежен с Финским заливом; Республика Коми лежит в пределах России. Объекты могут также иметь совпадения: например, Финляндия и Республика Карелия – две отдельные области (полигоны), имеющие общую границу.

Пространственные отношения между связанными, совпадающими или смежными объектами в географическом слое данных

часто упоминаются как топологические отношения. Топология – отрасль геометрии, которая имеет дело со свойствами объектов, которые остаются неизменными, даже когда объекты согнуты, растянуты или иначе искажены.

ArcGIS использует эти пространственные отношения и свойства объекта (такие, как площадь, длина и направление), чтобы идентифицировать сложные пространственные отношения.

3.4. Продукты настольной ArcGIS

В состав настольных продуктов ArcGIS Desktop входит интегрированный набор приложений: ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox и геопроекторные интерфейсы. Используя эти приложения, можно выполнять любую задачу ГИС, включая картографию, управление данными, географический анализ, редактирование данных и обработку геоданных. Кроме того, ArcGIS позволяет пользоваться пространственными данными и ресурсами, доступными через ArcIMS услугами по Интернету или хранящимися в ArcSDE базами данных.

Настольная ArcGIS доступна в трех вариантах программного обеспечения. Каждый вариант от ArcView к ArcInfo имеет более высокий уровень функциональных возможностей. ArcView обеспечивает всестороннюю картографию и инструменты анализа наряду с простым редактированием и инструментами обработки геоданных. ArcEditor включает полные функциональные возможности ArcView плюс продвинутые способности редактирования. ArcInfo расширяет функциональные возможности, и включает продвинутую обработку геоданных и приложения для ArcInfo аАвтоматизированного рабочего места (ARC, ARCPLOT™, ARCEDIT™ и т. д.).

Поскольку продукты ArcGIS имеют общую архитектуру, пользователи, работающие с любым из этих приложений, могут разделять их работу с другими пользователями. К картам, данным, символике, слоям карты, пользовательским инструментам и интерфейсам, отчетам, метаданным можно обращаться попеременно во всех трех продуктах.

3.5. Обзор приложений

Все продукты ArcGIS включают в себя приложения ArcMap и ArcCatalog, которые содержат окно «Командная строка» и окно ин-

струментов Toolbox. ArcMap – приложение для выполнения анализа и создания карт. ArcCatalog – инструмент для структурированного поиска и управления вашими данными. ArcToolbox содержит инструменты для преобразования данных и управления. Окно «Командная строка» позволяет писать, импортировать скрипты и команды индивидуального доступа и управлять ими. В 9-й версии ArcGIS приложение Toolbox встроено в ArcMap и ArcCatalog.

- *ArcMap* – основное приложение ArcGIS для отображения, редактирования, создания и анализа данных. Оно предоставляет инструменты для создания карт высокого качества и упрощает вывод карт на печать, вложение их в другие документы или электронную публикацию. Оно также включает аналитические, графические, отчетные функции и обширный набор инструментов редактирования для создания и редактирования географических данных. Когда сохраняется готовая карта, также сохраняются автоматически символы, текст и графики.

- Приложение *ArcCatalog* помогает данные ГИС организовывать и управлять ими. Оно включает в себя инструменты для просмотра и нахождения географической информации, записи и просмотра метаданных, быстрого просмотра любого набора данных и определения схематической структуры для географических слоев.

- Окно *ArcToolbox* обеспечивает инструментами для конвертации данных, управления системами координат, изменения проекций карты и т. д. ArcToolbox поддерживает механизм «буксировки» (drag-drop) из ArcCatalog и ArcMap. На каждом последовательном уровне настольных продуктов ArcGIS добавляются новые инструменты геообработки. ArcView поддерживает базовый набор инструментов (80). В ArcEditor добавляется несколько инструментов для создания и загрузки баз геоданных (90). ArcInfo предоставляет полный набор инструментов геообработки, предназначенных для векторного анализа, конвертации данных, загрузки данных и геообработки покрытий (250).

3.6. Пользование справкой

Справка настольной ArcGIS (рис.3.1) предоставляет несколько методов для нахождения помощи, которая нужна для наиболее продуктивного использования программного обеспечения.

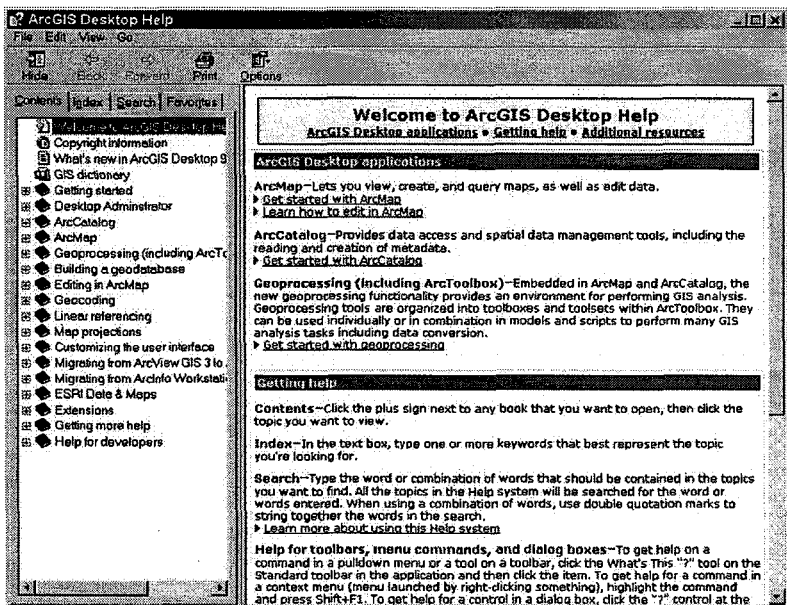


Рис. 3.1. Окно справки.

Закладка «Содержание» помогает искать информацию, зная тему. Закладка «Индекс» дает возможность искать темы, содержащие слова из глоссария справки, типа «Слой» или «Стол». Закладка «Поиск» позволяет искать документ справки для введенного слова. Закладка «Избранное» хранит выбранные темы, так что к ним можно легко получить доступ. Слово не обязательно должно присутствовать в глоссарии, чтобы можно было искать по нему документ, однако поиск займет больше времени, если его нет в глоссарии.

В ArcCatalog, ArcMap и ArcToolbox названия кнопок и инструментов показываются, когда на них наведен курсор мыши (они называются ToolTips). Можно также щелкнуть на кнопке «Что это такое?» в ArcMap или в ArcCatalog, а затем – на кнопке или инструменте, чтобы получить дополнительную информацию о них (это называется контекстная помощь). Для приложений, подобных ArcMap, которые имеют графические пользовательские интерфейсы, контекстная помощь полезна для выяснения функций различных кнопок и инструментов.

4. Создание проекта в ГИС

4.1. Понятие проекта

Проект – специальный файл, в котором находится определенным образом организованная пространственная информация.

Проекту соответствует специальный файл на диске, имеющий расширение *mxd*, документ карты. ГИС проект в ArcGIS называется картой. Для работы с проектом (картой) используется программа ArcMap. В ArcMap возможно три варианта создания карты (см. рис. 4.1):

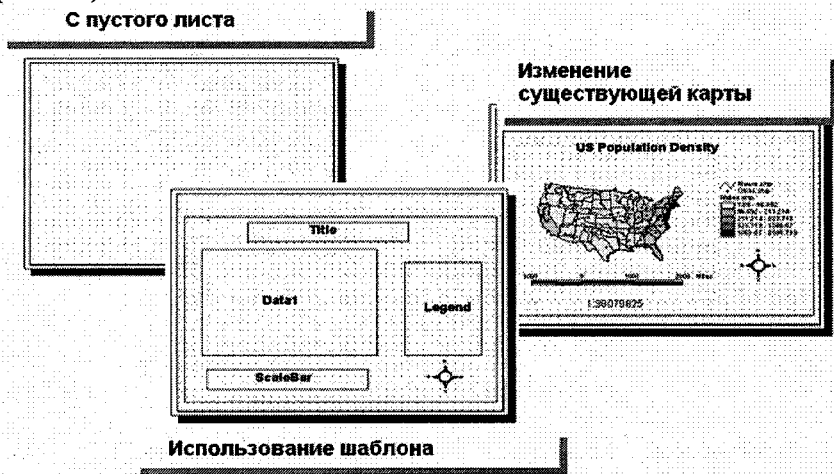


Рис. 4.1. Создание проекта в ГИС.

- создать карту «с пустого листа»;
- использовать определенный пользовательский шаблон карты и добавить в него элементы;
- изменить существующую карту.

Если карта создается по шаблону, то в ней будет находиться определенный набор готовых данных (слоев) и шаблон макета карты. В этот шаблонный проект можно добавлять свои данные.

4.2. Интерфейс ArcMap

Интерфейсом ArcMap является набор панелей инструментов и строка основного меню. Различные категории задач имеют свои

панели инструментов. Например, блок инструментов, отвечающий за привязку, называется *Georeferencin*, он размещен на отдельной панели. Включение-выключение панелей инструментов осуществляется через меню. Все функции, доступные через панели, в основном меню не дублируются. Часто панели сами имеют свое меню, располагающееся на панели. Все панели и меню легко могут быть модифицированы, убраны, на каждую могут быть добавлены новые инструменты и т. д.

Особенности интерфейса ArcMap:

- *Панель заголовка* показывает название карты (EuropeOnly.mxd на стр.).

- *Панели инструментов* – могут перемещаться, отключаться.

- *Таблица содержания* представляет собой список слоев карты и легенды слоев, показывает, какие объекты представляет каждый слой. Окошко для отметки возле каждого слоя указывает, включен ли слой в текущий момент, будет он отображаться на карте или нет. Размер таблицы содержания может быть изменен горизонтальным передвижением вертикального разделителя между окном содержания и окном отображения. Таблица содержания может быть скрыта.

- *Окно отображения* – часть экрана, на котором изображены объекты карты.

- *Строка состояния*, помимо сообщения о координатах, показывает описание выбранных кнопок и пунктов меню.

4.3. Режимы работы с картой

При работе с картой возможны два режима работы: View («Вид данных») и Layout («Вид компоновки»).

В режиме работы «Вида данных» (см. рис.4.2) можно исследовать и редактировать данные, создавать запросы и выборки, анализировать и менять символы. В этом режиме может существовать несколько фреймов данных. Каждый фрейм данных существует отдельно, но несколько фреймов данных могут быть использованы одновременно в режиме «Вид компоновки». В режиме «Вид данных» возможна работа с неограниченным числом слоев, но только с одним фреймом данных в определенный момент вре-

мени. Наличие нескольких фреймов данных позволяет легко создавать сложные карты с так называемыми картами-врезками.

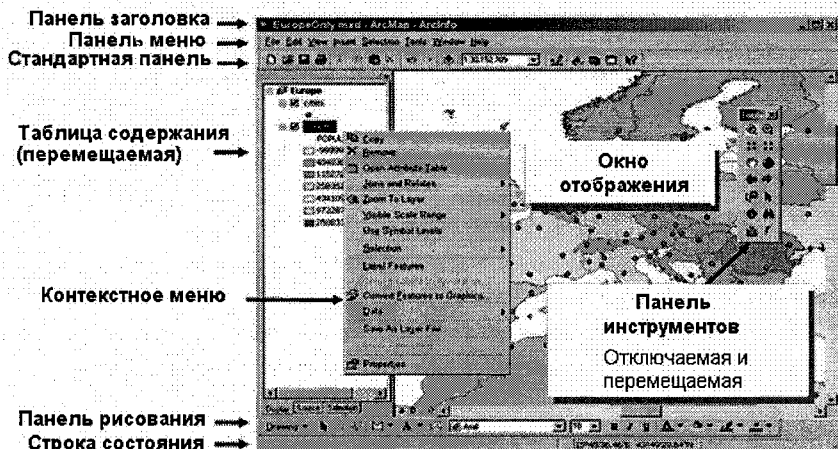


Рис. 4.2. Интерфейс ArcMap.

В режиме работы «Вид компоновки» карту подготавливают к публикации. В этом режиме отображаются один или несколько фреймов данных, вспомогательные элементы карты, такие как масштабная линейка, направление на север, легенда, логотип и другие дополнительные элементы. В принципе в режиме «Вид компоновки» карты можно расположить практически любой объект. Этот режим отражает то, как будет выглядеть карта при печати.

4.4. Слои, фреймы данных и карты

Слой (файл с расширением .lug) хранят путь к источнику данных и свойства показа этого источника данных (цвет, символы).

Фрейм данных – контейнер для слоев. Когда создается новая пустая карта, в окне содержания автоматически появляется новый фрейм данных под названием *Слой*, но его название можно изменять.

На рис. 4.3 название фрейма данных было заменено на «Европа». Подобно слоям, которые они содержат, фреймы данных также имеют управляемые свойства.

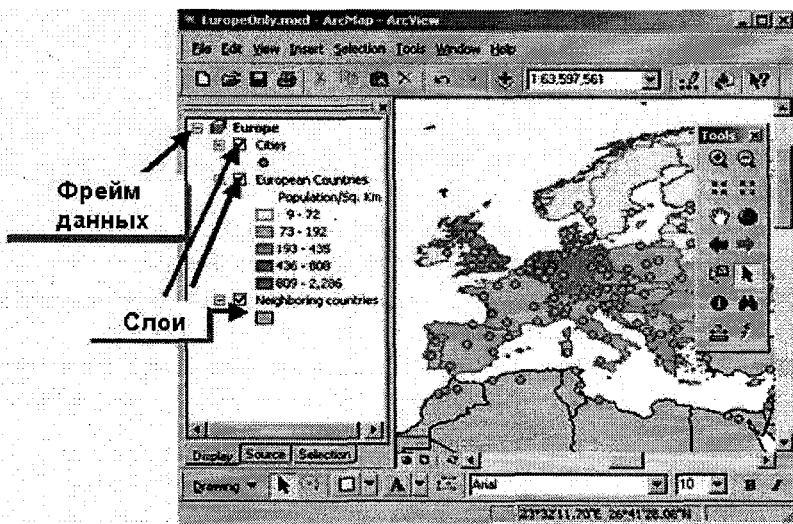


Рис. 4.3. Слой, фреймы данных и карты.

Карта – документ, который хранит фреймы данных, слои и любые элементы карты, типа графиков и текста. Карта может содержать несколько фреймов данных. Например, можно создать карту, которая будет содержать один фрейм данных со слоями, которые показывают полную страну, и другой фрейм данных, который покажет слои определенной области.

4.4.1. Слои

Слои включают информацию о способах отображения, настройках отображения, надписях, запросах, отношениях т. е. о всех параметрах отображения географических данных на карте. Слои не содержат самих данных, они содержат ссылки на их источники. Источники данных могут быть любыми из следующего списка:

- векторные наборы данных: покрытия (сложные географические данные, в одном наборе разные графические примитивы и отношения – топология), шейп-файлы (в одном файле хранятся данные одного класса), CAD файлы, персональные базы геоданных и базы данных ArcSDE;
- аннотации (экспорт надписей в аннотации);
- растровые наборы данных: изображения и гриды;

- наборы данных TIN – триангуляционная нерегулярная сеть связанных треугольников, начерченных между неравномерно распределенными точками (x, y, z), – это модель 3D-данных.

Ссылка на данные, таким образом, позволяет слоям на карте автоматически отражать наиболее современную информацию в базе данных ГИС.

Слои могут находиться как внутри документов карт (файл.mxd), так и в отдельных файлах (файл.lyr). Они являются средством интегрирования работ внутри организации, а также представляют одни и те же данные различным способом. Несколько слоев могут быть скомпонованы в составной слой. При добавлении на карту все слои в группе будут представлены одной записью в таблице содержания ArcMap (например, составной слой транспортных путей).

4.4.2. Фреймы данных

Фреймы данных позволяют организовывать данные в логические группы, например темы или географические области. Можете использовать составные фреймы данных, когда требуется сравнить соседние слои или создавать вставки и краткие обзоры, которые выдвигают на первый план определенное местоположение.

К фрейму данных можно добавить сколько угодно слоев, однако если во фрейме данных содержится слишком много слоев, с ним будет труднее работать. При большом количестве слоев их можно помещать в составные фреймы данных, организованные темой или географией.

Когда карта имеет больше чем один фрейм данных, только один из них активен. Активный фрейм данных – тот, с которым в настоящее время идет работа в окне показа ArcMap. Например, когда добавляется новый слой к карте, он добавляется к активному фрейму данных. Всегда видно, какой из фреймов данных является активным, потому что его название выделено в таблице содержания. Конечно, если карта имеет только один фрейм данных, он всегда активен.

Чтобы сделать фрейм данных активным, щелкните правой кнопкой мыши на данных и выберите *Активизировать*. Активный фрейм данных выделится жирным шрифтом в содержании. Фрейм данных может также быть активизирован в виде компоновки при выборе его мышью на странице.

4.4.3. Карты

Документ карты позволяет видеть и интерпретировать пространственные отношения между объектами. Карта может включать дополнительную информацию, например графики и надписи.

Когда открывается документ карты, ArcMap проверяет связи к источникам данных. Если он не может найти некоторые данные (т. е. если исходные данные для слоя были удалены или переименованы или если драйвер сети недоступен), он их не показывает, и в таблице содержания ставит красный восклицательный знак справа от символа слоя.

Работа в ArcMap всегда происходит в пределах ArcMap-документа. ArcMap-документ позволяет сохранять все настройки отображения данных.

4.5. Таблица содержания вида данных и вида компоновки

Данные, загруженные в «Вид данных», отображаются в «Таблице содержания». Это специальное окно, содержащее список фреймов данных и содержащихся в них слоев, загруженных в проект, и показывающее, какие символы и цвета используются для каждого слоя (легенду каждого слоя). Окошечко рядом со слоем указывает, является ли этот слой в настоящее время видимым на карте. Таблица содержания остается одинаковой независимо от того, работаете ли в режиме «Вид данных» или в режиме «Вид компоновки».

Важно помнить, что порядок расположения слоев в «Таблице содержания» определяет порядок их отображения. Слой, расположенный первым (верхним), в «Таблице содержания» будет находиться поверх слоев, расположенных в ней ниже. Порядок загрузки данных в проект не важен, так как всегда можно переместить слои так, как необходимо. ArcMap по умолчанию располагает класс точечных объектов поверх класса полигональных объектов. Чтобы изменить порядок показа, нужно щелкнуть на слое и потянуть его вверх или вниз в «Таблице содержания» на новое место.

Слои можно копировать и вставлять в пределах одного фрейма данных или в другой фрейм данных.

Чтобы удалить слой, щелкните правой клавишей мыши на названии слоя и в контекстном меню выберите «Удалить».

Необходимо также помнить, что нумерация слоев в «Таблице содержания» начинается с нуля, т. е. самый верхний слой в таблице содержания имеет нулевой порядковый номер (особенно важно учитывать эту особенность при написании скриптов и приложений).

4.6. Относительные и абсолютные ссылки

Каждый слой представляет собой некий набор файлов на диске. При сохранении проекта для каждого слоя сохраняется путь, указывающий в какой папке и на каком диске находится этот слой в виде файлов. Если перемещаются данные, используемые в проекте, то путь к файлам изменяется и при следующем открытии проект предупредит, что данные не найдены, и они не будут отображены в «Таблице содержания». Удобство ArcGIS состоит в том, что он позволяет сохранять не только абсолютные, но и относительные ссылки на данные, что дает возможность переносить данные вместе с проектом без необходимости каждый раз показывать ему при открытии местоположение соответствующих файлов. На рис.4.4 показано диалоговое окно для установления относительного пути.

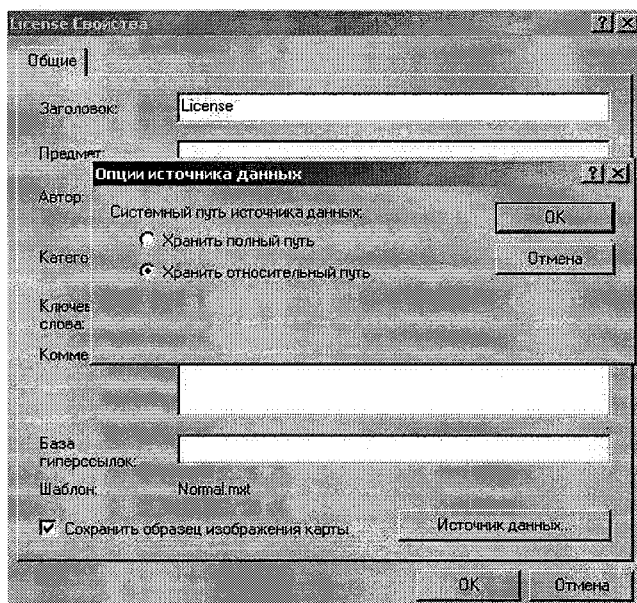


Рис. 4.4. Установка опции источника данных.

Пример абсолютной ссылки: d:\gis\city\Lenspб\ lenvilige.shp (т. е. путь к файлу начинается от корня диска).

Пример относительной ссылки: Lenspb\ lenvilige.shp (путь к файлу до папки Lenspb может быть любым, но файл должен лежать в директории Lenspb).

Сохранение файла слоя. Анализ атрибутов данных и настройка символов отображения объектов занимает много времени, поэтому важно не только использовать все эти настройки в пределах одного документа карты, а иметь возможность передавать. Слои, создаваемые в ArcMap, автоматически сохраняются как часть файла документа карты. После завершения настройки отображения и подписывания слоя он может быть сохранён вне карты как файл слоя и многократно использоваться в других картах или его можно посылать по электронной почте вместе с данными коллегам для добавления к их картам.

Изменение источника данных для слоя. Документ карты не хранит пространственные данные, показанные в нем; вместо этого он хранит ссылки на местоположения источников данных. Когда документ карты открыт, ArcMap читает файл и ищет все пути для восстановления слоев.

Если источники данных перемещены или переименованы, документ карты может потерять след исходных данных слоя. Когда это происходит, название слоя помечается в таблице содержания ArcMap красным восклицательным знаком, и ничего не появляется для этого слоя в области показа.

Для исправления этой проблемы войдите в диалог свойств отсутствующего слоя. Щелкните кнопкой на закладке «Источники / Установить источник данных». Нажмите кнопку поиска, чтобы определить новое местоположение данных. После этого путь к источнику данных устанавливается, и слой проявляется. Не забудьте сохранить документ карты так, чтобы новый путь был также сохранен.

Имеется также короткий путь, чтобы помочь исправить название пути для источника данных. Щелкните правой кнопкой на слое, выберите «Данные» в контекстном меню, и затем выберите во втором контекстном меню «Установить источник данных».

4.7. Пространственный экстенд и масштаб карты

Для того чтобы работать с данными и проводить анализ, очень важно не просто загрузить данные в проект, но и уметь правильно осуществлять пространственную навигацию по этим данным. Инструментарий навигации одинаков для обоих режимов – «Вид данных» и «Вид компоновки».

Чаще всего при навигации и отображении данных в ГИС приходится сталкиваться с двумя основными понятиями: с пространственным экстендом и масштабом.

Пространственный экстенд – это пространственные границы географических данных, определяемые наименьшим ограничивающим их прямоугольником (т. е. фактически двумя точками с минимальными и максимальными координатами x , y для данного конкретного набора данных).

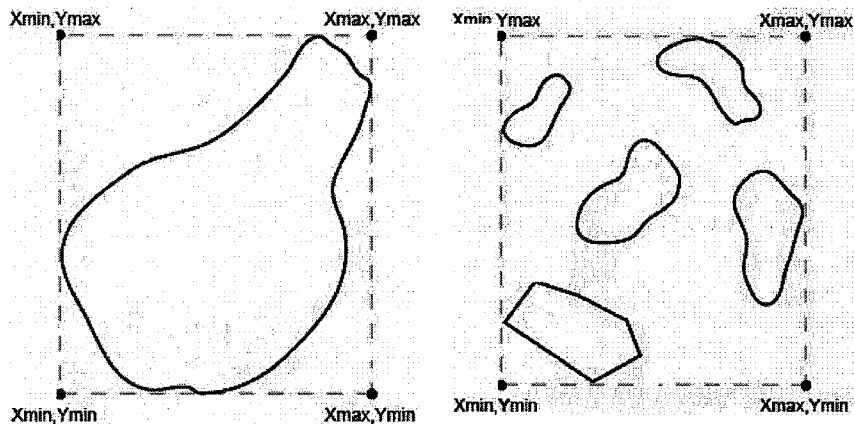


Рис.4.5. Пространственный экстенд одного и нескольких объектов

У каждого объекта, группы объектов и слоя свой пространственный экстенд (см. рис. 4.5). Пространственный экстенд фрейма данных является совокупным пространственным экстендом всех слоев, загруженных в него.

Масштаб карты может быть выражен в нескольких различных формах: как отношение (1:24 000), как устное утверждение (1 см равняется 1 км) или как сетка.

Следует различать масштаб отображения и масштаб данных. Масштаб отображения может быть любым, вы можете менять его в неограниченных пределах в процессе управления видом карты. Масштаб данных – это масштаб материалов, по которым эти данные были созданы; масштаб данных может определяться, например, соответствующим ГОСТом.

Вообще карты с мелким масштабом изображают большие земельные участки, но они имеют низкое пространственное разрешение, показывая немного деталей. С другой стороны, крупномасштабные карты изображают небольшие земельные участки, но имеют высокое пространственное разрешение, показывая много деталей. Объекты на крупномасштабных картах более близко представляют объекты реального мира, потому что степень уменьшения этих объектов ниже, чем на такой же карте, но с мелким масштабом. С уменьшением масштаба карты объекты должны быть сглажены и упрощены или не показаны вообще.

4.8. Навигация по карте

Работая с картой, можно легко изменять представление данных, которые она содержит. Навигация осуществляется с помощью линейки инструментов. Изображения, загруженные в «Вид», можно увеличивать, уменьшать или передвигать, а также измерять расстояния для получения информации об объектах, представленных на карте, и осуществления поиска по атрибутивной информации объектов.

На рис. 4.6 представлены кнопки панели «навигация» для быстрого доступа.



Рис. 4.6. Панель инструментов «Навигация».

Кроме того, на карте могут быть сделаны закладки, позволяющие в любой момент времени вернуться к определенному ее участку в том масштабе, в котором сохранен этот участок.

4.9. Использование закладок

Пространственная закладка идентифицирует определенный географический экстенд, который требуется сохранить, чтобы об-

ратиться к нему позже. Например, может быть создана пространственная закладка, которая опознает (идентифицирует) область изучения. Так же легко, как изменяется масштаб изображения карты, можно возвратиться к области изучения, обратившись к закладке. Можете также использовать пространственные закладки, чтобы выдвинуть на первый план участки карты, которые должны быть видимы для других.

Пространственная закладка может быть создана в любое время. Также закладки можно создавать для найденных и идентифицированных объектов карты. Пространственные закладки, однако, могут быть определены только в области вида данных; они не могут быть определены на области вида компоновки.

Каждый фрейм данных на карте поддерживает собственный список закладок. В виде компоновки список отражает закладки активного фрейма данных.

4.10. Увеличивающее и обзорное окна

Когда требуется не изменять размер карты, а только видеть большее количество деталей или получать подробный обзор небольшой области, откройте другое окно. ArcMap предоставляет два дополнительных способа исследования пространственных данных относительно карты: увеличивающее и обзорное окна (см. рис. 4.6).

Увеличивающее окно работает подобно лупе: передвигаясь по данным, окно показывает увеличенный вид участка под ним. Перемещение окна вокруг не влияет на текущее изображение карты.



Рис. 4.6. Увеличивающее и обзорное окна.

Обзорное окно показывает полный экстенд данных. Маленькое окошечко в обзорном окне представляет изображенную в настоящее время область на карте. Это окошко можно перемещать вокруг для панорамирования карты и сокращать или увеличивать его, чтобы изменять масштаб изображения.

Оба окна работают только в режиме «Вид данных».

4.11. Измерение расстояний

Используйте инструмент *Измерение*, чтобы определять расстояния на карте. Этот инструмент позволяет рисовать линию на карте с помощью мыши. Для начала щелкните кнопкой на каком-либо участке, и по мере перемещения мыши, на карте появится толстая линия. Одиночный щелчок добавляет участок линии, в то время как двойной ее заканчивает. Панель состояния сообщает о длине каждого участка и о полной длине линии после ее завершения.

Все измерения используют Декартову систему координат, поэтому использовать их результаты следует с осторожностью, так как может получиться слишком большая погрешность из-за различных факторов при использовании этого инструмента для измерения расстояний на мелкомасштабной карте.

5. Системы координат и проекции

Один из важных первых шагов в создании ГИС – выбор системы координат, которые вместе с масштабом, эллипсоидом и проекцией являются частью математической основы карты и ГИС в целом. Понимать такие термины, как «система координат» и «проекция», важно и для обмена информацией с другими ГИС.

Объекты на карте связаны с реальными объектами на местности с помощью пространственных координат. Местоположение объектов на поверхности Земли определяется при помощи географических координат. Хотя географические координаты хорошо подходят для определения местоположения объекта, они не годятся для определения его пространственных характеристик, таких как длина, площадь и т. д., так как географические широта и долгота не являются однозначными единицами измерения. Для преодоления этих трудностей данные переводят из сферических географических в прямоугольные спроектированные координаты.

5.1. Географическая и спроектированная системы координат

Существует 2 типа систем координат: географические системы координат и спроектированные системы координат.

Географическая система координат (ГСК) использует трехмерную сферическую поверхность для определения местоположения объектов на поверхности Земли (см. рис.5.1). ГСК включает угловые единицы измерения координат, нулевой меридиан и датум (основанный на сфероиде). Точка на сфероиде определяется значениями широты и долготы. Широта и долгота – это углы, вершина которых расположена в центре Земли, а одна из сторон проходит через точку на земной поверхности. В ГСК «горизонтальные линии» или линии, соответствующие направлению восток-запад, – это линии равной широты, или параллели. «Вертикальные линии» или линии, идущие в направлении с юга на север, – это линии равной долготы, или меридианы. Эти линии опоясывают глобус и образуют сеть географической координатной привязки, называемую картографической сеткой.

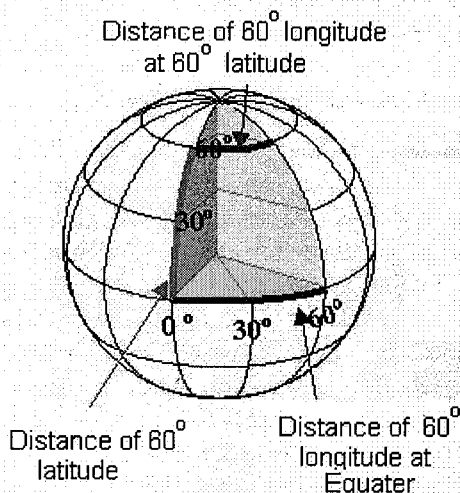


Рис. 5.1. Географическая система координат.

Линия широты, расположенная между полюсами, носит название экватора (нулевая широта). Линия нулевой долготы носит

название нулевого (начального) меридиана (обсерватория Гринвич – Англия, Берн, Богота, Париж). Широта и долгота измеряются, как правило, в градусах, минутах, секундах (DMS). Хотя значения широты и долготы используются для точного позиционирования точки на поверхности земного шара, они не являются универсальными.

Только на экваторе расстояние, соответствующее одному градусу долготы, примерно равно расстоянию, соответствующему одному градусу широты. Поскольку градусы широты и долготы не имеют постоянной длины, невозможно точно измерять расстояния или площади и легко отображать данные на плоской карте или экране компьютера.

Для представления географической системы координат на плоскости иногда отображают широту как x , долготу как y . В этом случае визуально сеть меридианов и параллелей выглядит как на рис. 5.2:

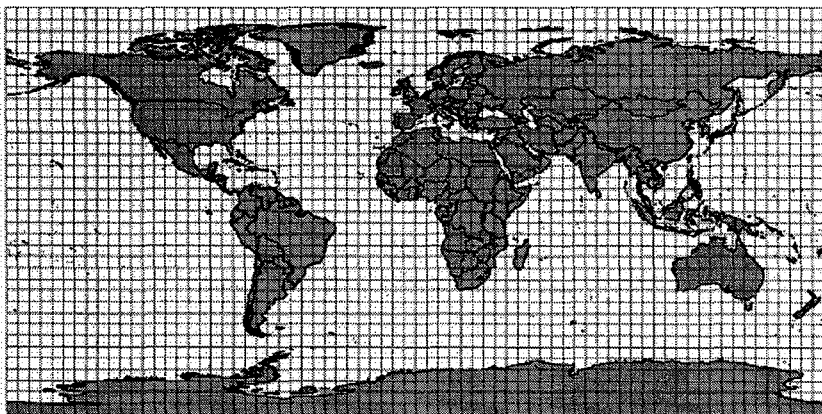


Рис. 5.2. Сеть параллелей и меридианов на плоскости.

Спроектированная система координат – прямоугольная система координат имеет постоянные углы, длины и площади. Положение каждой точки определяется двумя координатами, определяющими ее местоположение относительно начала сетки. Единицы измерения постоянны и имеют равные интервалы во всем диапазоне x , y .

Локальная система координат. Не привязанные данные находятся в так называемой локальной системе координат, которая также является прямоугольной (у нее также есть начало координат и оси), но не имеет прямой связи с географической системой, т. е. прямой пересчет из нее в географическую с помощью проекции невозможен (пример таких данных – отсканированная карта). То есть, получив данные в спроектированной системе координат, но не зная, в какой именно системе эти данные находятся, можно также говорить, что данные находятся в локальной системе координат.

Распространенные географические системы координат. Самыми распространенными системами координат для территории России являются: универсальная общеземная система WGS-84 (World geodetic system 1984), базирующаяся на эллипсоиде WGS-84 с центром в центре масс Земли, и референсная (используемая в России и некоторых окружающих странах), Pulkovo-1942 (СК-42), базирующаяся на эллипсоиде Красовского, начало координат которой смещено относительно центра масс на расстояние около 100 м (поэтому эта система и носит название референционной, или относительной). Система WGS-84 широко применяется за рубежом, ее используют практически для всех данных, производимых в мире. Система СК-42 широко используется в российской картографии, на ней основываются все топографические материалы ВТУ ГШ РФ (Военно-топографического управления Генерального штаба Российской Федерации).

5.2. Датумы и преобразования между ними

Датум – это математическое представление формы земной поверхности. В то время как сфероид аппроксимирует сферу Земли, датум определяет положение сфероида относительно ее центра. Существует много сфероидов, представляющих форму Земли, и еще больше основанных на них датумов.

Различают глобальный датум и локальный датум. *Глобальный датум* использует центр масс Земли в качестве начальной точки. *Локальный датум* центрирует сфероид таким образом, что он наилучшим образом описывает поверхность Земли для данной конкретной территории. На рис.5.3 рассмотрен пример локального и глобального датумов.

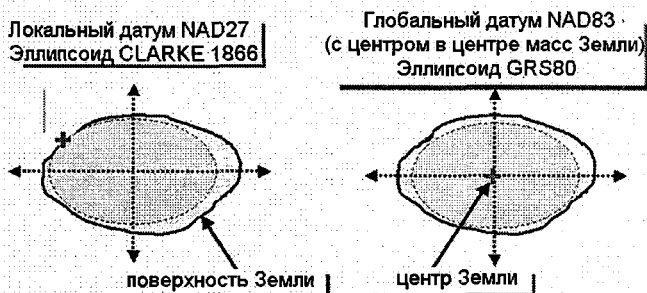


Рис. 5.3. Локальный и глобальный датумы.

Точка на поверхности сфероида поставлена в соответствие определенной точке на поверхности Земли. Эта точка известна как начальная точка датума. Координаты начальной точки зафиксированы, и все остальные точки являются расчетными по отношению к этой точке. Местный датум не подходит для использования за пределами региона, для которого разработан.

Две карты, имеющие одну и ту же картографическую проекцию, но различные датумы, будут иметь различные координаты для одного объекта на поверхности Земли. Проверка правильности выбора датума и картографической проекции для вашего набора данных является важной для точного отображения в пространстве.

5.3. Картографические проекции

Картографическая проекция – преобразование трехмерной поверхности Земли в плоское изображение на карте. Картографическая проекция может представлять полную поверхность Земли или только отдельную часть в зависимости от ваших потребностей. Проекция – это набор математических формул, использующийся для преобразования сферической поверхности на плоскость.

Одним из простых способов понимания того, как картографические проекции изменяют пространственные свойства, является визуализация проекции света сквозь Землю на поверхность, которая называется проекционной.

Представьте себе, что поверхность Земли прозрачна и на нее нанесена картографическая сетка. Оберните кусок бумаги вокруг Земли. Источник света в центре отбросит тени от сетки координат на кусок бумаги. Теперь можно развернуть бумагу и положить ее

на плоскость. Форма координатной сетки на плоской поверхности бумаги очень отличается от ее формы на поверхности самой планеты. Проекция карты исказила картографическую сетку.

В картографических проекциях используются математические формулы, определяющие связь между сферическими координатами точек на поверхности эллипсоида (широта, долгота) и соответствующими координатами точек на плоскости карты.

5.3.1. Поверхности проецирования

Поскольку карты плоские, в качестве вспомогательных поверхностей некоторых простейших проекций используются геометрические фигуры, которые можно развернуть на плоскость без растяжения их поверхностей. Они называются развертывающимися поверхностями. Типичными примерами являются конусы, цилиндры и плоскости (см. рис. 5.4).

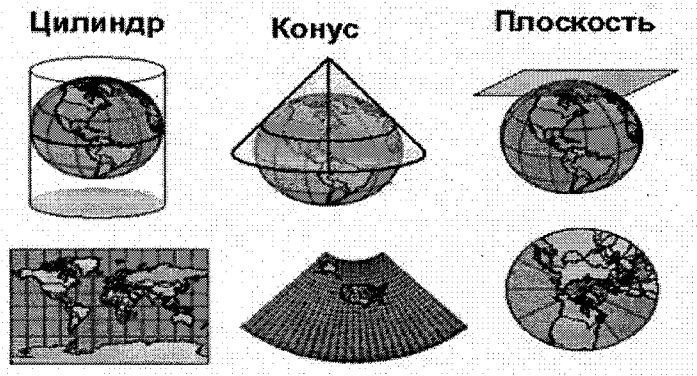


Рис. 5.4. Поверхности проецирования.

Первым шагом при проецировании одной поверхности на другую является создание одной или более точек контакта. Каждая такая точка называется точкой касания. Конусы и цилиндры касаются глобуса вдоль *линии нулевого искажения* (увеличение искажения проекции увеличивается с увеличением расстояния от точки контакта). Если поверхность проекции пересекает глобус, вместо того чтобы коснуться его поверхности, проекция называется *секущей*, а не касательной.

В большинстве случаев проекция для набора данных уже выбрана заранее.

5.3.2. Искажения в проекциях

При отображении 3D-поверхности Земли в двумерном пространстве происходит искажение пространственных свойств, при этом искажаться может форма, площадь, расстояние и направление (см. рис.5.5)

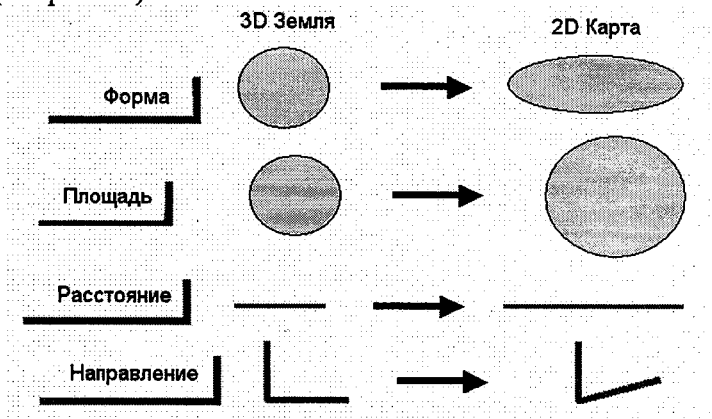


Рис. 5.5. Искажения в проекциях.

Различные проекции имеют разные типы искажений. Некоторые проекции разработаны с учетом минимизации одной или двух характеристик данных. Поскольку пространственные свойства учитываются при принятии решения, любой, кто использует карты, должен знать, какая проекция искажает такие-то свойства и до какой степени. Например, проекция Peters дает точные вычисления площади, но неточные формы; Mercator (Меркатора) проекция поддерживает направление, но жертвует точностью при определении площади и расстояния, проекция Robinson (Робинсона) является компромиссом всех свойств.

Выбираемая проекция больше влияет на свойства мелкомасштабной карты, но имеет меньшее воздействие на свойства крупномасштабной карты.

5.3.3. Типы проекций

Картографические проекции могут классифицироваться по тому пространственному признаку, который они сохраняют. Многие обычные картографические проекции можно классифициро-

вать в соответствии с используемой для них проекционной поверхностью: конические, цилиндрические или азимутальные (проекции на плоскость).

Равновеликие проекции сохраняют площадь. Многие тематические карты используют равновеликие проекции, например, карты Соединенных Штатов обычно используют равновеликую коническую проекцию Альберта.

Равноугольные проекции сохраняют форму и полезны для навигационных и погодных карт. Форма сохраняется для маленьких областей, но форма большой области типа континента значительно искажена. Примерами равноугольных проекций могут служить равноугольная коническая проекция Ламберта и проекция Меркатора.

Равнопромежуточные проекции сохраняют расстояния, но никакие проекции не могут сохранить расстояния от всех пунктов до всех других пунктов. Вместо этого расстояние может быть истинным от одного пункта (или от нескольких пунктов) до всех остальных или по всем меридианам или параллелям.

Азимутальные проекции сохраняют направление от одного пункта до всех других. Это качество может быть объединено с равновеликой, равноугольной и равнопромежуточной проекциями, как в равновеликой азимутальной Ламберта, азимутальной и азимутальной равнопромежуточной проекциях.

Другие проекции минимизируют полное искажение, но не сохраняют ни одного из четырех пространственных свойств: площади, формы, расстояния и направления. Например, для карт мира используется произвольная проекция Робинсона.

5.3.4. *Переход между системами координат*

В последнее время с развитием спутниковой навигации особенно явной становится проблема перехода из универсальной общеземной системы координат, используемой приборами GPS-WGS84, в другие системы координат, например СК-42 (Pulkovo 1942). Для перехода из одной системы координат в другую используется набор параметров, определяющих различие эллипсоидов, на которых базируются системы координат. Это так называемые линейные элементы трансформирования, определяющие сдвиг центра масс эллипсоида относительно общеземного, и угло-

вые элементы трансформирования, определяющие поворот эллипсоида относительно общеземного. Обычная разница между одними и теми же координатами в разных системах составляет порядка 150 м. Если вы видите, что одни ваши данные равномерно смещены относительно других слоев на эту величину, то скорее всего вы используете данные, находящиеся в разных системах координат, например, одновременно используются данные в WGS84 и Pulkovo 1942.

5.4. Хранение и просмотр информации о проекции

Проекция данных записывается в специальный файл, в котором указывается система координат, проекция, единицы измерения и другие данные, важные для пространственной привязки данных. Без этого файла определение проекции данных может быть затруднительно. Этот файл помогает ГИС определить пространственную привязку данных и перевести их в другую проекцию, если такая команда будет дана ГИС.

Многие форматы пространственных данных хранят параметры проекции вместе с данными:

- В shape-файлах и покрытиях это называется файлом проекции (расширение prj).

- В наборах данных САПР файл привязки называется world-файлом.

- В растровых данных – это файл с расширением aux.

- База геоданных уникальна тем, что пространственная привязка является частью метаданных слоя. Отпадает необходимость в отдельном файле.

Хранение информации о системе координат и проекции вместе с источником данных необходимо для совместного отображения данных и позволяет ArcMap в случае необходимости корректно преобразовывать данные при отображении.

Проверить информацию о проекции данных можно, просмотрев метаданные для класса пространственных объектов или открыв закладку «Система координат» в свойствах класса пространственных объектов в ArcCatalog.

Зная информацию о системе координат для набора данных, можно задать проекцию при помощи инструмента «Определить

проекцию» в ArcToolbox. Этим инструментом пользуются, если не определена проекция для shape-файлов, наборов данных САПР или растровых данных.

5.5. Привязка растровых данных

Создание данных часто начинается с обработки сканированных (растровых) материалов. Для того чтобы работать с ними в ГИС, их необходимо привязать. Под координатной привязкой (иногда этот термин заменяют на термин «трансформация» – в частности, применительно к космическим и аэрофотоснимкам) подразумевается перевод отсканированных данных из файловой (локальной) системы координат в спроектированную или географическую систему координат. В процессе привязки каждому пикселу изображения присваиваются новые координаты. Информация о привязке изображения может храниться либо в самом файле изображения, либо во внешнем файле привязки.

Процесс привязки растровых данных состоит из нескольких этапов:

1. Расстановка точек привязки, т. е. и нахождение точек, координаты которых известны, и ввод для них этих координат. Источниками координат могут быть углы и точки пересечения координатной сетки (на топографических картах и любых других картах с координатной сеткой), уже привязанные изображения, данные, полученные с помощью GPS, любые другие географически привязанные данные.

2. Проверка точности и правильности расстановки точек – расчет среднеквадратической ошибки.

3. Выбор метода пересчета значений элементов изображения при трансформации (resampling, передискретизация) – метод ближайшего соседа, кубической свертки, билинейной интерполяции. Для отсканированных материалов обычно выбирается метод ближайшего соседа.

4. Выбор математической модели трансформации (аффинное преобразование, полиномиальная модель, метод резинового листа и т. д.). Модель трансформации – система уравнений, позволяющая вычислить для каждого элемента его новое положение (в новой системе координат). Модель трансформации определяет, на-

сколько сильно будет деформировано исходное изображение для более точного соответствия введенным опорным точкам. Аффинная модель трансформации меньше всего искажает растр – изменяется только его масштаб, сдвиг и поворот; полиномиальное преобразование позволяет управлять кривизной линий (степень которой зависит от порядка полинома) и т. д. Выбор модели трансформации определяется тем, какой результат необходимо получить и какие исходные материалы используются.

5. Выбор размера ячейки результирующего изображения (т. е. выбор размера пиксела).

6. Осуществление трансформации. Используя указанные параметры, программа пересчитывает новое местоположение каждого пиксела исходного растра и рассчитывает для новых пикселов их новые значения. Процесс может занимать длительное время.

5.5.1. Панель инструментов «Пространственная привязка»

Панель «Пространственная привязка» (см. рис.5.6) предоставляет собой инструменты пространственной привязки и трансформации растрового файла. Используя связи смещения, можно зарегистрировать растр в известной системе координат векторного слоя по опорным точкам. Создав связи, используйте методы трансформации, чтобы переместить растр в желаемое координатное пространство.

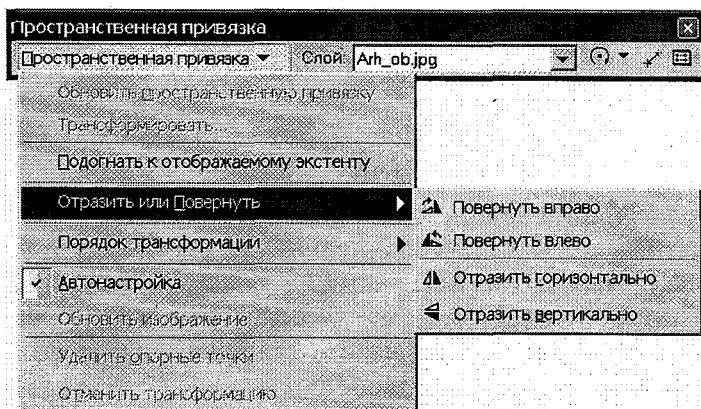


Рис. 5.6. Панель инструментов «Пространственная привязка».

Как дополнительный шаг, растровая информация может быть трансформирована после ее пространственной привязки, используя команду *Трансформировать* на панели инструментов «Пространственная привязка». Трансформация создает новую растровую информацию, которая пространственно привязывается к координатам карты.

5.5.2. Создание связей смещения

Связи смещения определяют координаты исходных и целевых точек трансформации (см. рис.5.7). Связи смещения могут создаваться вручную или загружаться из файла связей. Связь – это смещенный вектор, определяющий все, начиная от исходного местоположения до конечного местоположения. Связи – графические элементы на карте, отображаемые стрелками, направленными к месту назначения. Символ, размер и цвет связей смещения могут быть изменены в меню «Векторная трансформация», в пункте «Опции» из диалогового окна «Свойства трансформации».

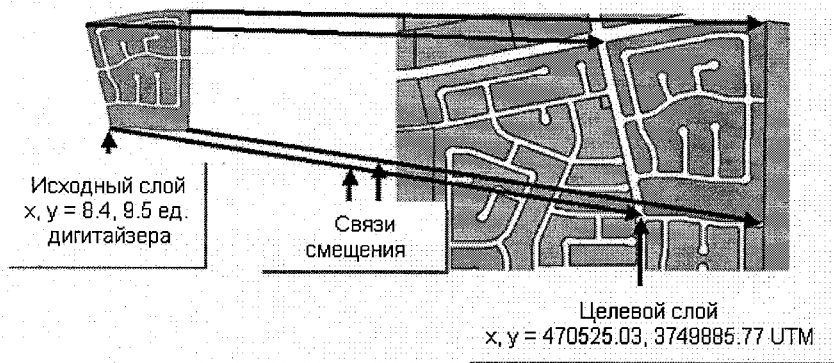


Рис. 5.7 Связи смещения.

Панель инструментов «Векторная трансформация» имеет инструменты для добавления вручную связей смещения, модификации существующих связей и инструмента автоматического добавления множественных связей между двумя выделенными объектами. Текущая подгонка применяется, когда вручную добавляются связи смещения.

Создание связей из текстового файла. Связи могут также создаваться из координат, сохраненных в файле связи. *Файл связи* является текстовым файлом и содержит перечень координат x , y источника и назначения. Когда этот файл открывается из подменю «Связи», источник и назначение связей смещения создаются автоматически, основываясь на координатах местоположения, приведенных в файле связи.

Создание связей из уже существующих связей смещения. Связи могут создаваться из уже существующих связей смещения в ArcMap, независимо от того, были они созданы вручную или загружены из другого файла. Выбрав опцию *Сохранить файл связи* из подменю «Связи», можно сохранить координаты связи смещения в текстовом файле.

5.5.3. Среднеквадратическая ошибка

Среднеквадратическая ошибка (RMS error) описывает отклонения, произошедшие при трансформации входных и выходных координат систем. Ошибка определяется путем использования последних методов квадратичной регрессии (см. рис. 5.8). При использовании параметров трансформации для трансформации местоположения контрольных точек источника трансформированные местоположения могут не точно совпадать с опорными точками.

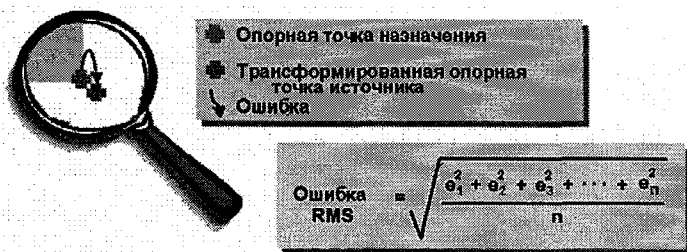


Рис. 5.8. Определение среднеквадратической ошибки.

Последнее называется остаточной ошибкой. Это – мера расхождения между опорной точкой и трансформированной опорной точкой. Эта ошибка определяется для каждой связи смещения.

5.5.4. Трансформация методом резинового листа

В данных обычно существуют геометрические искажения. Они могут быть вызваны некорректной регистрацией карты, недостатком контроля геометрического программирования в исходной информации или множеством других причин. Трансформация методом резинового листа (см. рис. 5.9) корректирует ошибки геометрической трансформации координат.

Такая трансформация растягивает объекты вдоль связей смещения и удерживает объекты на месте, благодаря связям идентичности.

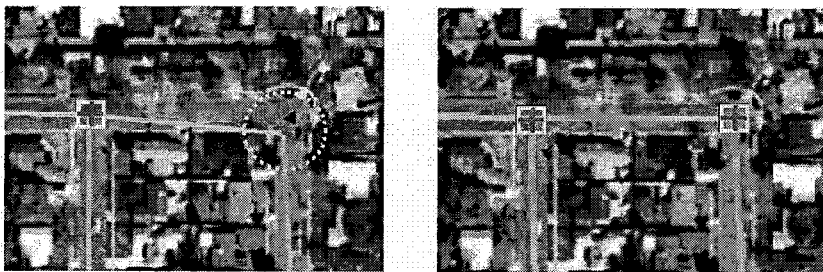


Рис. 5.9. Трансформация методом резинового листа.

Связи идентичности – это связи, у которых одинаковые координаты источника и координаты места назначения. Эти связи выступают в роли иголок, удерживая точное местоположение на месте. После трансформации связи смещения станут связями идентичности. Связи идентичности также могут быть добавлены вручную с помощью инструмента «Связь идентичности» на панели инструментов «Векторная трансформация». Для применения трансформации методом резинового листа используется не меньше одной связи смещения.

Метод резинового листа может быть применен к выделенной группе объектов, для того чтобы совместить их с другой выделенной группой объектов. Например, береговая линия одного слоя может быть совмещена методом резинового листа с более точной границей (линией) другого слоя. Этот метод может также применяться ко всем объектам в классе объектов или в наборе классов к другому набору классов. Этот набор классов может быть растровой картинкой, CAD – изображением. Местоположение определя-

ется через координаты в текстовом файле или интерактивно вводится в таблицу.

Инструмент «Новая ограниченная территория» трансформации позволяет рисовать полигоны вокруг объектов, которые требуется трансформировать. Это позволяет ограничить трансформацию только нарисованным полигоном. Объекты, которые находятся вне территории трансформации, трансформироваться не будут.

5.6. Подгонка границ

Инструмент «Подгонка границ» добавляет связь в пределах допуска замыкания, используя метод резинового листа, чтобы совместить объекты вдоль границы слоев. Если комбинируется информация из различных источников, объекты могут неточно выравниваться вдоль границ. Трансформация подгонкой ребер может использоваться для того, чтобы передвигать объекты в исходном слое, располагать их в целевом слое или трансформировать в среднюю точку связей, из-за чего объекты из обоих слоев будут трансформированы (см. рис. 5.10).

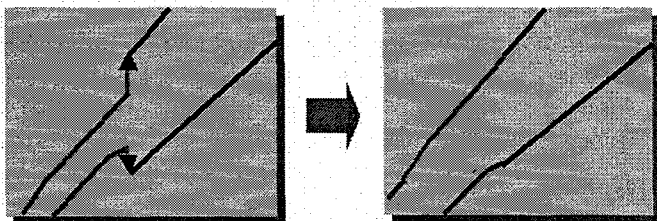


Рис. 5.10. Подгонка границ.

Подгоняя границы, можно добавлять связи смещения вручную из файла или автоматически, используя инструмент «Подгонка границ» панели инструментов «Векторная трансформация». Инструмент «Подгонка границ» позволяет растянуть прямоугольник на исходный и целевой объекты до совпадения границ. При этом автоматически добавятся связи между исходными и целевыми объектами, которые находятся в пределах текущих граничных установок параметров замыкания.

Метод трансформации *Подгонка границ* имеет больше устанавливаемых свойств, чем другие методы. Эти параметры могут устанавливаться на панели «Подгонка границ» диалогового окна

«Свойства трансформации», которое вызывается из меню «Опции», находящемся в выпадающем меню «Векторная трансформация».

Когда используется *Сглаженный метод* подгонки границ, исходная точка связи сдвигается в точку назначения (целевого слоя); оставшиеся вершины тоже сдвигаются, давая полный эффект сглаживания границ.

При методе *Линейной подгонки* ребер сдвигается только конечная точка трансформируемой линии; оставшиеся вершины объектов остаются неподвижными. Есть возможность точно определить связь по точке назначения и предотвратить дублирование связей. Эти установки помогут избежать создания ненужных связей. Инструмент векторной трансформации предоставляет возможность использовать атрибуты для улучшения процесса наложения (совпадения) границ. Используя диалоговое окно «Атрибуты подгонки границ», можно совмещать поля между исходным и целевыми слоями и использовать простые атрибуты для определения наложения границ. Эта функция позволит увеличить точность наложения границ.

Подгонка границ (сглаженное, линейное) использует метод резинового листа для совмещения объектов в редактируемых слоях. Трансформация осуществляется только над выделенными объектами. Никакие ошибки не подсчитываются.

5.7. Перенос атрибутов

Инструмент «Перенос атрибутов» переносит атрибутивные значения от объектов исходного слоя к объектам целевого слоя. Исходные и целевые объекты могут находиться в одном классе объектов или в разных. Исходная и целевая геометрия объекта могут отличаться.

Перенос геометрии изменяет целевую геометрическую основу объектов на геометрию исходных объектов. Это достигается посредством трансформатора значений формы целевых объектов на исходные объекты, как и при атрибутивной трансформации.

Геометрическая и атрибутивная трансформации обычно применяются после проверки выравнивания целевых и исходных наборов данных с использованием одного из методов векторной

трансформации. Хотя и целевые и исходные объекты очень близки, наложение слоев часто не является необходимым условием использования инструмента трансформации.

5.8. Агрегирование пространственных данных

После того как пространственная информация была трансформирована, может понадобиться агрегировать ее с другой информацией в БД. Например, после трансформации объектов улиц в новое подразделение добавить их в класс объектов *Улицы*. ArcGIS предлагает множество инструментов и опций для агрегирования пространственной информации.

Копирование и вставка. Во время редактирования в ArcMap можно копировать выделенные объекты и вставлять их в целевой слой, используя инструменты «Копировать» и «Вставить» на панели инструментов «Стандартная».

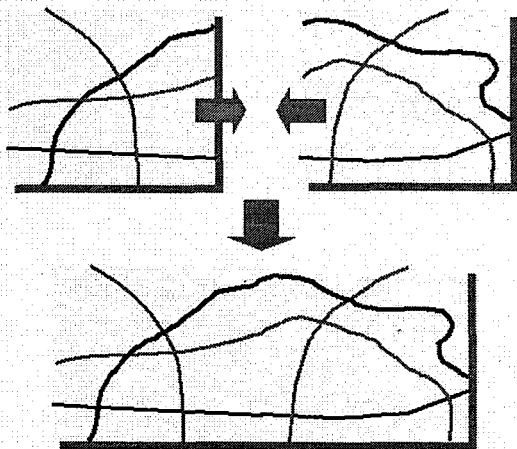


Рис. 5.10. Агрегирование данных.

Простой загрузчик данных. Используя «Простой загрузчик данных» в ArcCatalog, возможно загружать объекты в существующий простой класс объектов (тот, который не содержит защищенных или сетевых объектов или находится в версионной базе геоданных). Мастер позволит точно определить число исходных таблиц и классов объектов, обеспечивающих совпадение схем данных.

Загрузчик объектов. Для загрузки объектов в простой класс объектов либо в класс объектов, содержащий защищенные и сетевые объекты или находящиеся в версииной базе геоданных, может использоваться инструмент «Загрузчик объектов». Этот инструмент может быть добавлен в ArcMap из диалогового окна Customize.

Инструмент «Геометрическое соединение». Используйте его, когда нужно скомбинировать два или более трансформированных слоя в единый слой, который содержит все объекты. Входные объекты должны быть объектами одного типа и их пространственные связи должны быть идентичны. Отдельные входные объекты из всех классов входных объектов остаются нетронутыми в целевом классе объектов.

Слияние объектов. Функция *Слияние объектов* расположена на панели инструментов ArcMap Editor и используется для комбинирования объектов в пределах одного класса.

6. Данные в ГИС

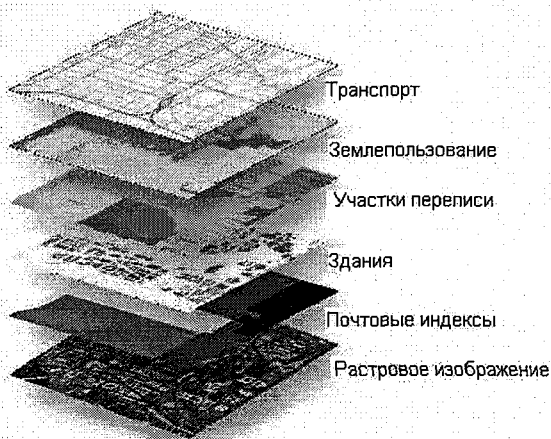
Данные – это то, на чем базируется ГИС, на основе чего ведется работа и то, чем управляет ГИС.

В отличие от не привязанных пространственно данных (таких, например, как отсканированная карта или векторная графика, получаемая с помощью Adobe Photoshop, Corel Draw и т. д.), данные в ГИС имеют ряд преимуществ, обусловленных их географической привязкой.

6.1. Структура данных в ГИС

Данные в ГИС организованы послойно.

Слои содержат информацию одного типа – к примеру, одним слоем могут быть реки, другим – дороги, третьим – границы стран (см. рис.6.1). Это свойство во многом определяет возможность анализа и обработки различных типов данных. В качестве слоя могут выступать данные разного типа и формата. Слои могут объединяться в группы, что помогает управлять информацией. К примеру, если различные типы дорог находятся в разных слоях, они могут быть сгруппированы в единую группу *Дороги*.



ГИС интегрирует многие типы пространственных данных

Рис. 6.1. Структура данных в ГИС.

Используемые в ГИС данные обязательно должны иметь общую географическую систему координат. Точность привязки – параметр, который необходимо определить заранее и который зависит от поставленных задач. Например, при подготовке карты 10-миллионного масштаба точность привязки данных относительно друг друга будет значительно ниже, чем при создании кадастра земель масштаба 1:10 000 для одного города.

6.2. Представление географических данных

Существует две основных модели представления географических данных в цифровой форме: векторная и растровая. Векторная модель использует дискретные координаты (обычно – пары координат x, y), чтобы представить географические объекты как точки, линии или полигоны. Растровая модель использует одинаковые по размеру квадратные ячейки для представления объектов; уровень детализации зависит от размера ячеек. Каждая модель данных имеет свои плюсы и минусы: векторные данные дешево хранить, но они дороги в обработке; растровые данные дешевые в обработке, но их дорого хранить. Также различные физические явления могут в большей степени подходить для одного какого-либо типа

данных (например, уровень выпадения осадков больше подходит для растровой модели данных, изображение дорог – для векторной модели данных).

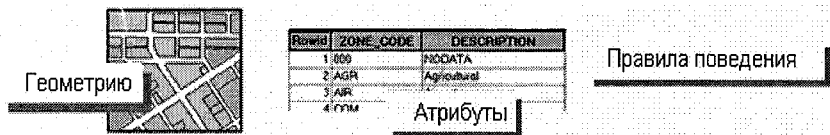


Рис. 6.2. Компоненты географических данных.

Растровая и векторная модели данных имеют свои достоинства и недостатки (см. табл.1).

Таблица.1

Свойство	Модель данных	
	Растровая	Векторная
Масштабируемость	–	+
Избыточность (объем данных)	–	+
Передача непрерывных свойств	+	–
Передача дискретных объектов	–	+
Простота создания	+	–

Данные ГИС состоят из трех основных компонентов (см. рис.6.2): геометрии (пространственное представление объектов), атрибутов (описательные характеристики объектов) и правил поведения (инструкции, управляющие тем, что объекты могут делать, а что не могут).

6.2.1. Векторная модель данных

Векторная модель данных разделяет все объекты на элементы – узлы, имеющие свои координаты, и соединяющие их дуги (арки) (см. рис. 6.3). Атрибутивная информация может соотноситься как с самими элементами (узлами, линиями), так и с целыми объектами, составленными из них.

Важной характеристикой векторных данных является приведенный масштаб, т. е. масштаб детальности, которому соответствуют векторные объекты. Однако эта характеристика не является универсальной и относится скорее к векторным топографическим данным, создаваемым по бумажной картографической продукции определенного масштаба. Так как в одном слое могут находиться

объекты, созданные с разной детализацией, то часто говорить о масштабе векторных данных не корректно.

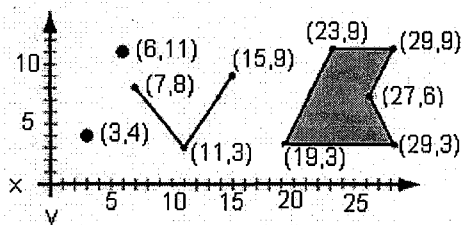


Рис. 6.3. Векторная модель данных.

Точность соответствия границ изображения объекта его границам не зависит от количества узлов, которыми этот объект представлен. Круг может быть представлен 10-ю узлами, а может быть 1000-ю – ни в том, ни в другом случае реальным кругом он не станет, но во втором случае формально будет обладать большим с ним сходством в более крупных масштабах. Однако при определенных масштабах отображения фигуры будут неразличимы, поэтому, создавая картографическую продукцию, важно соотносить масштаб планируемой выходной продукции и реальную детальность используемых векторных и растровых данных.

6.2.2. Растровая модель данных

В растровой модели данных (см. рис.6.4) исследуемое пространство разделяется, как правило, на равные по величине элементы/ячейки. В результате получается регулярная сетка (растр, матрица, грид), каждый из элементов которой можно описать двумя координатами (x , y или *колонка*, *ряд*) и дополнительным значением для каждой ячейки (z).

Самым простым примером растровых данных является отсканированная карта, также к растровой модели данных относятся космические снимки, цифровые модели рельефа и многие другие данные. Тематически каждая ячейка растра (элемент изображения, пиксел) может описывать определенное свойство или признак соответствующей ей географической области, например крутизну склона или высоту над уровнем моря, тип растительности или почвы и т. д.

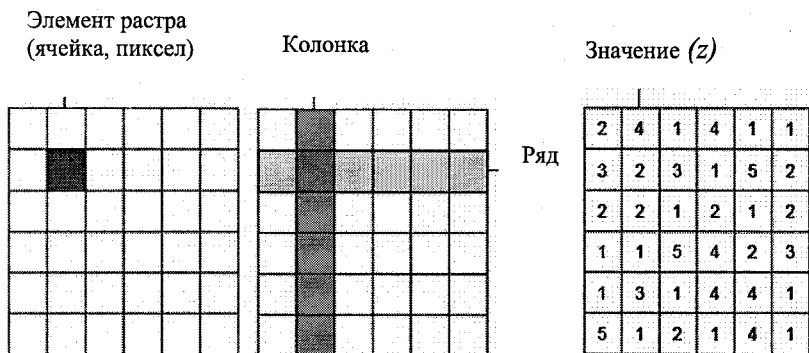


Рис. 6.4. Растровая модель данных.

Основными характеристиками растровых данных являются разрешение сканирования и цветность (глубина цвета). Если растровые данные географически привязаны, то к их характеристикам добавляются система координат и пространственное разрешение (разрешение на местности).

Разрешение сканирования и пространственное разрешение. Часто растровые данные получают обычным сканированием, с помощью сканера или сканирования сенсорами спутников. Основным параметром сканирования является его разрешение (количество элементов изображения на единицу длины – dots per inch, точек на дюйм) или пространственное разрешение (расстояние на местности на элемент изображения).

Чем выше разрешение сканирования, тем больше деталей исходного материала (бумажной карты или земной поверхности) передается на единицу длины. В случае сканирования бумажных материалов при определенном разрешении наступает предел информативности исходного материала, при достижении которого повышать разрешение сканирования далее не стоит.

Цветность. Как уже было сказано, каждому элементу изображения помимо координат соответствует также некое значение – атрибут; при отображении раstra на экране монитора этот атрибут используется для кодирования цвета. От типа значений этого атрибута зависит, будет ли растр цветным, черно-белым или индексированным. Цвет, видимый на экране, образуется путем смешения составляющих, каждая из которых по отдельности не несет

цвета, но несет градацию серого – яркость. Если таких составляющих 3, то электронно-лучевая трубка монитора может преобразовать каждую из них в интенсивность соответствующего цвета, чаще всего – это значения цветовой шкалы RGB (red-green-blue, красный-зеленый-синий). Количество градаций между белым и черным называется радиометрическим разрешением раstra или глубиной цвета.

0...255	8 bit
0...65 535	16 bit
0...16 000 000	24 bit

Чем больше радиометрическое разрешение раstra, тем лучше передаются вариации яркости объекта, тем больше деталей можно различить. Трехкомпонентное изображение называется полноцветным (true-color); обычно его глубина цвета равна 24 bit (или 8 bit на составляющую). Однокомпонентное изображение называется черно-белым, или изображением в оттенках серого (grayscale), его глубина цвета обычно 8 bit. Особый вариант 8-битного изображения – так называемое псевдоцветное, или индексированное изображение, его особенностью является наличие специальной таблицы, определяющей соответствие каждого значения (0..255) определенному цвету, кодируемому тремя компонентами RGB. Таким образом, такой растр является 8-битным и цветным одновременно, эта форма очень удобна для хранения топографических и тематических карт, имеющих ограниченное количество использованных цветов.

Особым параметром цветового значения пиксела является прозрачность. ArcGIS позволяет назначить одному из цветов атрибут «прозрачность», что позволяет, например, убрать рамку определенного цвета у растровых данных.

Спектральное разрешение. Бумажные материалы, как и земная поверхность, сканируются в определенных диапазонах спектра. Количество и ширина этих диапазонов называются спектральным разрешением прибора-сканера. При сканировании бумажных материалов используется 3 диапазона спектра, соответствующих красной, зеленой и синей частям, за счет этого результат выглядит так же, как при наблюдении его своими глазами. А вот дистанционное зондирование Земли из космоса ведется, как правило, в диапазонах, отличных от привычных человеческому глазу, например в

ближнем и среднем инфракрасном, поэтому получить изображение, которое мы бы увидели, находясь на месте камеры, часто невозможно. Но благодаря такому выбору становятся различимы объекты, недоступные человеческому глазу. Помимо особых спектральных диапазонов, отличие данных дистанционного зондирования (ДДЗ) и состоит в их большем количестве: число диапазонов, в которых ведется съемка, может достигать нескольких сотен. По количеству диапазонов данные ДДЗ разделяют на панхроматические (1 диапазон), мультиспектральные (до 30 диапазонов), гиперспектральные (более 30 диапазонов).

Управление растрами в ArcGIS. Источник растровых данных может быть составлен из одного слоя или набора слоев, которые действуют как один (составной). ArcGIS поддерживает много форматов растровых изображений, и они могут быть монохромными (черно-белые) или мультиспектральными (много полос или слоев, представляющих много цветов).

ArcCatalog позволяет управлять индивидуальными источниками растровых данных двумя способами: *Набор растровых данных* представляет один источник растровой информации; *Каталог растров* представляет множество индивидуальных источников растровых данных, которые могут быть представлены в разных форматах и с разным разрешением, но отображаются и управляются как один.

Для некоторых форматов растровых данных в виде *Таблица* можно увидеть атрибуты, описывающие набор растровых данных. Атрибуты могут содержать описательную информацию о значениях растра, такую, например, как типы землепользования.

ArcGIS также использует растровый формат данных ESRI, называемый ГРИД. ГРИДы чаще всего содержат расчетные данные и используются для анализа и моделирования.

Для хранения или показа растров в ArcGIS может использоваться ArcCatalog, а для создания, редактирования, управления или анализа растровых наборов данных – приложение Spatial Analyst.

6.3. Представление классов объектов

Напомним, что объекты бывают точечные, линейные и полигональные. Очевидно, что непрактично хранить каждую линию в ее собственном наборе данных. Поэтому существует такое поня-

тие, как *классы объектов*, которые позволяют объединять идентичные объекты. Например, шоссе, основные дороги и второстепенные дороги могут быть сгруппированы в класс линейных объектов под названием «Дороги» (см. рис. 6.5). Все клиенты бизнеса с различными привилегиями могут быть сгруппированы в класс точечных объектов под названием «Клиенты». Территории для однородной разновидности живой природы могут быть сгруппированы в класс полигональных объектов «Среда обитания».

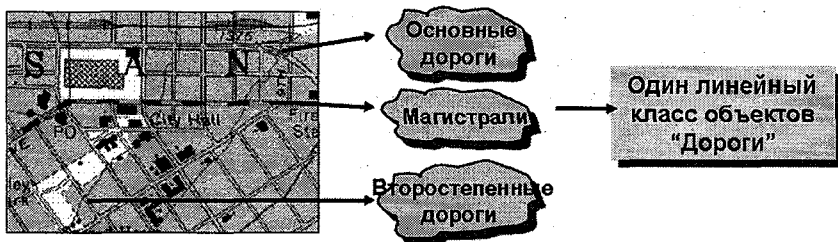


Рис. 6.5. Представление классов объектов.

Термин «Класс объектов» используется для любой группы точек, линий или полигонов независимо от формата хранения данных.

6.4. Связь пространственной и атрибутивной информации

Пространственные данные, с которыми работают в ГИС (шейп-файлы, покрытия, базы геоданных), хранят в себе как геометрическое положение объектов, так и атрибутивную информацию, с ними связанную. Например, слой «Озера» имеет атрибутивную таблицу, в которой для каждого географического объекта этого слоя – озера – могут быть описаны такие характеристики, как название, максимальная и средняя глубины, количество видов рыб, обитающих в озере, и т. д. Связь между атрибутивной и пространственной информацией об объекте осуществляется с помощью уникального идентификатора (см. рис.6.6). Он хранится в специальном поле таблицы (shape), недоступном для редактирования.

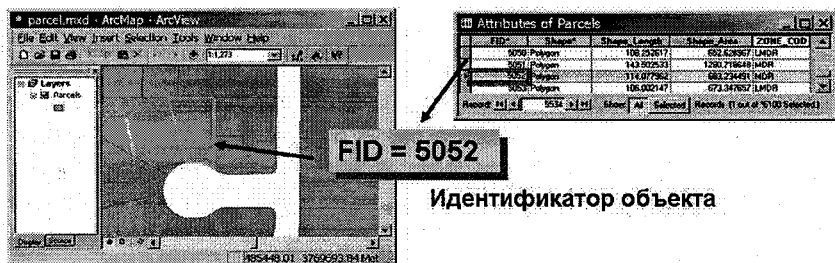


Рис. 6.6. Связь пространственной и атрибутивной информации.

Взаимосвязь между пространственными данными и таблицами атрибутов автоматическая, поэтому при выборе объекта или объектов в «Виде данных» будет выбрана строка или строки в атрибутивной таблице слоя, описывающие этот объект. И выбранный объект, и соответствующая строка будут выделены цветом. И наоборот – при выборе записи в таблице в слое будет выбран объект, описываемой этой строкой. Эта же связь отражается и на любых других операциях с данными в ГИС. При выполнении операций, связанных с изменением количества пространственных объектов (удаление, копирование, создание новых и т. д.), соответственно будет изменяться и количество строк в атрибутивной таблице.

Такая связь между пространственными и табличными данными позволяет представить пространственные объекты в «Виде данных» в зависимости от значений полей атрибутивной таблицы, а также позволяет производить различные выборки пространственных объектов на основе атрибутов. Кроме того, к атрибутивной таблице слоя могут быть присоединены внешние таблицы.

6.5. Форматы пространственных данных

В настоящее время не имеется стандартного формата для данных ГИС. Различные изготовители программного обеспечения ГИС и другие организации непрерывно искали более эффективные и универсальные цифровые форматы, чтобы хранить географическую информацию. Одно из достоинств ArcGIS – возможность совместной поддержки всех форматов ESRI: шейп-файлов, покрытий, гридов, базы геоданных и данных, получаемых по Интернету посредством ArcIMS (см. рис.6.7).

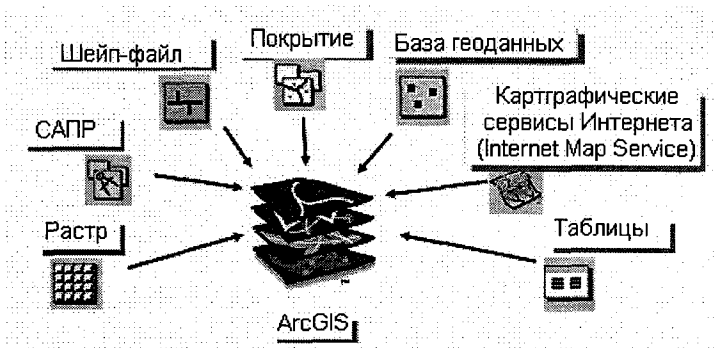


Рис. 6.7. Форматы пространственных данных.

ArcGIS также поддерживает три наиболее общих формата САПР (САПР) файла (DXF, DWG и DGN), как и множество обычных растровых форматов.

Рассмотрим более подробно эти форматы.

6.5.1. Шейп-файл

Шейп-файлы удобны для построения карт и некоторых видов анализа. В каждом шейп-файле хранятся объекты, принадлежащие к одному классу объектов (точки, линии, полигоны). Поэтому класс линейных объектов рек и каналов (представляющий местоположение водного объекта в виде линии) и класс полигональных объектов рек и каналов (представляющий очертания водного объекта) должны быть сохранены в различных шейп-файлах.

Независимо от типа объекта таблица атрибутов шейп-файла автоматически сохраняется в формате dBASE, называется shapefile.dbf (например, river.dbf) и может быть доступна в приложениях ArcGIS или DataBase Desktop. К тому же, шейп-файл – родной формат для ArcView 3.x, так что в нем можно просматривать, отображать и редактировать как пространственные, так и атрибутивные данные в ArcView 3.x.

Шейп-файлы – векторная структура файла для хранения атрибутивной информации и информации о местоположении точек, линий или полигонов. Каждый такой файл состоит по крайней мере из трёх: <имя> .shp, <имя> .shx и <имя> .dbf (например, river.shp, river.shx и river.dbf). Однако могут иметься и другие файлы, связанные с шейп-файлами, которые могли быть не замечены

и потеряны при попытке скопировать или переместить шейп-файл, используя операционную систему конкретного компьютера. Поэтому для копирования, перемещения или переименования шейп-файлов следует использовать только ArcCatalog.

6.5.2. Покрытие

Покрытие – родной векторный формат ArcInfo Workstation. Это традиционный формат для обработки сложных географических данных, позволяющий строить наборы географических данных высокого качества и проводить сложный пространственный анализ. Покрытие представляет собой собирательный механизм, который может содержать один или несколько классов объектов. Например, покрытие землепользования может содержать как класс полигональных объектов, представляющий смежные границы участков землепользования, так и класс линейных объектов, используемый для моделирования точного переходного местоположения между типами землепользования. Для представления пространственных объектов покрытия используют наборы классов пространственных объектов. Каждый класс содержит набор точек, линий (дуг), полигонов или аннотаций (текста). Классы пространственных объектов могут иметь топологию, которая определяет пространственные отношения между объектами. Для представления объектов одного класса пространственных объектов часто недостаточно. Например, как линейный, так и полигональный классы объектов присутствуют в покрытии, совместно описывая полигональные объекты. Кроме того, полигональные объекты имеют точки меток, которые хранятся в отдельном классе пространственных объектов. Каждое покрытие располагает классом объектов, содержащим контрольные точки (тики), которые представляют собой известные реальные координаты на земной поверхности.

Организация покрытий ArcInfo. Атрибуты объектов хранятся в таблицах INFO, отдельно для каждого класса пространственных объектов покрытия. Другие атрибуты могут храниться в таблицах INFO либо в таблицах реляционных систем управления базами данных, а затем соединяться с объектами посредством класса отношений. Просматривая содержимое папки в «Каталоге», можно видеть все содержащиеся в ней покрытия и таблицы INFO. Сама папка INFO не видна. Чтобы увидеть классы пространственных

объектов покрытия, в него необходимо «войти». Каждый класс объектов представляет как сами объекты, так и связанную с ними атрибутивную таблицу.

В дополнение к покрытиям, рабочие области могут также хранить любой другой тип географических данных (например, шейп-файлы, базы геоданных, гриды) или связанные файлы, такие как графические файлы или файлы документации.

Очень важно использовать только инструменты ArcGIS, чтобы управлять и манипулировать покрытиями и рабочими пространствами. Эти инструменты предназначены для сохранения связи между файлами, хранимыми в директории покрытий, и файлами, хранимыми в директории INFO. Инструменты управления файлами операционной системы не поддерживают эту связь.

Файлы покрытия сохраняются в папке покрытия и папке INFO. Файлы в обеих папках требуются, чтобы восстановить пространственную и атрибутивную информации покрытия.

Топология покрытия. Топология – это процедура точного определения и использования пространственных отношений, присущих геометрии объектов. В отличие от шейп-файлов покрытия явно хранят топологическую информацию (длина, область, периметр, смежность и связи) как часть таблицы атрибутов объекта. Например, покрытия, содержащие классы линейных объектов, имеют свойства длины и связанности, определенные в <покрытие>.aat; классы полигональных объектов содержат область и периметр в <покрытие>.pat и покрытия, содержащие классы и линейных, и полигональных объектов, определяют информацию смежности в <покрытие>.aat.

Покрытия могут быть показаны во всех приложениях ArcGIS, но отредактированы они могут быть только приложениями ArcEdit или ArcInfo Workstation.

6.5.3. Формат данных: файлы САПР (CAD)

В ArcCatalog вы можете напрямую обращаться к чертежам САПР. Эти чертежи обычно содержат множество слоев, каждый из которых имеет определенный тип географического объекта. Каждому чертежу САПР на диске в дереве каталога соответствует два элемента: набор данных САПР и чертеж САПР (см. рис.6.8).

Набор данных САПР содержит точечные, линейные и полиго-

нальные классы пространственных объектов, а также классы аннотаций. Классы пространственных объектов САПР отображаются в виде «География» с использованием тех же символов по умолчанию, что и для отображения шейп-файлов или покрытий. Если создать слой на основе класса пространственных объектов САПР, то также можно изменить символы, используемые для прорисовки объектов, соединить атрибуты, хранящиеся в отдельных таблицах, с объектами слоя, выбрать, какие объекты нужно отображать в соответствии со значениями атрибутов. В ArcMap можно только анализировать и изменять способ отображения объектов слоя, если он основан на классе пространственных объектов САПР.

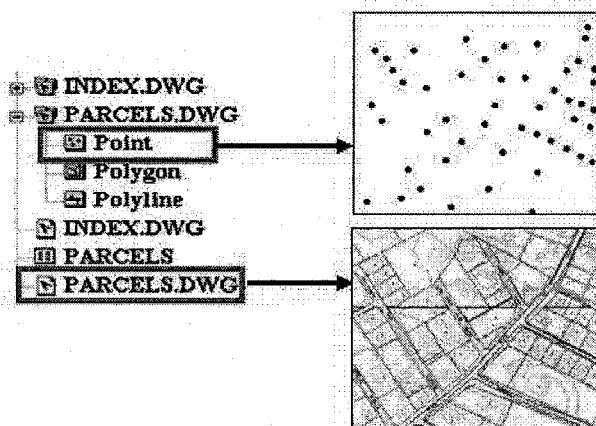


Рис. 6.8. Формат данных САПР.

Чертеж САПР представляет собой все пространственные объекты всех слоев чертежа. В виде «География» объекты чертежа отображаются в соответствии с настройкой, хранящейся в самом чертеже. Создав слой на основе чертежа САПР, вы можете управлять отображением слоев, входящих в его состав.

Таблицы атрибутов CAD. Каждый индивидуальный класс объектов в пределах файла CAD имеет таблицу атрибутов, обычно .dxf-файл. Эта таблица показывает атрибуты из файла CAD.

Способность отображения и анализа родных файлов CAD невероятно полезна. Вы можете использовать эти данные для анализа без конвертации.

Преобразование файлов CAD. Инструменты конвертации ArcToolbox поддерживают как импорт, так и экспорт файлов DWG, DXF и DGN в шейп-файлы и базу геоданных. Экспорт в файлы формата CAD является возможностью версии ArcGIS 9. ArcMap поддерживает экспорт данных CAD в шейп-файл или базу геоданных через функцию слоя «Данные > Экспорт данных». ArcCatalog поддерживает экспорт класса объектов CAD в форматы класса объектов покрытие, шейп-файл или база геоданных. Это можно проделать через контекстное меню слоя в дереве каталога.

6.5.4. Формат данных: база геоданных

В отличие от форматов с файловой основой, например покрытий и шейп-файлов, которые хранят координату объекта и атрибутивную информацию в отдельных файлах, база геоданных способна хранить оба типа информации в одной базе данных. Эта централизация хранения предоставляет много преимуществ.

Каждый класс объектов базы геоданных может хранить только один тип объектов (точки, линии или полигоны), но они легко группируются в наборы классов объектов, если имеют одну систему координат.

База геоданных – родной формат данных для всех приложений ArcGIS. Обратите внимание: термин «база геоданных» используется для обращения к формату хранения. Следует знать, что ArcGIS поддерживает две физические интерпретации базы геоданных: персональная база геоданных и база геоданных ArcSDE. Персональная база геоданных предназначена для мелкомасштабных проектов и хранится в формате MDB. Многопользовательская база геоданных (ArcSDE) предназначена для более крупных приложений ГИС и баз данных и хранится в одном из форматов реляционной СУБД – Oracle, SQL Server, DB2, Informix. ArcGIS обеспечивает необходимый интерфейс между выбранным РСУБД и настольными приложениями. Независимо от физической интерпретации операции отображения, запроса и анализа выполняются в обоих типах базы геоданных. Обратите внимание, что имеются некоторые различия в функциональных возможностях из-за физических проблем хранения.

К персональным базам геоданных можно обращаться непосредственно из каталога. Чтобы получить доступ к многопользова-

тельской базе геоданных, необходимо добавить в каталог подключение базы геоданных. При подключении базы данных выбирается провайдер данных — для многопользовательских баз геоданных таким провайдером является ArcSDE. Лицензии ArcEditor и ArcInfo позволяют создавать, редактировать и удалять объекты классов персональной и многопользовательской баз геоданных. Лицензия ArcView позволяет создавать, редактировать и удалять объекты персональной базы геоданных и использовать объекты базы геоданных ArcSDE для различных процессов — запросов, объединений и связей.

Преимущества базы геоданных. База геоданных обеспечивает:

- централизованное хранение пространственных и атрибутивных данных;
- легко реализуемые правила поведения;
- многочисленные пользовательские опции;
- многопользовательское редактирование (только для базы геоданных ArcSDE).

База геоданных поддерживает разнообразные функции моделирования, управления и анализа. Одно из её ключевых достоинств состоит в том, что реализация таблиц, классов объектов, наборов классов объектов и правил взаимоотношения позволяет смоделировать действительность более реально, чем это было возможно с другими моделями данных.

Модель данных базы геоданных может минимизировать различия между логическими и физическими моделями действительности, соединяя более интуитивно объекты данных. Например, покрытие или шейп-файл обеспечивают механизм общего хранения точечного объекта, для которого может требоваться макро-язык ARC(AML) или программа Avenue (Авеню) для поддержания правил вычисления атрибутов и другого поведения. База геоданных позволяет хранить объект «Электрические цепи» как обычный точечный объект, описав его поведение с использованием подтипов, атрибутивных доменов, правил отношений и топологических правил.

Поскольку наборы данных становятся более разнообразными, создание и обслуживание данных упрощается. Способность моделирования простых и сложных отношений через графический ин-

терфейс пользователя означает, что нет необходимости во внешнем программировании для большинства операций. Дополнительное преимущество базы геоданных ArcSDE – способность поддержания многопользовательского редактирования и инструментов проверки целостности базы геоданных.

Проверка корректности базы геоданных. Многие объекты в базе геоданных могут быть связаны друг с другом. Чтобы явно определить отношения между объектами, создаются классы отношений. Отношения позволяют использовать атрибуты, хранящиеся в связанном объекте, для отображения и подписывания объектов или запросов к классу пространственных объектов.

Классы пространственных объектов в наборе классов могут быть организованы в геометрическую сеть. Эта сеть объединяет линейные и точечные объекты для моделирования линейных объектов (электрическая сеть). Топология – это набор взаимоотношений пространственных объектов одного или нескольких классов пространственных объектов, имеющих общие элементы геометрии.

Проверка корректности базы геоданных определяет правильность ее организации относительно созданных ранее правил и осуществляется после создания или редактирования данных. В базе геоданных можно устанавливать два типа проверки: пространственную и атрибутивную.

Пространственная проверка. Такая проверка может осуществляться двумя способами: проверкой топологии или геометрических сетей. Оба эти пространственных типа проверки требуют набора классов пространственных объектов, в которых объекты классов подчиняются правилам топологии или правилам геометрических сетей. Один класс объектов не может подчиняться всем правилам. Обе проверки доступны в лицензиях ArcEditor и ArcInfo.

Проверка атрибутов. Проверка атрибутов основывается на трёх понятиях – подтипы, домены и классы отношений, применяемых к табличным данным.

Подтипы – способ группировки объектов одного класса объектов в подмножества, основанный на значении атрибутов. Например, класс объектов «Улицы» делится на два подтипа, которые основываются на значении атрибутивного поля «Класс». Подтипы

могут использоваться в топологиях для обеспечения более гибкого контроля пространственных отношений объектов, а также в правилах связности геометрических сетей.

Домен – определение допустимых атрибутивных значений для поля или подтипа. В любом случае домен ассоциируется с полем атрибутов, только значения внутри домена допустимы для поля. Другими словами, поля не примут значения, которых нет в домене.

Пространственная и атрибутивная проверки требуются для поддержания целостности данных и эффективности проведения операций управления, отображения и редактирования в базе геоданных. ArcView и более продвинутые версии могут создавать и редактировать домены; подтипы могут быть созданы только при наличии лицензии ArcEditor и ArcInfo.

6.6. Создание объектов по их координатам

Пространственный объект – объект, который имеет геометрию. В большинстве случаев эта геометрия вводится в процессе оцифровки или сканирования бумажной карты. Часто пространственная информация поступает не в виде геометрии, а в виде косвенного описания местоположений по адресам улиц, названиям городов или даже по телефонным номерам. Чтобы отобразить эти местоположения на карте и выполнить их анализ, компьютеру нужно дать геометрическое представление этих местоположений, например в виде точечных пространственных объектов.

Существует два способа размещения точечных объектов, хранящихся в таблицах:

- геокодирование;
- добавление данных по координатам x, y .

Геокодирование, также известное как сопоставление адресов, – процесс создания геометрического представления для описания местоположений в пространстве. Сервис геокодирования определяет процесс преобразования алфавитно-цифровых описаний местоположений в географические объекты.

В дополнение к источникам данных, таким как шейп-файл, можно добавить табличные данные, которые содержат географическое местоположение в виде координат x, y . Координаты x, y описывают расположение отдельных объектов на земной поверх-

ности, таких как пожарные гидранты в городе или точки, где были отобраны почвенные образцы. Используя прибор глобальной позиционной системы – GPS, можно получить данные координат x , y .

Для того чтобы добавить координаты на карту, таблица должна содержать 2 поля – одно для x -координаты и одно для y -координаты. Величины в полях можно представить в любой координатной системе: в единицах широты и долготы или в метрах.

Добавленный на карту слой ведет себя подобно любому другому пространственному слою. Например, можно выбрать, следует ли его отобразить, задать условные знаки для отображения объектов, установить масштаб видимости слоя или отобразить только то множество пространственных объектов, которые отвечают некоторому критерию.

7. Управление данными

Для управления данными в пакете ArcGIS существует специальное приложение – ArcCatalog.

7.1. Файловые операции

Каждый слой представляет собой некоторое количество файлов на диске. Например, слой в шейп-формате на диске представлен минимум тремя файлами:

- файлом пространственной информации (имеет расширение shp);
- файлом атрибутивной информации (имеет расширение dbf);
- файлом индекса (имеет расширение shx).

Среди дополнительных файлов могут быть файл проекции, пространственные и атрибутивные индексы, файлы легенды и т. д. Растровое изображение, например космический снимок, может дополнительно иметь файл статистики и пирамидных слоев, ускоряющих работу с данными. Таким образом, копирование этих данных обычным образом, так же как и другие операции на файловом уровне, может быть затруднительным, так как требует от пользователя внимательного отслеживания наличия всех относящихся к слою файлов.

Серьезно облегчает эту задачу одна из функций ArcCatalog. В функции ArcCatalog кроме файловых операций также входят:

- просмотр данных,
- создание новых данных,
- описание пространственной привязки данных (проекция, система координат).

Окно ArcCatalog (рис.7.1) разделено на две части. В левой части окна можно увидеть дерево каталога, общий вид структуры данных. Справа расположены закладки, позволяющие исследовать содержимое выбранного в дереве элемента. Создавая подключение к папке, базе данных или ГИС-серверу, пользователь получает доступ к данным, с которыми установлена связь, – расположены ли они на локальном диске или в базе данных сети. Вместе эти связи создают «каталог» источников географических данных.

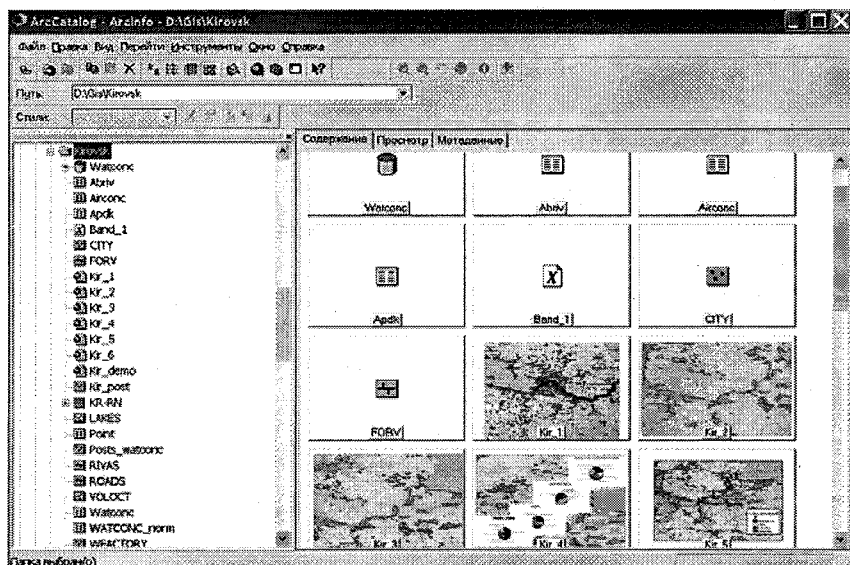


Рис. 7.1. Окно ArcCatalog.

В пределах ArcCatalog географические данные можно перемещать, копировать, переименовывать и удалять; можно создавать связанные метаданные, управлять ими и редактировать их; можно

выполнять некоторые модификации данных, добавляя поля к таблицам, определять подтипы, создавать области и строить табличные отношения. Добавив окно ArcToolbox, можно также получить доступ ко всем инструментам управления данными, содержащимися внутри различных наборов инструментов.

7.2. Три способа просмотра данных

В ArcCatalog можно просматривать ваши данные, используя три закладки:

Закладка «Содержание» показывает, что содержит выбранный в дереве каталога элемент (например, папка, база геоданных или набор данных объекта). Существует четыре способа просмотра содержания элемента: крупные значки, в форме списка, показывающая детали (показывая тип данных) и в виде образцов.

Закладка «Просмотр» показывает географические или табличные данные выбранного элемента. Вид «География» – способ предварительного просмотра географических данных. Для пунктов, содержащих и географические данные, и табличные атрибуты, можно совместить два вида предварительного просмотра, используя ниспадающий список в левом нижнем углу закладки «Просмотр». Доступные просмотры не ограничены видами «География» и «Таблица». Разработчики могут создавать свои собственные пользовательские виды просмотра и добавлять их к списку. Например, вид AML может позволить просматривать содержание AML файла, который был добавлен к базе данных.

Закладка «Метаданные» показывает метаданные выбранного элемента. Метаданные описывают ресурсы, как карточка в библиотечном каталоге описывает книгу. Для первоначального создания метаданных необходимо выбрать закладку «Метаданные». Приложение ArcCatalog автоматически добавит к метаданным свойства объектов – такие, как экстенд пространственных объектов шейп-файла. Когда следующий раз придется просматривать или редактировать метаданные, ArcCatalog автоматически модернизирует эти свойства в соответствии с текущей информацией.

7.2.1. Закладка «Содержание»

В закладке «Содержание» элементы, содержащие в себе наборы других элементов, такие как папки, базы данных, покрытия и

наборы классов, отображаются вверху списка «Содержание» и сгруппированы по типу. Такое отображение элементов похоже на Проводник Windows. Отдельные элементы, такие как шейп-файлы, карты и таблицы, перечисляются ниже сплошной группой.

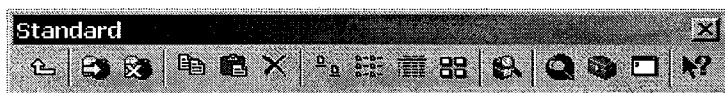


Рис. 7.2. Кнопки изменения способа просмотра данных.

В закладке «Содержание» можно просматривать данные, внесенные в список четырьмя различными способами (используйте кнопки на панели «Стандартные», представленные на рис. 7.2):

- Вид «Значки»: все элементы представлены крупными значками в главном окне. Значки выстраиваются в алфавитном порядке.
- Вид «Список»: элементы показываются в простом списке с маленькими значками слева от имен файлов.
- Вид «Детали»: элементы показываются в простом списке с маленькими значками слева от имен файлов (подобно виду «Список», но ещё дается дополнительная информация, например тип данных каждого файла).
- Вид «Образцы»: все элементы представлены образцами в главном окне показа.

7.2.2. Создание образцов

Образцы – моментальные снимки данных того времени, когда они были созданы; поэтому образцы могут быстро устаревать и их нужно часто обновлять.

Образцы автоматически создаются для документов карты. Для других элементов образец должен быть создан вручную. Если для элемента не был создан образец, то значок, описывающий тип данных, и название элемента появляются вместо образца.

Для создания образца в ArcCatalog следует включить панель инструментов «География» в интерфейсе ArcCatalog. Для доступа к панели щелкните «Вид/ Панели инструментов/ География».

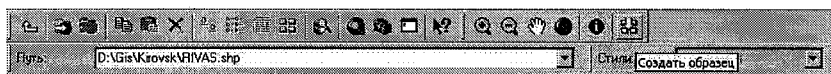


Рис. 7.3. Создание образцов.

Для создания образца просто выбирают слой в дереве каталога, щелкают кнопкой на закладке «Просмотр», а затем на значке «Создать образец» на панели инструментов «География».

Чтобы просматривать созданный образец, щелкните кнопкой на наборе данных «Папка/База геоданных/Объект», который содержит слой, выберите закладку «Содержание» и нажмите на кнопку «Образцы» на панели инструментов ArcCatalog. Теперь созданный образец виден.

7.2.3. Закладка «Просмотр»

Когда элемент выбран в дереве каталога, закладка «Просмотр» отображает географические и табличные данные выбранного элемента. Внизу закладки имеется выпадающий список, позволяющий пользователям выбирать вид представления («География» или «Таблица»).

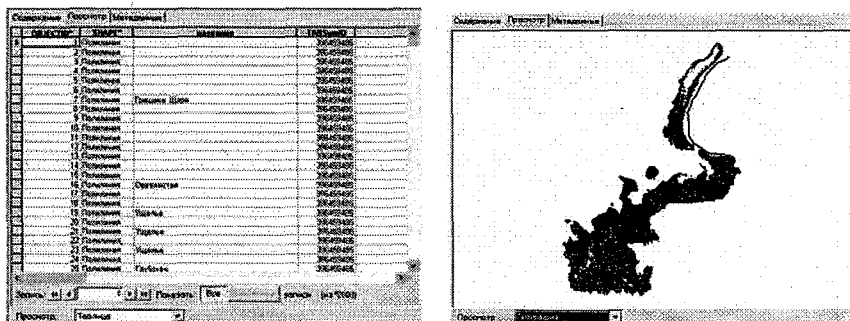


Рис. 7.4. Способы просмотра данных.

«География» — автоматически выбирающийся вид, в котором данные показаны случайным цветом и (или) набором символов (см. рис.7.4). Вид представления «Таблица» отображает атрибутивные данные, связанные с выбранным классом объектов, в табличной форме.

Третий вид просмотра, 3D, также возможен, если добавлен 3D Analyst Extension. Можно создавать собственные пользовательские виды, если этих трёх недостаточно для решения поставленной задачи.

7.2.4. Закладка «Метаданные»

Рано или поздно при интенсивной работе с ГИС количество различных слоев, вариантов одних и тех же данных, одинаковых данных, полученных из разных источников, превышает критическое и эффективность работы с ними снижается. Решением этой проблемы может стать использование метаданных – информации о данных. Метаданные представляют собой специальное описание пространственных данных, заполняемое по специальным категориям. Будучи аккуратно заполненными, метаданные напоминают об источниках, приведенных масштабах, дают краткое описание данных. При файловых операциях со слоями метаданные также копируются (перемещаются, удаляются) вместе с остальными файлами. Метаданные обеспечивают достоверность данных, и во многих ситуациях эти данные могут быть непригодными для интерпретации или использования без них.

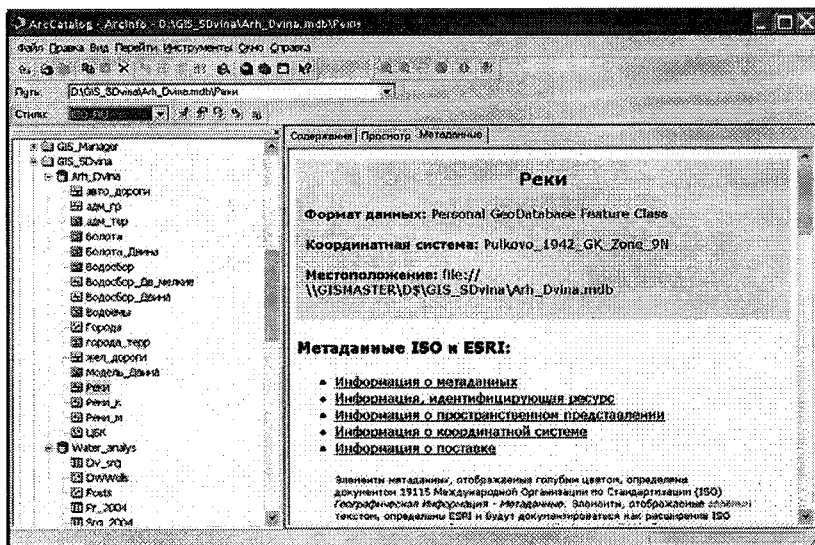


Рис. 7.5. Метаданные слоя.

Закладка «Метаданные» в ArcCatalog показывает метаданные для выбранного набора данных. Если метаданных не существует для выбранного набора данных, то ArcCatalog создает их сам согласно имеющейся информации. Для стиля представления FGDC

ESRI закладка «Метаданные» разделена на три категории (см. рис.7.5), каждая с активной закладкой:

- *Описание* – содержит основную повествовательную информацию о наборе данных, включая источник, организацию, дату, использование и ограничения.
- *Пространственные* – содержит информацию о системе координат, пространственной привязке, географический экстенс набора данных.
- *Атрибуты* – включает поля, области атрибутов и связанную табличную информацию.

Метаданные для любого набора данных можно создавать, редактировать, импортировать и экспортировать. Поскольку информация о них сохранена в формате XML, она может использоваться с другим программным обеспечением, которое способно читать XML-документы.

Просматривать метаданные в ArcCatalog можно, выбрав элемент в дереве каталога и затем щелкая на закладке «Метаданные» в области показа. Имеется множество шаблонов стилей для просмотра метаданных, доступных в ArcCatalog. Шаблоны стилей форматируют данные из базы данных и представляют собой результаты в виде отчёта. Метаданные сохраняются как файл Extensible Markup Language (XML), и шаблон стиля определяет, как представлены данные XML. Шаблоны стилей написаны с использованием Extended Stylesheet Language (XSL). Стили ArcCatalog создают HTML-страницы, поэтому с видимой информацией можно работать как с любой страницей в Web-браузере. Пользователь может создавать собственный стиль для представления метаданных в ArcCatalog, используя XSL.

Шаблоны стилей в соответствии со стандартом FGDC. Федеральный комитет по географическим данным (FGDC) в США определяет стандарты пространственных метаданных в Содержании стандартов для пространственных метаданных, и оно координирует развитие Национальной инфраструктуры пространственных данных (NSDI).

Стандарт международной организация по стандартизации (ISO) – другой общий стандарт для сбора метаданных о пространственных данных.

7.3. Подключение к папкам

В отличие от Windows Explorer ArcCatalog не вносит в список все файлы, сохраненные на диске; поэтому, когда смотрите в папку, может казаться, что она пустая. ArcCatalog автоматически вносит в список только файлы географических данных. Автоматически ArcCatalog может предоставить доступ к нескольким типам географических данных (например, шейп-файлам, покрытиям). Чтобы предоставить доступ ArcCatalog к новому типу данных (как пространственным, так и непространственным), следует определить тип данных в списке «Тип Файла» в диалоге «Опции».

В начале работы с ArcCatalog дерево каталога содержит элементы, соответствующие жестким дискам компьютера. Чтобы получить доступ к данным, хранящимся на носителе или другом компьютере в сети, нужно добавить подключения к этим элементам. Подключение папки может указывать на любую папку, к которой пользователь имеет доступ. Например, можно удалить из каталога подключение к диску и заменить его подключением, которое указывает на определенную папку, содержащую географические данные.



Рис. 7.6. Кнопки подключения к папкам.

Для подключения к папке нажмите кнопку «Подключиться к папке» на панели инструментов «Стандартные» (см. рис.7.6), выберите нужную папку из списка и нажмите «ОК». Для отключения

папки, выберите папку и нажмите кнопку «Отключиться от папки». Чтобы быстро подключиться к папке, наберите путь к ней в текстовом поле «Местоположение» и нажмите Enter. Можно также создавать соединения через Network Neighborhood (работать с географическими данными, хранящимися в РСУБД), чтобы хранить путь Uniform Naming Convention (UNC). UNC используется для файлов слоя или документов карты – для ссылки на исходные данные слоя. Наконец, можете удалять подключения к папкам и скрывать папки, которые в данный момент не требуются.

7.4. Опции ArcCatalog

Закладки пункта меню «Опции» (см. рис.7.7) позволяют настраивать свойства поведения некоторых элементов в каталоге:

- «Общие» – выбор объектов верхнего уровня каталога, свойств и типов отображаемых файлов в каталоге;
- «Типы файлов» – добавление новых типов файлов, которые не содержатся в списке, упомянутом в закладке «Общие»;
- «Содержание» – определение столбцов закладки «Содержание»;
- «Метаданные» – определение стиля метаданных. Если флажок «Редактор метаданных» включен, ArcCatalog автоматически создает и (или) модернизирует файлы метаданных;
- «Геообработка» – установка пути для вновь создаваемого класса пространственных объектов;
- «Таблицы» – определение вида таблицы содержания;
- «Растр» – выбор используемых ArcCatalog растровых форматов; определение отображения различных растровых форматов и процесса построения пирамид ArcCatalog для облегчения более быстрого растрового показа;
- «САПР» – изменение отображения чертежей САПР в дереве каталога.



Рис. 7.7. Опции ArcCatalog.

Один из форматов САПР – файлы с расширением dgn. Если требуется, чтобы каталог проверял все файлы в папке на совместимость с данными формата dgn, отметьте эту опцию галочкой. Таблица содержания каталога откроется медленнее, но в ней будет отображен полный список файлов dgn.

8. Отображение данных

Выбор способа отображения данных на карте определяет ее информативность. Объекты на карте могут быть отображены еди-

ным символом, отражать категории (карты уникальных значений), могут отражать количественные данные или несколько связанных атрибутов (см. рис.8.1).

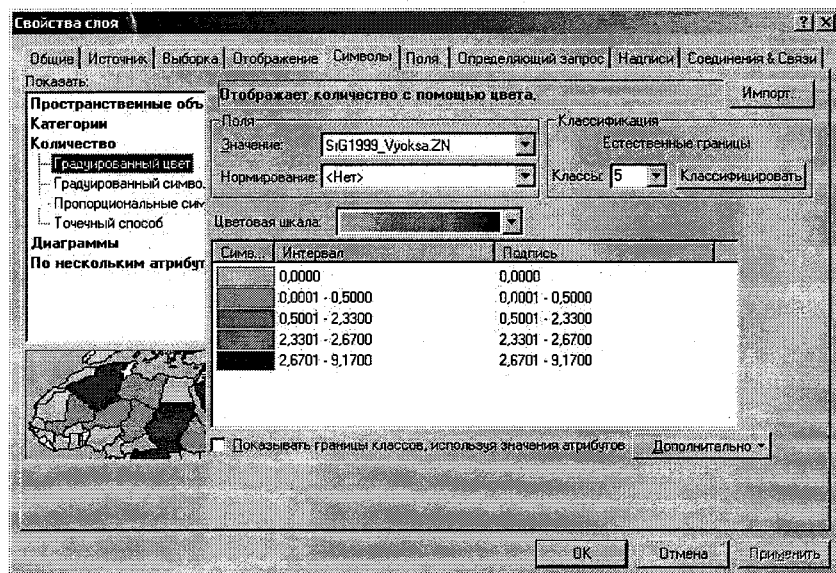


Рис. 8.1. Выбор способа отображения данных.

Свойства отображения объектов задаются путем выбора закладки *Символы* на панели *Свойств слоя*.

8.1. Единый символ для всех объектов

Единый символ для всех объектов при загрузке слоя используется по умолчанию. Для представления всех объектов слоя используется один и тот же символ и цвет.

ArcMap позволяет изменять символ (по щелчку левой клавишей мыши на нем) и его цвет (по щелчку правой клавишей мыши).

8.2. Отображение качественных значений

Категория описывает набор объектов с уникальным значением атрибута. Например, если дан набор данных с атрибутами, описывающими использование земли (например, жилые, коммерческие и общественные районы), то для представления каждого типа

землепользования могут использоваться различные символы. Изображение объектов таким образом позволяет видеть, где находятся объекты и какой категории они принадлежат (см. рис.8.2).

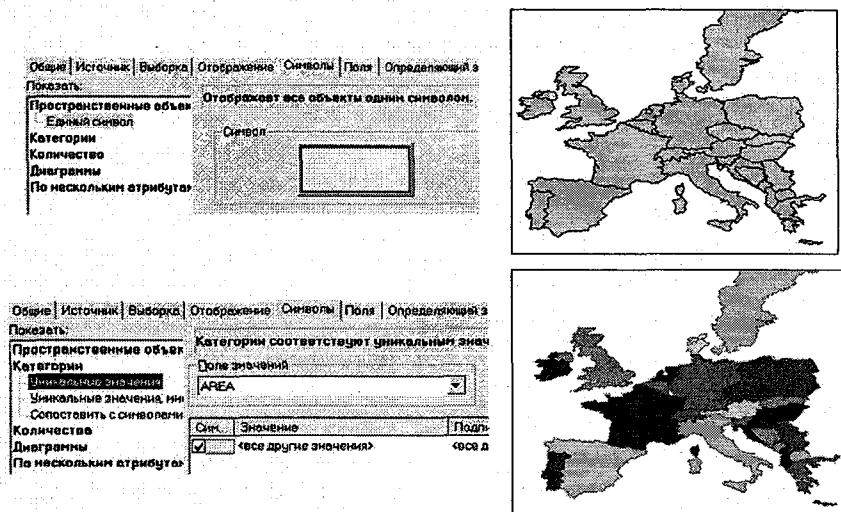


Рис. 8.2. Отображение качественных значений.

Картографируя данные с помощью категории или уникального значения, обращайтесь внимание на следующее:

- атрибуты, описывающие имя, тип или состояние объекта;
- атрибуты, содержащие значения измерений, которые уже сгруппированы (например, группы значений от 0 до 99 или от 100 до 199);
- атрибуты, которые однозначно идентифицируют объекты (например, атрибут названия страны может быть использован при изображении каждой страны своим уникальным цветом).

Пользователь может самостоятельно назначать определенный символ определенному значению атрибута или позволять ArcMap назначить символ для каждой уникальной величины, основываясь на выбранной цветовой схеме.

8.3. Отображение количественных значений

Количественные данные — данные, отображающие какую-либо количественную характеристику объектов. В отличие от дан-

ных по категориям, которые описывают объект с помощью уникального значения атрибута, такого как имя, количественные данные обычно характеризуют численность, количество, степени или ранжированные значения. Например, данные о количестве осадков и численности населения могут быть отображены на карте количественно.

Существуют следующие способы отображения количественных данных:

- градуированные или пропорциональные символы;
- градуированный цвет;
- диаграммы;
- точечный способ;
- по нескольким атрибутам.

Знание используемого типа данных и того, что должно быть показано на карте, поможет определить, какие количественные данные нужно использовать.

Если нужны реальные значения и относительные величины объектов (обычно полигонов), на карте следует отображать данные о числе или количестве. Будьте внимательны при отображении численных данных, поскольку на значение может влиять большое число разнообразных факторов, что может привести к созданию обманчивой карты. Например, при создании карты, показывающей величины полного объема продаж в регионе, значение объема продаж будет зависеть также от численности населения этого региона.

Если требуется минимизировать разницу, обусловленную разной площадью районов или различным количеством объектов в них, на карте должны быть отображены значения отношений. Отношения создаются делением двух значений данных, что также называется нормировкой данных. Например, деление количества населения в возрасте 18...30 лет на общее количество населения дает процентное значение населения в возрасте 18...30 лет. Аналогично деление значения на площадь объекта дает значение для единицы площади, т. е. плотность (частоту).

Если нужны относительные измерения, а реальные значения не важны, на карте отображают ранги. Например, если достаточно знать, что объект с рангом «3» выше, чем объект с рангом «2», но ниже, чем объект с рангом «4», неважно, насколько ниже или выше.

8.4. Выбор метода классификации

Отображая на карте количественные данные, можно либо присвоить каждому значению его собственный знак, либо сгруппировать значения в классы и использовать отдельный знак для каждого класса.

Если отображается несколько значений (меньше 10), каждому может быть присвоен свой символ. Это позволит получить более точную картину данных, поскольку при этом не объединяются различные объекты. Чаще значения данных бывают столь многочисленны, что отображать их по отдельности невозможно, и потому их приходится объединять в классы – классифицировать. Хорошим примером классификации данных является карта температур. Вместо отображения отдельных температур она показывает температурные полосы, где каждая полоса отражает определенный диапазон температур.

Способ определения диапазонов классов и их границ – максимальных и минимальных значений, разделяющих классы, определит, какие объекты попадут в каждый класс и, следовательно, как будет выглядеть карта. Изменяя классы, можно создавать совершенно разные на вид карты. Основная цель состоит в том, чтобы объединять в классы наиболее близкие по свойствам объекты.

Двумя ключевыми факторами классификации данных являются используемая схема классификации и количество классов (см. рис.8.3). Если пользователь хорошо знает свои данные, он может определить классы вручную. В ином случае ArcMap классифицирует данные, используя стандартные схемы классификации.*

Использование гистограмм классификации. Проверка распределения значений данных поможет создавать оптимальные границы классов и оптимальное количество классов. Диаграммы классификации покажут, как распределены значения данных.

Использование гистограмм классификации. Проверка распределения значений данных поможет создавать оптимальные границы классов и оптимальное количество классов. Диаграммы классификации покажут, как распределены значения данных.

* Наиболее распространенные схемы – это естественные границы, квантиль (равновероятностная классификация), равноинтервальная и по стандартному отклонению.

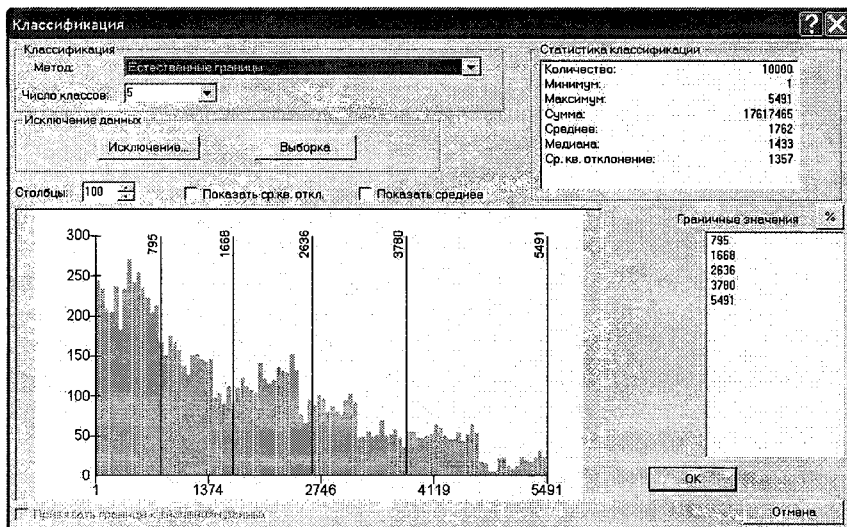


Рис. 8.3. Окно классификации.

В окне «Классификация» можно контролировать количество классов (пять по умолчанию), устанавливать позицию и интервал каждого класса, а также определять метод классификации (естественные границы по умолчанию).

Дополнительно можно изменить некоторые свойства гистограммы в контекстном меню «Классификация», щелкнув правой клавишей мыши на гистограмме. Контекстное меню содержит следующие опции:

- увеличение или уменьшение масштаба гистограммы;
- вставка или удаление линий границ;
- установка центра гистограммы.

8.4.1. Метод естественных границ

Этот метод классификации основан на естественной группировке данных. ArcMap определяет граничные точки (линии границ) путем поиска группировок и связей, заложенных в данных. Объекты делятся на классы, границы которых устанавливаются там, где встречаются относительно большие скачки значений.

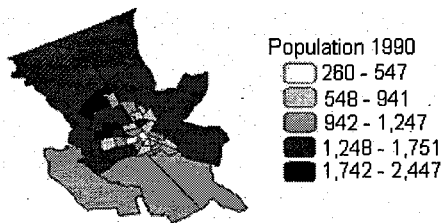


Рис. 8.4. Метод естественных границ.

Метод естественных границ хорош для отображения на карте неравномерно распределенных значений, так как располагает величины с близкими значениями в один класс (см. рис.8.4). Неудобство этого метода в том, что диапазоны классов определяются для индивидуальных наборов данных, что создает трудности при сличении карты с другими картами. Сложно также подобрать оптимальное количество классов, особенно если данные равномерно распределены.

8.4.2. Квантиль

В квантильной (равновероятностной) классификации каждый класс включает одинаковое количество объектов (см. рис.8.5 слева). Такая классификация хорошо подходит для линейно-распределенных данных, но из-за такой группировки объектов полученная карта может оказаться неверной: одинаковые объекты могут быть помещены в разные классы или же объекты с существенно различными значениями могут быть помещены в один класс. Искажение можно минимизировать, увеличив число классов.

Квантильный метод хорош для равномерно распределенных данных, для приблизительно одинаковых по размеру областей и для акцентирования позиции одного объекта относительно остальных. Неудобство может быть в том, что объекты с близкими значениями могут попасть в разные классы, что увеличит различие между этими объектами.

8.4.3. Метод равных интервалов

Схема равноинтервальной классификации делит диапазон значений атрибутов на равные промежутки. Например, если атрибут принимает значение от 0 до 300 и у вас есть три класса, каждый класс будет отражать промежуток в 100 единиц, соответст-

венно значения от 0 до 100, от 101 до 200 и от 201 до 300. Этот метод показывает количество значений одного уровня относительно других: например, при такой классификации легко узнать, что определенный магазин относится к той из трех групп магазинов, которая реализовала максимальное количество продаж. Метод равных интервалов лучше всего подходит для известных диапазонов значений, например для процентов или температур.

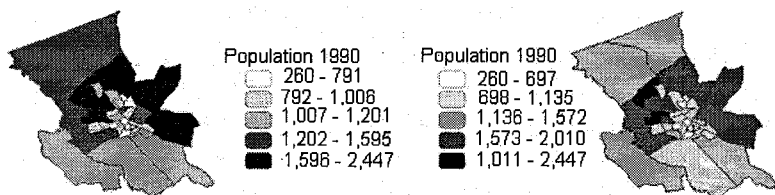


Рис. 8.5. Квантиль и равные интервалы.

Метод равноинтервальной классификации хорош для представления информации для не технической аудитории, так как он легок для понимания, потому что диапазоны каждого класса равны (см. рис.8.5 справа). Этот метод может создавать неудобства, если данные равномерно распределены и может быть много объектов в одном или двух классах, а отдельные классы пусты.

8.4.4. Среднеквадратичное отклонение

Эта схема классификации показывает величину отклонения значения атрибута от среднего. ArcMap вычисляет среднее значение и затем распределяет значения по классам, последовательно добавляя или вычитая из них стандартное отклонение (см. рис.8.6). Двухцветная палитра позволяет отделить значения выше среднего (показаны синим цветом) от значений ниже среднего (показаны красным цветом).

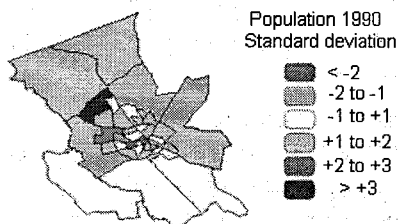


Рис. 8.6. Среднеквадратичное отклонение.

Этот метод хорош для представления объектов, которые попадают выше или ниже среднего значения и для отображения данных, которые имеют много значений вокруг среднего значения и немного удаленных от среднего значений – кривая нормального распределения. Неудобство – невозможность показать фактические значения, а только расположение их значений относительно среднего. К тому же, очень большие или очень малые величины могут быть сдвинуты относительно среднего, и большинство объектов попадет в один класс.

8.4.5. Исключение значений из классификации

Это хороший способ для проверки ваших данных перед завершением карты. *Исключение:* может оказаться, что существует несколько экстремально высоких или низких величин («за пределами») или нулевые значения там, где отсутствие данных невозможно. Эти величины могут «перекосят» классификацию и поэтому их следует исключить из классификации данных.

8.5. Отображение отношения двух значений

Может потребоваться пронормировать данные перед созданием карты. При нормировке данных для представления отношения один числовой атрибут делится на другой. Часто отношения более легки для понимания, чем простые значения данных. Например, деление общего количества населения на область проживания дает количество населения на единицу площади, или плотность, а при делении количества продаж одного магазина на общее количество продаж – процент от общего числа продаж данного магазина.

8.6. Отображение количества для точечных объектов

Точечные объекты можно отобразить при помощи градуированных или пропорциональных символов (см. рис. 8.7).

Градуированные символы. При отображении объектов с помощью градуированных символов градуированные величины группируются в классы. Внутри классов все объекты отображаются одним символом. Таким образом, различать величины отдельных объектов невозможно, можно только определить, что конкретная величина находится внутри определенного диапазона.

Пропорциональные символы. Пропорциональные символы представляют значения данных более точно, поскольку размер пропорционального символа отражает фактические данные.

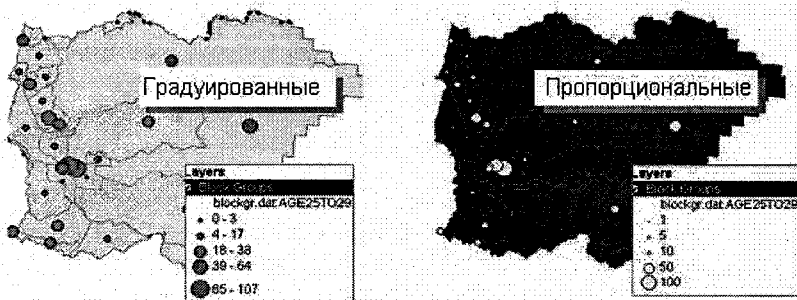


Рис. 8.7. Градуированные и пропорциональные символы.

Например, при создании карты землетрясений с использованием пропорциональных дуг, где радиусы дуг основаны на измерении колебаний Земли, возникают трудности с пропорциональными символами, когда величин оказывается слишком много, и символы становятся не воспринимаемыми. Также символы для больших величин могут стать настолько большими, что сольются и отдельные символы станут не видны.

Вообще, там, где данные имеют большой диапазон между нижними и верхними значениями, лучше использовать градуированные символы.

8.7. Отображение по нескольким атрибутам

Географические данные обычно имеют множество различных атрибутов, которые описывают созданные объекты. При частом использовании одного атрибута может возникнуть желание применить другие для символического отображения данных (показать категории или количество). Например, дорожную сеть можно показать, используя два атрибута: один, представляющий тип дороги, и другой, представляющий транспортный поток на ней. В этом случае следует использовать различные цветовые линии для представления типов дорог и также линии различной ширины для индикации транспортного потока по каждой дороге. Когда отображаются данные символически, с использованием нескольких

атрибутов, создается многосвязное отображение. Обозначив данные таким образом, можно эффективно отобразить больше информации о данных; однако это может сделать вашу карту более трудной для восприятия. Иногда лучше создать два отдельных отображения, чем попытаться отобразить всю информацию одновременно.

8.8. Отображение количества точечным способом

При создании точечной карты необходимо определить, сколько объектов будет представлено отдельной точкой и каковы размеры этих точек, и попробовать несколько комбинаций количества и размера для лучшего отображения (см. рис.8.8).

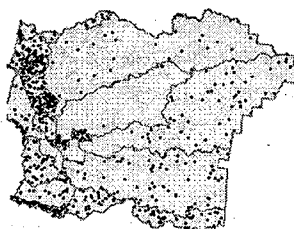
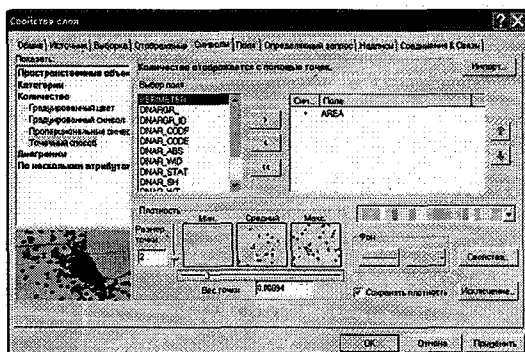


Рис. 8.8. Отображение количества точечным способом.

Выбирать величины необходимо так, чтобы точки не перекрывались, создавая непрерывные области, или не отстояли настолько далеко друг от друга, чтобы невозможно было видеть изменения в плотности их расположения.

8.9. Стили

ArcMap поддерживает более 12 000 условных знаков и символов, а также такие элементы оформления карты, как масштабная линейка, стрелка севера, палитра цветов и т. д. Все они организованы в стили. ArcMap включает большое количество предустановочных стилей для различных типов объектов: различные формы точек, ширины линий и полигонов. Эти символы сгруппированы

по категориям и отраслям (индустрия, промышленность, производство, учебные дисциплины). По умолчанию ArcMap не отображает полную палитру стилей ESRI; но добавить дополнительные стили при необходимости можно.

Работа в ArcMap начинается с двух типов стилей по умолчанию: полная палитра ESRI и символы Windows OS, которые сохраняются под локальным пользовательским профилем в файле с расширением style.

Стили управляются «Менеджером стилей», который доступен из меню «Инструменты» в ArcMap. Выберите «Стили» в меню «Инструменты», затем выберите опцию «Менеджер стилей».

Откроется диалоговое окно «Менеджер стилей». ArcMap предлагает два стиля по умолчанию: стиль ESRI и стиль пользователя. Можно ограничиться этими стилями или загрузить другие, нажав на кнопку «Стили». При этом стиль выбирается из предложенного списка, который будет загружен в сессию ArcMap. Предлагаются различные специальные стили, что облегчает согласование карт, сделанных с помощью ArcMap, с промышленными стандартами.

Если предложенных стилей не достаточно, можно создать ваш пользовательский набор стилей. Это может быть сделано при выборе опции «Новый» в контекстном меню стиля.

Инструмент «Менеджер стилей» используется при создании нового символа из предложенных вариантов или при изменении существующего символа. Для создания нового пользовательского символа щелкните правой клавишей мыши на любом стиле в «Менеджере стилей» и из контекстного меню выберите «Новый». Для изменения существующего символа щелкните правой клавишей мыши на «Менеджере стилей» и получите доступ к его свойствам. В обоих случаях будет активирован «Редактор свойства символа», который позволит установить тип символа, цвет, стиль, размер и т. д. для каждого слоя, в котором будет использован символ.

8.10. Масштабно-зависимое отображение

Для каждого слоя на карте может быть установлен диапазон масштаба, в котором ArcMap показывает этот слой. Установка масштаба отображения позволяет избегать беспорядка на карте,

ограничивая показ объектов, пока соответствующий масштаб не будет достигнут (см. рис.8.9).

Существуют два метода для установки диапазона масштаба:

- Использование инструментов *Zoom* – чтобы в интерактивном режиме установить минимальный масштаб для отображения слоев. Щелкните правой клавишей мыши на слое и выберите «Диапазон видимого масштаба/Установить минимальный масштаб». Отрегулируйте масштаб изображения и повторите, чтобы установить максимальный масштаб.

- Щелкните правой клавишей мыши на слое; выберите «Свойства». В диалоге «Свойств» выберите «Общие» и установите масштаб, как показано ранее.

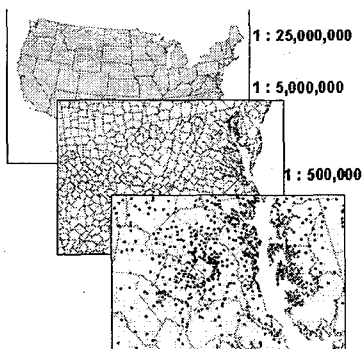
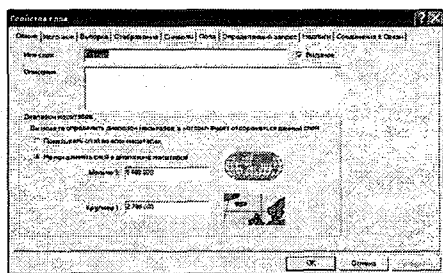


Рис. 8.9. Настройка масштабно-зависимого отображения.

Установить свойства слоя можно так, чтобы его объекты отображались только тогда, когда экстенд карты находится в пределах некоторого диапазона масштаба. Таблица «Содержания» показывает окошко у слоя серым цветом, когда карта находится вне диапазона масштаба для этого слоя.

8.11. Создание определяющего запроса

Определяющие запросы могут использоваться для отображения определенных объектов в пределах слоя, и они выбирают только те объекты, которые удовлетворяют заданному условию.

Запросы определяются через таблицу «Определяющий запрос» в диалоге «Свойств слоя» – для этого щелкните на кнопке «Создать запрос», чтобы ввести запрос (см. рис.8.10).

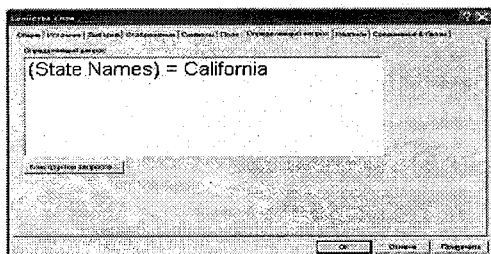


Рис. 8.10 Создание определяющего запроса.

После применения ряда запросов в области отображения окажутся только объекты, удовлетворяющие критерию запроса. Хотя показываются только те, удовлетворяющие критерию запроса, исходные данные остаются неповрежденными и неизменными. Остальные объекты просто скрыты от представления.

Важно подчеркнуть, что эта процедура отлична от процедуры выбора в ArcMap (пространственного или атрибутивного), где все объекты в слое остаются показанными, за исключением того, что выбранные объекты выделены синим контуром.

9. Надписывание объектов

Имеется 2 способа отображения надписей на карте: надписи и аннотация. Кратко рассмотрим основные различия между ними.

Надписи. Процесс надписывания объектов – это процесс создания и размещения текстовых надписей возле одного или нескольких объектов карты, которые помогают пользователю ее интерпретировать. В ArcMap можно надписывать объекты, используя их атрибуты или набирая текст на карте в интерактивном режиме. Выбор надписанных объектов, мест для ярлыков и масштаба показа ярлыка может влиять на то, передана ли правильная информация читателю, а также на общую четкость карты.

Графические характеристики надписи могут влиять на четкость текста и подразумевать определенные значения (например, гидрологические объекты обычно обозначаются синим курсивом). ArcMap предоставляет широкий выбор обозначений.

Место размещения надписи зависит от шрифта, размера, положения текста, масштаба карты и числа объектов, которые должны быть подписаны. ArcMap предоставляет инструменты для управле-

ния размещением, размером, масштабом, при котором происходит отображение, и многими другими параметрами надписей.

Надписи и параметры сохраняются в свойствах слоя и доступны только, когда слой добавляется к карте в ArcMap. Так как надписи – это свойства слоя, они будут перемещаться вместе со слоем.

Аннотации. Когда требуется более точный контроль размещения надписей, их можно преобразовать в аннотации. Преобразование надписей в аннотации позволяет вручную контролировать процесс надписывания объектов. После преобразования можно работать с каждой отдельной надписью (перемещать, изменять размер, шрифт, текст) независимо. Аннотации хранятся с картой в виде группы аннотаций или отдельно в виде объектов класса аннотаций в базе геоданных. В случае отдельного хранения аннотации можно добавлять к любой карте. Они будут представлены в таблице содержания в виде слоя аннотаций. Можно также создавать связанные с объектами аннотации – тогда при перемещении объекта аннотации (подписи) будут перемещены вместе с ним. При удалении объекта аннотация также будет удалена. Если вы измените атрибут объекта, на котором основана аннотация, текст аннотации также изменится.

Сравнительные характеристики надписей и аннотаций приведены в табл. 2.

Таблица 2

Надписи	Аннотации
Динамическое размещение	Статичны
Управляются как единый объект	Управляются индивидуально
Сохраняются в документе карты	Сохраняются в документе карты или в базе геоданных
Связаны с объектами	Могут быть связаны или не связаны с объектами

9.1. Опции размещения надписей

Управление размещением надписей осуществляется при помощи стандартной панели инструментов. Панель инструментов «Надписи» содержит пять инструментальных средств для отображения надписей (см. рис. 9.1):

- «Менеджер надписей»;
- «Приоритет надписей»;
- «Вес надписей»;

- «Фиксирование надписей»;
- «Просмотр неразмещенных надписей».

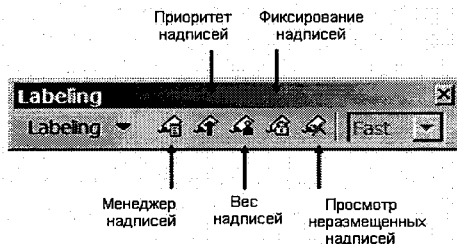


Рис. 9.1. Панель инструментов «Надписи».

Модуль расширения Maplex дает доступ к дополнительным функциональным возможностям, обеспечивая специальным комплектом инструментов, которые позволяют улучшить качество надписей на карте. В общем случае размещение надписей на карте состоит в том, чтобы вместить много надписей в малую область. Существует несколько способов расположения надписей, чтобы максимизировать число размещенных надписей: объединение – метод для уменьшения их длины, уменьшение размера шрифта надписей, и сокращение некоторых слов в надписях.

Доступ к свойствам надписей. В ArcMap имеется два способа доступа к свойствам надписи. Первый способ – это в окне «Свойства слоя».

К свойствам надписей можно обращаться на вкладке «Надписи» в окне «Свойства слоя», что позволяет изменять свойства надписей отдельного слоя. На вкладке «Надписи» вы можете изменять параметры: размещение надписи; выбор поля для надписей из таблицы атрибутов; свойства стилей надписи, разрешение конфликтов и определять масштаб отображения.

«Менеджера надписей» – второй способ доступа к свойствам надписи находится на инструментальной панели «Надписи». При использовании «Менеджера надписей» вы можете отображать и устанавливать все свойства надписи для активного фрейма данных. «Менеджер надписей» вносит в список все слои фрейма данных и классы надписей, позволяя легко изменять несколько надписей одновременно (см. рис.9.3). «Менеджер надписей» обеспечивает вас тем же самым перечнем свойств надписи, что и окно «Свойства слоя».

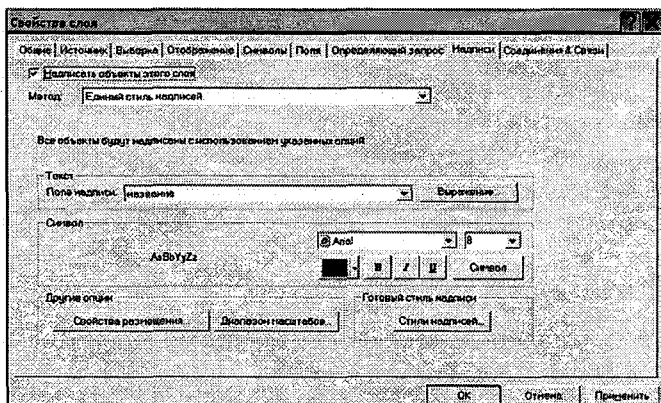


Рис. 9.2. Доступ к свойствам надписей отдельного слоя.

Опции размещения. В ArcMap есть ряд способов изменения свойств надписи, ответственных за режим отображения. Параметры настройки свойств слоя управляют связью между надписями и объектами внутри отдельного слоя карты; другие параметры настройки осуществляют контроль над связями между слоями карты во фрейме данных.

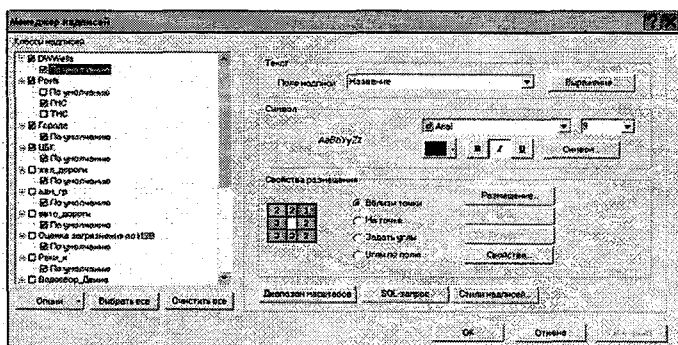


Рис. 9.3. Менеджер надписей.

Приоритет надписи. Вы можете определять приоритет вывода надписей между различными классами объектов, используя приоритет надписи на инструментальной панели размещения надписей.

Вес надписи между надписями и классами. Вес может быть установлен для надписей объектов одного слоя или разных слоев. Объект, имеющий высокий вес, не будет закрыт надписями объектов, имеющих меньший вес.

Буфер надписи. Количество пространства, зарезервированного вокруг надписи. Буфер надписи может использоваться, чтобы гарантировать, что надписи не будут размещены слишком близко друг к другу или к объектам. Эта установка может быть определена в свойствах слоя.

9.2. Размещение надписей для точечных объектов

Существует четыре параметра для размещения надписей для точечных объектов (см. рис.9.4)

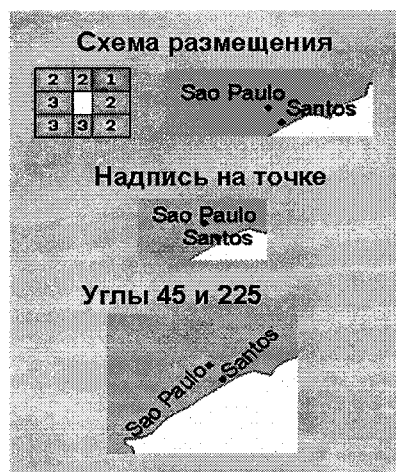


Рис. 9.4. Размещение надписей для точечных объектов.

Использование предопределенной схемы размещения. Предопределенная схема позволяет поместить надпись в одну из восьми стандартных позиций вокруг точки. Каждая позиция имеет номер, чтобы указать приоритет: 0, 1, 2, или 3 (1 – самый высокий, и 3 – самый низкий). Программное обеспечение размещает надпись, начиная позиций с высшим приоритетом (1) и заканчивая позицией с самым низким приоритетом (3). Приоритет 0 означает «посторонним вход воспрещается», и никакая надпись не будет помещена на эту позицию.

Помещение надписи на точку. Помещение надписи на точку так, чтобы надпись центрировалась сверху от точки.

Иерархия углов поворота. Надписи с определенными углами позволяют определить список углов вокруг точки, где будут помещены надписи. Углы начинаются в 0, который находится справа от точки, и отсчитываются в направлении против часовой стрелки.

Правила обнаружения конфликта доступны для всех параметров размещения надписи.

Угол поворота на основании атрибута. Ваши данные для точки могут содержать поле атрибута, которое определяет угол поворота, под которым вы хотите поместить надпись.

9.3. Размещение надписей для линейных объектов

Имеется четыре параметра размещения надписей для линейных объектов (см. рис.9.5):

- *горизонтально* – надписи будут всегда помещаться поверх линии по «методу наилучшего размещения»;
- *параллельно* – надписи будут всегда прямые и помещены параллельно общей ориентации линии помечаемого объекта;

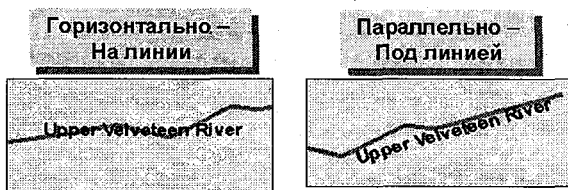


Рис. 9.5. Размещение надписей для линейных объектов.

- *изогнуто* (вдоль линии) – будет следовать за ориентацией линии по «методу наилучшего расположения»;
- *перпендикулярно* – надписи будут размещены прямо.

Кроме того, можно устанавливать смещения для надписи в единицах карты и выбирать, будет ли надпись помещена над линией, на линии или под линией.

9.4. Размещение надписей для полигонов

Имеется три параметра размещения надписей для полигонов:

- *всегда горизонтально* – при размещении надписей используется горизонтальная опция, которая помещает надписи в самую лучшую позицию;
- *всегда прямо* – при размещении надписей используется прямая опция, которая помещает каждую надпись так, чтобы она следовала вдоль длинного направления полигона;
- *пробовать горизонтально, затем прямо* – размещая надписи с использованием этой опции, программа будет сначала пы-

таться использовать горизонтальную опцию размещения. Если надпись не может быть помещена в эту позицию, то будет принято прямое размещение.

9.5. Управление отображением надписей

9.5.1. Фиксирование надписей

Инструмент фиксирования надписей позволяет фиксировать надписи в текущем экстените. При этом фиксируется размер и положение надписи. Во время перемещений по карте размер или позиция надписи не изменяются. Это полезно, если требуется перемещаться по карте без ожидания размещения надписей, которые будут повторно вычисляться при каждом перемещении или изменении окна. Эти функциональные возможности можно использовать и для увеличения масштаба карты без изменения местоположения, чтобы видеть надписи более ясно. Надписи не будут перемещаться или изменять размеры в новом масштабе. Если надписи требуется увеличить, не изменив текущий экстенит, можно использовать просмотр фиксированных надписей в окне увеличения.

9.5.2. Отображение надписей

По умолчанию отображение надписей контролируется отображением объектов в слое. Если увеличить масштаб карты, чтобы появился слой (т. е. объекты слоя), то появляются и надписи для этого слоя. На рис.9.6 показано диалоговое окно для установки масштабов отображения надписей.

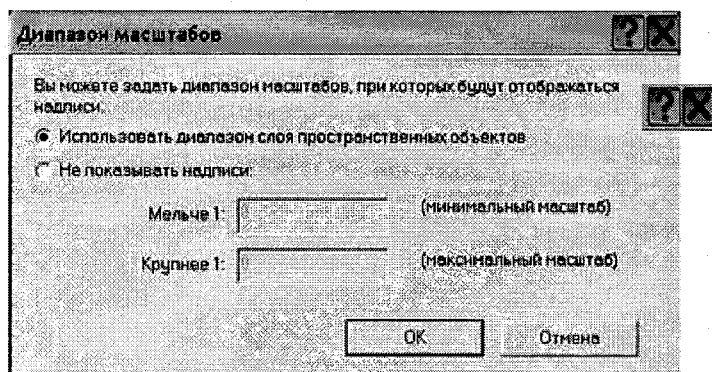


Рис. 9.6. Диапазон масштабов отображения надписей.

В качестве альтернативы, независимо от свойств слоя, можно выбирать установку диапазона масштабов для надписей. Если представить, что раскрывается карта города, то при достижении масштаба 1:24 000 видны улицы, но надписи отсутствуют. Однако при масштабе 1:12 000 надписи улиц появляются.

9.5.3. Надписи с использованием выражения

Надписи по умолчанию состоят из одиночных значений. Есть возможность также создавать надписи с использованием выражений при помощи Visual Basic Script или JScript. Можно использовать выражения для надписей с многократными полями в составном формате и далее форматировать эти поля описательным текстом.

Для установки набора свойств для надписей могут применяться логические выражения. Например, можно надписывать крупные города их именами и количеством населения, а все остальные города только именами. Логические выражения могут использовать конструкции if...then.

Замечание: в <http://msdn.microsoft.com/scripting> Microsoft представляет более детализированную информацию и документацию по созданию script языков.

9.5.4. Надписывание объектов

Каждый слой объектов на вашей карте будет иметь один класс надписи (значение по умолчанию). Однако можно создавать столько классов надписи, сколько необходимо.

Класс представляет группу объектов с одинаковым свойством надписи. Группа объектов, представляемых классом, определяется выражением SQL. Все свойства надписывания, обсуждавшиеся ранее, также относятся к классу.

Используя классы, можно изменять свойства надписывания для различных групп объектов. Например, если столицы были надписаны большим шрифтом по сравнению с другими городами, то будет существовать класс, представляющий столицы, и класс, представляющий другие города.

Классы надписей можно создавать двумя способами:

Свойства слоя. Вы можете выбирать надпись, используя дополнительные параметры, предварительно задав «Определить классы объектов» из ниспадающего списка строки «Метод» на закладке

«Надписи» диалогового окна «Свойства слоя». Нажмите кнопку «Добавить», чтобы создать новый класс и дать ему имя. Чтобы определить, какие объекты будут надписываться этим классом надписей, следует нажать кнопку «Query SQL» и ввести SQL-запрос.

Менеджер надписей. Для создания класса надписей для объектов слоя в «Менеджере надписей» вы должны сначала выбрать слой, к которому вы добавляете класс. Затем введите имя нового класса надписи и нажмите кнопку «Добавить», чтобы добавить класс надписи к слою. Чтобы определить группу объектов, представляемых этим классом, выделите класс надписи и нажмите кнопку «SQL-запрос», чтобы создать выражение SQL.

9.5.5. Установка базового масштаба

Установка базового масштаба позволяет определить размер надписей относительно других объектов на карте в заданном масштабе. При установке базового масштаба фиксируется размер надписи относительно этого масштаба в единицах карты. Базовый масштаб устанавливается для фрейма данных и действует на надписи всех слоев фрейма. Как только базовый масштаб установлен, при увеличении масштаба карты увеличивается текст надписей; при уменьшении масштаба карты текст уменьшается. Когда базовый масштаб не установлен, при увеличении или уменьшении масштаба изображения надписи остаются того же размера.

Установка базового масштаба – подготовительный шаг для создания аннотации из ваших надписей. Объекты-аннотации имеют базовый масштаб, встроенный в их структуры данных. Добавляя аннотацию к карте, не следует устанавливать базовый масштаб, потому что объекты уже будут иметь базовый масштаб. Определение правильного базового масштаба для ваших надписей полезно, когда создается аннотация из надписей, потому что будет ясно, каков реальный размер аннотаций.

9.6. Аннотации

При увеличении и уменьшении размера карты надписи будут самостоятельно перемещаться для наилучшего размещения на ней, и они могут не всегда появляться там, где удобно. Для того чтобы привязать каждый фрагмент текста к определенному местоположению, следует преобразовать надписи в аннотации (см. рис.9.7).

У аннотации существует собственный базовый масштаб. Когда создается аннотация, текущий масштаб будет использоваться как базовый для нее. Это может запутать, если размер уменьшать до полного экстенда или увеличивать карту: аннотация может не вернуться в ожидаемое место. Перед преобразованием в аннотацию необходимо установить базовый масштаб для надписей и убедиться, что они отображаются именно так, как нужно.

В добавление к преобразованию надписей в аннотации может быть создан новый класс объектов аннотации в ArcCatalog. После создания класса объектов аннотации к нему можно добавить новые объекты.

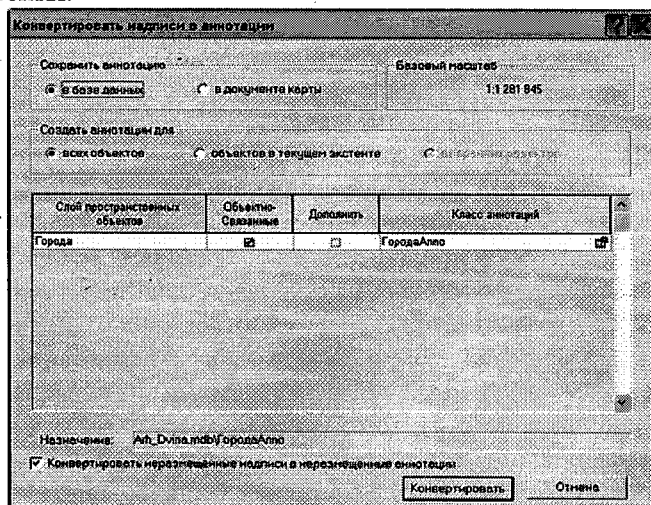


Рис. 9.7. Конвертация надписей в аннотации.

Аннотации могут быть загружены и из покрытий или САПР данных. Инструменты преобразования доступны в ArcToolbox. Можно добавлять объекты-аннотации покрытия, используя инструмент «Импорт аннотаций покрытия» в закладке «Надписи» диалогового окна «Настройки».

9.7. Хранение аннотаций

Аннотация может быть сохранена одним из трех способов: как графический слой в документе карты, как независимые объекты аннотаций в классе аннотаций базы геоданных (БГД) и как объ-

ектно-связанные аннотации БГД, которые связаны с аннотируемым объектом.

- *В графическом слое:* графика аннотации сохраняется в графическом слое в вашей карте. Аннотация может храниться в графическом слое, если она применима только к конкретной карте. Это делает размер файла карты (*. mxd) очень большим, но если передать эту карту кому-то еще, аннотация автоматически будет передана с картой.

- *Как объект базы геоданных:* аннотация в базе геоданных сохраняется как объект, который не связан ни с какими другими объектами. Если перемещаются объекты, обозначенные этой аннотацией, аннотация не двигается. Также, если изменяется текст в поле, которое генерировало аннотацию, аннотация не изменяется. Несвязанная аннотация может быть сохранена, если требуется, чтобы она стала исторической записью специфического времени. Например, возможно, эта аннотация содержит названия улиц в 1995 г. В этом случае вы не хотели бы, чтобы аннотация изменялась, когда изменяется объект, потому что нужно сохранить имена объектов, поскольку они относятся к конкретному времени.

- *Как связанный объект базы геоданных:* аннотация сохраняется в базе вместе со связью с объектами, из которых аннотация была создана. При перемещении первоначального объекта аннотация двигается вместе с ним, и когда вы изменяете текстовое значение, из которого аннотация была создана, текст аннотации автоматически изменяется. Связанная аннотация используется, когда вы хотите, чтобы ваша аннотация отразила текущее состояние ваших объектов.

10. Запросы и выборки

Язык запросов – мощный инструмент по работе с условиями и критериями. Использование запросов позволяет отбирать записи в таблице и объекты на карте по определенным условиям. Это может быть одно условие (критерий) или целое выражение, содержащее большое число условий. *Запрос* – выражение на специальном языке запросов, включающее логические операторы и название слоев (полей), из которых осуществляется выборка.

Выборка – процесс и результат выполнения запроса; набор объектов (записей) в таблице, ему соответствующий.

Существуют пространственные и атрибутивные запросы. Поскольку атрибутивная и пространственная информации связаны, то результатом запросов, если в качестве исходного материала используется слой, является другой слой. Если в качестве исходного материала используется простая таблица, то с ней возможны только атрибутивные запросы и результатом их будет атрибутивная выборка – другая таблица.

10.1. Атрибутивные запросы

Работа осуществляется с атрибутивной таблицей. Выбор записей в таблице позволяет работать с заданным подмножеством данных. Если таблица принадлежит теме, то при выборе записей в таблице окажутся выделенными и объекты в слое, которые соответствуют выбранным записям.

Атрибутивный запрос представляет собой некоторое логическое условие-команду, которое формируется также с применением команд стандартной логики (И, НЕ, ИЛИ).

Пример простейшего запроса:

- на человеческом языке: «Выбрать все кварталы с возрастом преобладающей породы более 80 лет»;
- на языке запросов: $[age] > 80$

В атрибутивной таблице слоя «кварталы» должно содержаться поле age, значениями возраста для каждого квартала; если значение определенной строки в поле age будет отсутствовать, то запрос проигнорирует эту строку.

Логических условий в одном запросе может быть несколько. Например:

- на человеческом языке: «Выбрать все кварталы с возрастом преобладающей породы между 80-ю и 120-ю годами»;
- на языке запросов: $([age] > 80) \text{ AND } ([age] < 120)$.

В запросе было использовано логическое условие И (AND), т. е. выбираемое значение должно удовлетворять сразу двум условиям: быть больше 80 лет и быть меньше 120 лет.

В качестве данных в запросе могут быть использованы данные из нескольких полей. Например:

- на человеческом языке: «Выбрать все кварталы с возрастом преобладающей породы более 80 лет и бонитетом, равным единице»;

- на языке запросов: $([age] > 80) \text{ AND } ([bonitet] = 1)$.

В атрибутивной таблице слоя «кварталы» также должно содержаться и поле *bonitet*, в котором должны быть проставлены значения бонитета для каждого квартала.

Результатом любого запроса является выборка, т. е. некоторое количество объектов (записей), выделенных из некоего общего массива.

10.2. Пространственные запросы

Для создания выборки применяется выбор не только записей в таблице, но и объектов напрямую в виде определения специфических взаимоотношений их с окружающими объектами из другого слоя.

Выборка может осуществляться как для всех объектов каждого слоя, так и для выделенных объектов в них. Полученная выборка и в случае атрибутивного запроса, и в случае пространственного запроса может быть далее преобразована в новый слой, отредактирована, объединена с другой выборкой и т. д.

10.3. Идентификация

Инструмент «Идентификации объектов» позволяет показывать атрибуты любого указанного объекта.

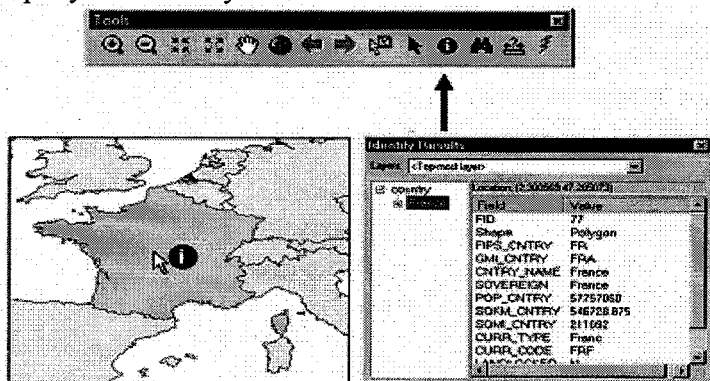


Рис. 10.1. Идентификация объектов.

На рис.10.1 представлено окно, показывающее атрибуты идентифицируемого объекта.

10.4. Поиск

Щелчок по кнопке поиска  приводит к появлению на экране окна «Найти» (см. рис.10.2). В строке необходимо ввести название того, что требуется найти. Поиск может осуществляться во всех слоях карты или только в определенном ее слое. Можно также выбрать поиск во всех полях атрибутивной таблицы слоя, в определенных полях слоя или в определенном поле всех слоев.

Запрос может быть напечатан либо заглавными буквами, либо строчными, либо их комбинацией.

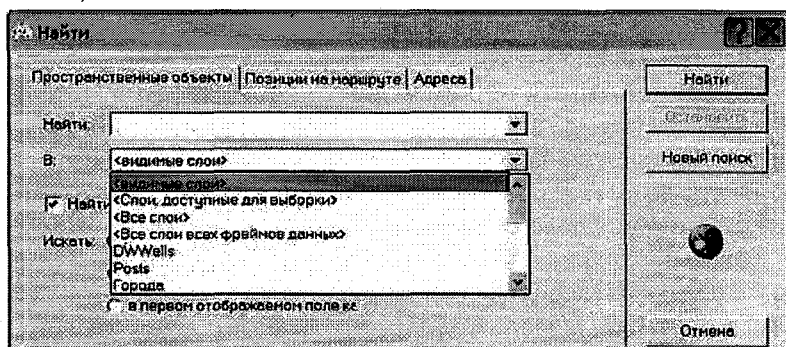


Рис. 10.2. Окно поиска.

После того как поиск закончен, окно расширяется, чтобы показать результаты. Становятся видны слой(и) и поле(я), в которых искомые слова были найдены в таблицах атрибутов объекта. Если щелкнуть правой кнопкой мыши по величине, то покажется контекстное меню с опциями: высветить объект, приблизиться к нему, идентифицировать его, установить закладку и выбрать или не выбрать объект.

10.5. Измерение

Инструмент «Измерение» используется, чтобы определять расстояния на карте. Для начала измерения необходимо щелкнуть на каком-либо участке и прочертить линию на карте при помощи мыши. Одиночный щелчок добавляет участок линии, в то время как двойной – заканчивает линию. Панель состояния сообщает о длине каждого участка и полную длину завершенной линии.

Все измерения используют декартову систему координат, по-

этому применять такие результаты измерения надо с осторожностью. Для мелкомасштабных карт возможны большие погрешности в измерениях.

10.6. Подсказки к карте и гиперссылки

Если Вы имеете набор подсказок MapTips для слоя, то при перемещении указателя мыши над объектами данного слоя появляется прямоугольное окошечко, содержащее текстовую информацию.

Текст с подсказками берётся из поля таблицы атрибутов этого слоя. Используя подсказки, следует установить, из какого поля должны быть сообщены значения атрибутов.

Можно показывать web-страницы, доступные через Интернет, и документы (такие, как текстовый файл или изображение) или управлять макросом (скриптом); можно динамически создавать гиперсвязи во время просмотра вашей карты или хранить гиперсвязи с данными в поле атрибутов.

Когда происходит указание на объект, ArcMap определяет, какая программа необходима, чтобы показать гиперсвязь. Если определяется web-адрес, ArcMap запускает web-браузер автоматического выбора и показывает страницу. Если определяется тип документа (например, текстовый документ), ArcMap показывает его, используя его родную программу (Блокнот или другой текстовый редактор). «Менеджер гиперссылки» позволяет устанавливать больше одной гиперсвязи для объекта (они называются *динамическими гиперссылками*).

MapTips и гиперссылки будут полезны при создании карт, доступных в интерактивном режиме, или при исследовании данных перед проведением анализа, поскольку они помогают представить большее количество информации относительно объектов карты.

10.7. Выбор объектов

Имеется несколько причин для выбора объектов. Среди них:

- использование выборки для дальнейшего анализа;
- использование выборки, чтобы выбрать другие объекты;
- редактирование выборки;

- создание нового слоя из выборки (работа с поднабором происходит быстрее, чем с полным набором);
- вычисление статистики для выборки;
- создание отчёта;
- экспорт выборки в отдельный файл;
- преобразование объектов в графический формат.

Существует четыре способа выбора графических объектов в ArcMap: интерактивный, по атрибуту, по расположению и графикой.

Интерактивная выборка. Эта опция предлагает различные методы выборки, включая «создать новую выборку», «добавить к текущей выборке», «удалить из текущей выборки» и «выбрать из текущей выборки». Опции из меню «Выборка» включают в себя: выбор объектов, лежащих частично или полностью внутри прямоугольника или графики; выбор объектов, лежащих полностью в пределах прямоугольника или графики; выбор объектов, которые полностью содержат внутри себя прямоугольник или графику.

Выборка по атрибуту. С помощью этой опции вводится выражение для выборки. Поиск идет среди записей в таблице атрибутов объектов, основываясь на критериях выбора, напечатанных в выражении выбора. Поскольку все объекты связаны с соответствующими им записями в таблице атрибутов, ArcMap способен выбирать объекты по значениям их атрибутов.

Выборка по расположению. Объекты одного слоя могут быть выбраны объектами другого слоя.

Выбор графикой. Объекты отобраны, на основе их отношений к графическому объекту или объектам, создаваемым с помощью панели «Рисование» (например, по отношению к полигону или линии). И при выборе объектов графикой, и при выборе с помощью диалогового окна (интерактивный) применяются одинаковые опции выборки.

Другие пункты в этом меню выборки определяют управление тем, какие слои рассматриваются в выборке, приближение к выбранному объектам и очистку выборки.

10.7.1. Слои, доступные для выборки

При создании пространственных выборок существует возможность включения или исключения слоев, которые предполага-

удалить страны, например Болгарию и Грецию.

Выбрать из текущей выборки. Из текущей выборки можно взять только одну страну, например, Францию.

10.7.3. Опции интерактивной выборки

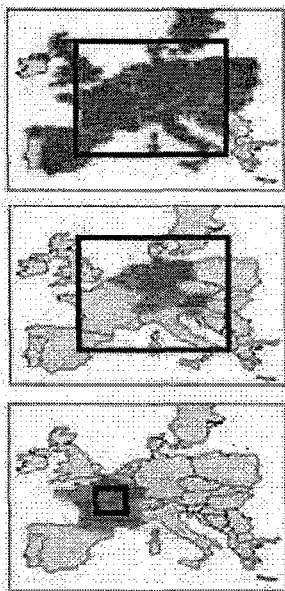


Рис. 10.4. Опции интерактивной выборки.

лежат полностью: прямоугольник выбора должен полностью лежать в пределах объекта, чтобы быть выбранным. Эта техника полезна, если выбранный объект – мультичасть или нерегулярная форма.

10.8. Выбор по атрибутам

АгсМар позволяет выбирать объекты, используя выражение из структурированного языка запросов (SQL) в меню «Выборка» диалога «Выбор по атрибутам» (см. рис.10.5). SQL – мощный язык, используемый для того чтобы определить один или большее количество критериев, в соответствии с которыми следует выбирать объекты или ряды. Критерии определяются на основании выражений, состоящих из атрибутов, операторов и величин.

Ниспадающий список выборки предлагает три дополнительных опции (см. рис.10.4) выбора отношения выбираемых объектов и создаваемого прямоугольника выборки:

1. Выбрать объекты частично или полностью лежащие в пределах прямоугольника или графики: объекты выбирают, если они полностью или

частично лежат в пределах прямоугольника выборки.

2. Выбрать объекты, полностью лежащие в пределах прямоугольника или графики: выбирают только те объекты, которые полностью помещаются в пределах прямоугольника выбора.

3. Выбрать объекты, в пределах которых прямоугольник или графика

Например, если существует база данных клиентов и требуется найти тех клиентов, которые потратили больше чем \$ 50 000 в прошлом году и кто занимается именно ресторанным бизнесом, то можно выбрать клиентов с помощью этого выражения:

Продажи > 50 000 И Тип_бизнеса = 'Ресторан'.

Чтобы создать выборку по атрибутам, необходимо сделать следующее:

1. В ниспадающем списке выборки щелкнуть кнопкой «Выбрать по атрибуту».

2. В окне «Выбрать по атрибуту» выбрать слой, из которого будут выбираться объекты.

3. Написать выражение выбора (SQL-запрос). Его можно напечатать вручную или создавать, выбирая поля, операторы и значения. Можно также вводить более сложные выражения, используя соединители – «И», «Или» и т. д. Щелчок кнопкой «Проверить» поможет убедиться, что синтаксис выражения правильный.

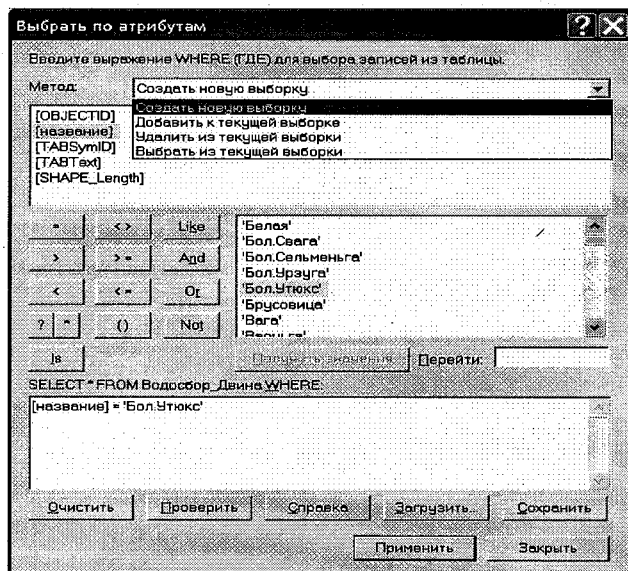


Рис 10.5. Выбор по атрибутам

4. Убедившись, что синтаксис правилен, щелкнуть кнопкой «ОК».

Выражения можно строить, чтобы выбрать объекты на карте или записи в таблицы. Выбор записей в таблице атрибутов приводит к выбору объектов на карте, так что можно видеть расположение выбранных объектов.

Можно сохранить выражения выбора и перезагружать их с помощью кнопок «Сохранить» и «Загрузить», которые расположены внизу диалога «Выбрать по атрибуту». Это экономит время при работе со сложными выражениями запроса. Достаточно загрузить выражение и диалог «Выбрать по атрибуту», для восстановления набора выбранных записей.

10.9. Выбор по расположению (пространственный запрос)

Очень часто бывает нужно найти объекты, основываясь на их географических или пространственных отношениях с другими объектами. Вместо использования курсора или геометрических фигур можно использовать объекты одного слоя, чтобы выбрать объекты на другом слое. Поэтому «Выбор по расположению» называется пространственным запросом.

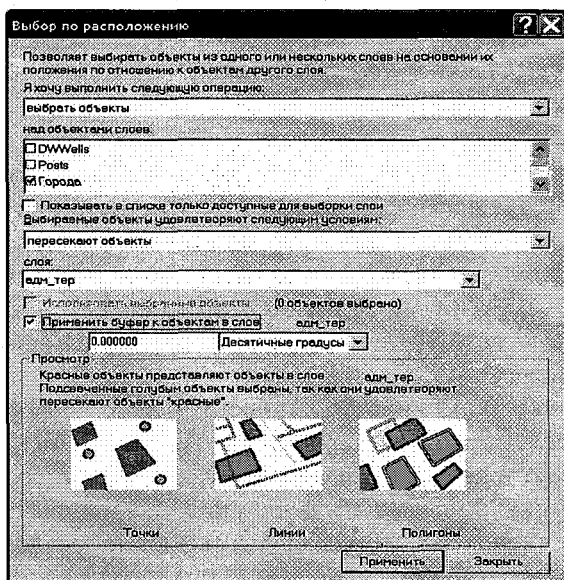


Рис. 10.6. Выбор по расположению.

При выборе объектов с помощью пространственных запросов и для построения выражения выбора используйте диалог «Выбор по расположению» (см. рис.10.6), доступный из меню выбора ArcMap.

Выбранные объекты зависят от используемого способа. Независимо от способа можно воспользоваться опцией сужения выбора к определенному слою, помечая все слои, которые следует исключить. Объекты можно также выбирать, используя некоторое буферное расстояние.

10.9.1 Методы выборки по расположению

В диалоговой панели «Выбор по расположению» можно выбирать объекты, основываясь на их пространственном положении относительно других объектов.

Существует целый ряд методов выбора по расположению, среди них:

- пересекают объекты;
- содержат полностью;
- находятся полностью внутри;
- имеют общий линейный сегмент;
- находятся в пределах расстояния;
- имеют общую точку;
- идентичны.

Предположим, что необходимо знать, сколько домов пострадало в результате недавнего наводнения. Для ответа на этот вопрос (и другие подобные) следует сформировать пространственный запрос. Нужно найти объекты, основываясь на их взаимном положении относительно других объектов. Например, если создается карта с границами наводнения, то можно выбрать все дома, которые лежат в пределах этой области.

Объединяя (комбинируя) запросы, можно выполнять более сложные исследования. Например, чтобы найти всех клиентов, которые живут в пределах 20 миль от магазина и которые недавно сделали закупку, и послать им рекламное письмо, сначала выберите клиентов в пределах этого радиуса (выбор по расположению) и затем проредите выборку, находя тех, кто сделал закупку в пределах последних шести месяцев, по признаку «дата последней закуп-

ки». Вы можете использовать многообразие методов выборки для выбора точки, линии или полигона в одном слое, которые лежат рядом или накладываются на объекты в том же самом либо в другом слое.

10.9.2. Выбор графикой

Добавить графику к изображению ArcMap можно с помощью инструментов панели рисования.

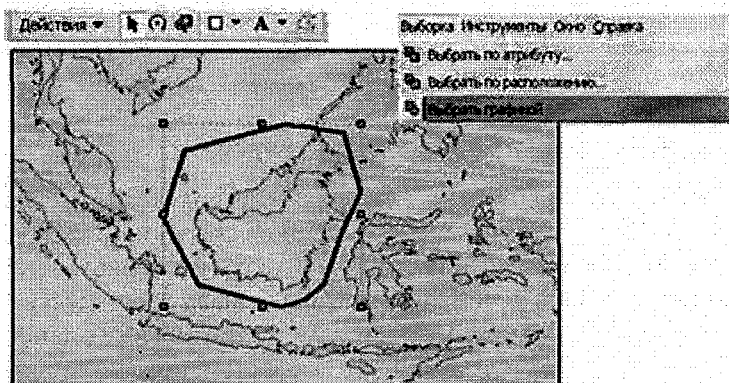


Рис. 10.7. Выбор графикой.

Например, требуется оцифровать полигон вокруг выбранной группы островов. Как только графика, созданная с помощью панели «Рисование», будет добавлена к изображению, активизируется опция «Выбрать графикой» в разделе «Выборка» (см. рис.10.7).

10.10. Вычисление суммарной статистики

После создания пространственной или атрибутивной выборки, может быть вычислена простая суммарная статистика. Это может быть сделано выбором опции «Статистика» в ниспадающем списке «Выборка». Это действие вызывает диалог «Статистика выборки» (см. рис.10.8).

Здесь следует выбрать слой и поле в таблице атрибутов слоя, для которого требуются статистические вычисления. Как только они выбраны, в окне появляется числовое значение суммарной статистики и диаграмма распределения частоты.

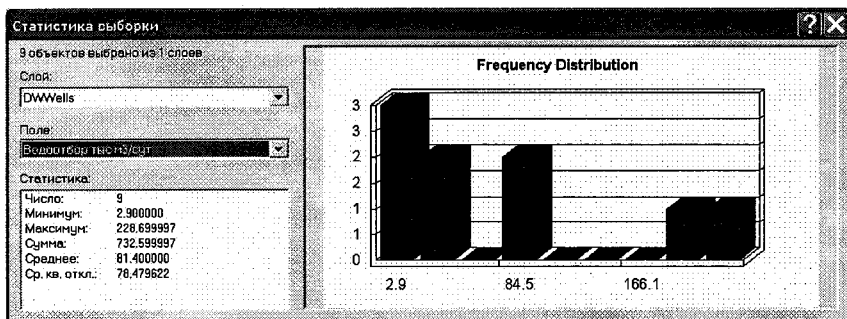


Рис. 10.8. Вычисление суммарной статистики.

11. Работа с табличными данными

Таблица содержит структурированную описательную информацию. В ArcGIS информация в таблице обычно связана с пространственными данными, например, с таблицей атрибутов объектов, но может быть и независимой от любых пространственных данных (например, непространственные статистические данные).

Таблица атрибутов содержит информацию, описывающую различные характеристики и параметры геометрической составляющей объекта. Чтобы открыть таблицу атрибутов объекта в ArcMap, щелкните правой кнопкой мыши на слое в таблице содержания, и затем выберите «Открыть таблицу атрибутов». В ArcCatalog можно выбрать таблицу и просмотреть ее, используя «Предварительный просмотр».

11.1. Структура таблицы

Таблица атрибутов объекта (см. рис.11.1) состоит из полей (столбцов). Каждое поле представляет собой один тип описательной информации. Каждая строка (запись) включает атрибуты одного объекта в базе данных. Пересечение столбца и строки представляет собой пространственный атрибут для одного объекта.

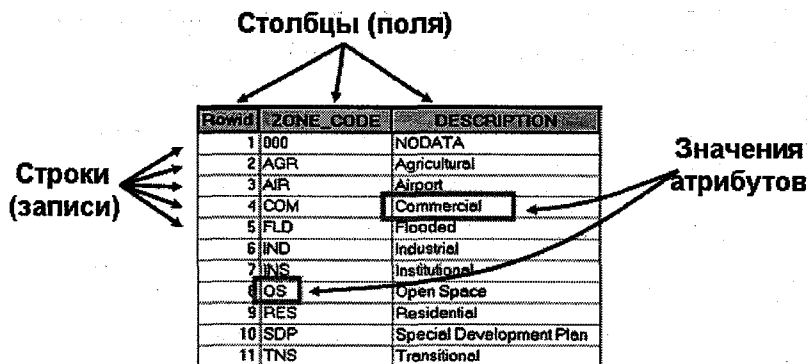


Рис. 11.1. Структура таблицы

Различные атрибутивные таблицы имеют различное число столбцов, но любая таблица, которая хранит пространственные данные, должна иметь, по крайней мере, два столбца: столбец с уникальными идентификаторами ряда (например, ROWID, ObjectID) и столбец, который хранит геометрию объекта (SHAPE).

11.2. Типы полей табличных данных

Таблицы могут хранить даты, числа и текстовые величины, но большинство табличных форматов имеют несколько различных типов полей для этой информации. Важно подобрать соответствующий тип поля сохраняемой величины. Кроме того, доступные типы полей могут меняться в зависимости от формата таблицы (например, поле даты может быть сохранено как dd/mm/yy, mm/dd/yyyy/ или dd/mm/yyyy/hh:mm:ss). Форматы, поддерживаемые ArcCatalog, включают короткое целое число, длинное целое число, число с плавающей запятой, двоичное, текст, дату и blob — большой двоичный объект.

11.3. Работа с таблицами

ArcGIS может выполнять различные действия с таблицами, такие как сортировка, вычисление, выборка и блокировка полей (см. рис.11.2). В ArcCatalog можно создавать новые таблицы также легко и быстро, как создавать и удалять поля в них.

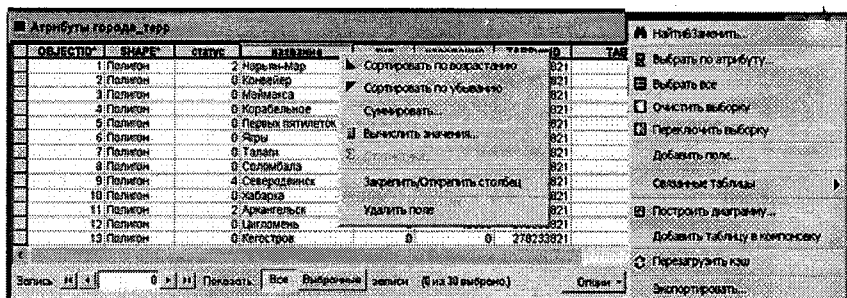


Рис. 11.2. Работа с таблицами в ArcMap/

В ArcMap добавляются поля в таблицу (вне режима редактирования) и добавляются новые или изменяются уже существующие значения таблицы.

11.4. Форматы таблиц в ArcGIS

ArcGIS поддерживает использование различных форматов пространственных данных для хранения и управления табличными данными. Каждый из форматов пространственных данных в ArcInfo поддерживает собственный формат табличных данных. Покрытия используют таблицы INFO; shape-файлы хранят атрибуты в формате dBase (.dbf); база геоданных в таблицах реляционных систем управления базами данных RDBMS (например, Access или Oracle).

Важное значение при проектировании базы данных имеет определение надлежащего формата для хранения атрибутивной информации в таблице, который определит эффективность доступа к информации таблицы. Чтобы облегчить использование данных в различных форматах, ArcGIS содержит инструменты преобразования между различными табличными форматами. Кроме того, с помощью ArcCatalog можно создавать связи между внешними таблицами, используя OLE DB.

11.5. Сопоставление таблиц

Две таблицы могут быть соединены или сопоставлены, если в каждой из связываемых таблиц имеется общий столбец, называемый ключевым. Например, таблицы связаны общим полем с именем ZONE_CODE. Как только таблицы соединены, описание каж-

дого значения ZONE_CODE (через поле DESCRIPTION) может быть доступно через таблицу атрибутов объекта – просмотром значений в присоединенной таблице (см. рис. 11.3).

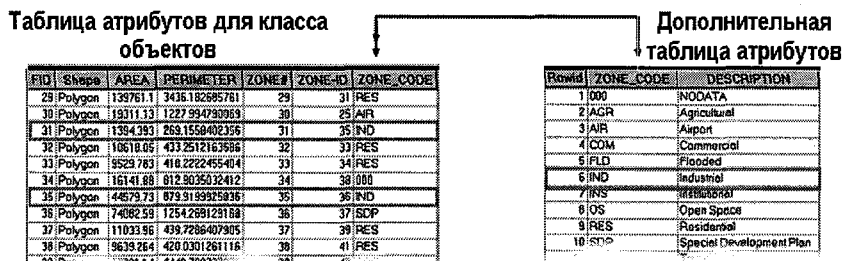


Рис. 11.3. Сопоставление таблиц.

Часто объекты имеют много атрибутов, поэтому большинство баз данных строится в виде множества таблиц, каждая из которых посвящена одной теме, вместо единой таблицы, содержащей все необходимые поля. Такая схема предотвращает дублирование информации в базе данных, так как информация хранится только один раз только в одной таблице. Когда нужна информация, которой нет в текущей таблице, вы можете связать две таблицы.

11.5.1 Отношение между таблицами

Соединяя две таблицы вместе, следует знать, как объекты одной таблицы связаны с объектами другой таблицы. Тип связи (кардинальность) может быть: один к одному, один ко многим (многие к одному) и многие ко многим (см. рис.11.4).

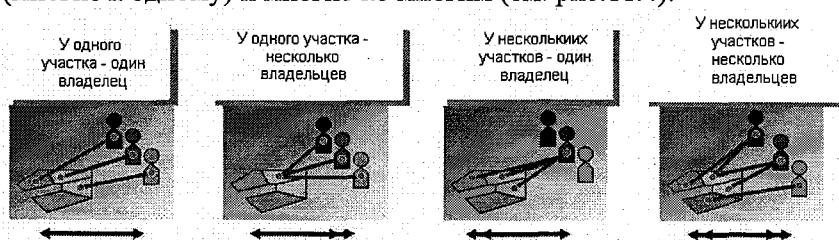


Рис. 11.4. Отношение между таблицами.

Знание типа связи между таблицами поможет предотвратить ошибки. Например, если при необходимом типе связи один ко многим соединять таблицы, как будто они связаны по типу один к

одному, то можно потерять информацию из присоединяемой таблицы, так как при типе связи один к одному прекращается поиск значений, после того как найдено первое значение, соответствующее ключевому.

11.5.2. Соединения и связи

ArcMap предоставляет два способа связывания данных, хранящихся в табличной форме, с географическими пространственными объектами: *соединения* и *связи* (см. рис.11.5). При соединении двух таблиц атрибуты одной из них добавляются в другую таблицу, на основании значений общего для обеих таблиц поля. Связывание таблиц описывает отношение между двумя таблицами также на основании общего поля, но не добавляет атрибутов одной таблицы к другой.

Вместо этого при необходимости можно обращаться к связанным данным.

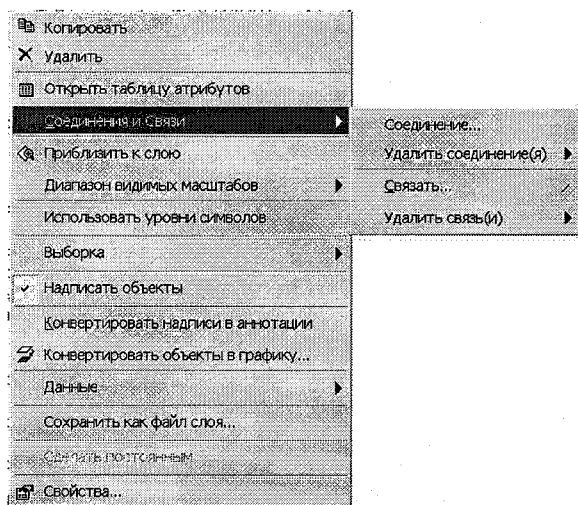


Рис. 11.5. Соединения и связи.

Две таблицы соединяются, когда тип связи данных один к одному или многие к одному (например, есть слой с расположением магазинов и нужно присоединить к нему данные о месячных продажах).

Две таблицы соединяются связью данных типа один ко многим или многие ко многим (например, на карте показана база данных участков, и есть таблица, содержащая информацию о владельцах. У одного участка при этом может быть несколько владельцев, а один владелец может иметь несколько участков).

Соединения и связи автоматически устанавливаются всякий раз, когда открывается карта. Таким образом, если данные связанных таблиц изменяются, эти изменения отражаются и на соединении или связи.

11.5.3 Связывание таблиц методом соединения

Соединение (Join) таблиц осуществляется по полю, имеющемуся в обеих таблицах. Соединение работает с шейп-файлами (shapefiles), покрытиями (coverages) и файлами баз геоданных (geodatabase). Соединение может осуществляться по принципам одна к одной (записи) или многие к одной (записям). Принцип связывания выбирается автоматически и зависит от того, сколько записей в таблице-источнике (таблице, которая связывается) соответствует записям в таблице назначения (таблице, с которой связывают таблицу-источник). Имя поля не обязательно должно быть одинаковым в обеих таблицах, но тип данных должен быть одинаковым. Можно соединить числа с числами, строки со строками, логические выражения с логическими и даты с датами. При этом данные из одной таблицы добавляются (присоединяются) к данным из другой.

11.5.4. Связывание таблиц (relate)

Другой способ соединения таблиц в ArcMap – создание связи. Подобно соединению таблиц, связывание таблиц описывает отношение между двумя таблицами – также на основании общего поля, но без добавления атрибутов одной таблицы к другой.

Функция связывания (Link) устанавливает связь одна ко многим между таблицей назначения и таблицей источника. Одна запись в таблице назначения связывается с одной или несколькими записями в таблице источника. При связывании таблиц добавления данных из одной таблицы к другой не происходит (в отличие от операции соединения). Между ними только устанавливается связь,

поэтому выбирая запись в одной из таблиц, автоматически выбирается запись в связанной с ней таблице.

Вы связываете таблицы вместо соединения, когда тип связи один ко многим или многие ко многим между таблицами или когда вы должны управлять информацией в связанной таблице по таблице атрибутов (выборка по местоположению).

11.6. Диаграммы

Диаграммы позволяют представить информацию об объектах карты и отношениях между ними в удобной для восприятия наглядной форме. Они могут отображать как дополнительную информацию об объектах карты, так и те же данные, что и на карте, но только в другой форме. Диаграммы дополняют карту: они отражают такую информацию, для получения которой пришлось бы анализировать и суммировать данные. Например, вы можете быстро сравнить объекты и увидеть, какие из них имеют большее или меньшее значение конкретного атрибута. Информация, отображаемая на диаграмме, основана непосредственно на атрибутивных данных, хранящихся с вашими географическими данными.

Данные и результаты анализа могут быть представлены с использованием различных стилей диаграмм, включая двухмерные и трехмерные изображения. В ArcGIS входит графическое программное обеспечение с разнообразными типами диаграмм, для того чтобы данные были представлены в наиболее ясной форме.

Можно выбирать наиболее подходящие аспекты диаграмм для эффективного изображения данных, например, добавлять название, оси координат, изменять цвета маркеров диаграммы или шрифт текста диаграммы.

Создав диаграмму ее можно добавить на карту в «Виде компоновки» ArcMap. Как только добавлена диаграмма, она становится графическим элементом и можно изменить ее расположение и размер.

11.6.1 . Построение диаграмм

Инструмент по созданию диаграмм в ArcMap может быть активизирован в меню «Инструменты» с помощью опции «Диаграммы». При создании диаграмм можно использовать окно «Мастер диаграмм» (см. рис.11.6).

При построении диаграммы могут использоваться все объекты или только выбранные. Диаграммы автоматически обновляются при изменении выборки, на которой они основаны. Чтобы создать статичную копию диаграммы, можно скопировать диаграмму и вставить в компоновку.

Если нужно скопировать построенную диаграмму с одной карты на другую, сохраните ее в виде файла на диске.

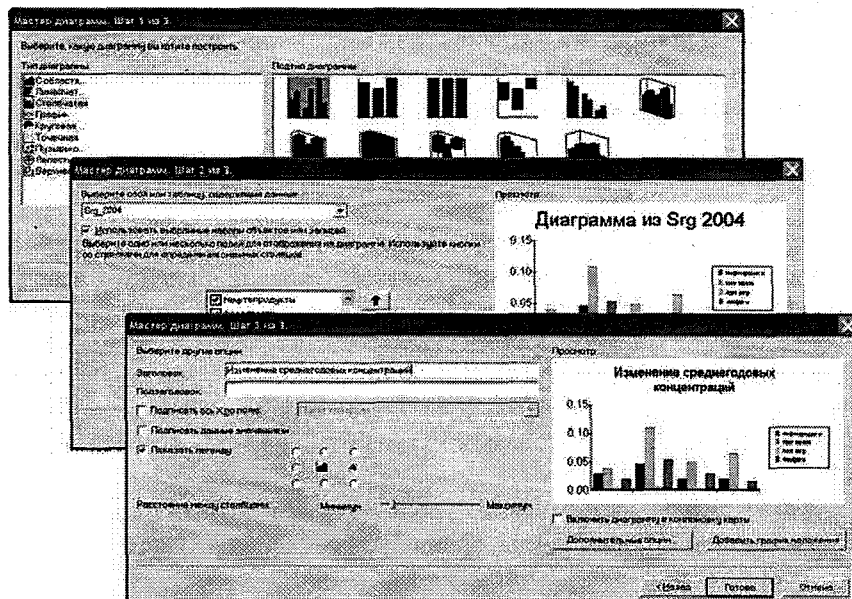


Рис. 11.6. Мастер построения диаграмм.

Если диаграмма загружается на карту, которая не содержит слой, на котором была основана, ArcMap предложит добавить слой к карте. Если отказаться, диаграмма отобразится, но будет статической. Для использования диаграммы в другом приложении, ее можно экспортировать в графический формат (bmp, jpg, gif).

11.7. Отчеты

Отчеты позволяют наглядно представить факты и количественные характеристики, полученные в результате анализа данных, и являются дополнением к вашим картам. Отчеты позволяют эф-

фактивно отображать атрибутивную информацию при помощи таблиц. Значения можно сортировать как в одном, так и в нескольких полях. Например, имея список стран, их можно рассортировать по количеству населения или в алфавитном порядке, тогда проще видеть, какая страна имеет самое большое население, или же группировать отчеты и вычислять итоговую статистику (сумма, среднее число, индекс, стандартное отклонение, минимум и максимальные величины).

Отчеты состоят из разделов, каждый из них представляет определенную часть отчета. Пользователь определяет внешний вид отчета, изменяя содержание каждого раздела и настраивая такие параметры, как размер и цвет. Например, раздел отчета обычно содержит его название и подзаголовок; однако, если эти элементы не нужны, их можно не включать.

Отчет можно сохранить в файле на диске и использовать с другой картой или с другими программными продуктами. Когда отчет сохраняется в файле, создается его статическая копия, которая не связана с фактическими данными, для которых он был создан. Содержание такого отчета изменять нельзя. Отчет может быть экспортирован в файл другого формата: в Adobe's Portable Document Format (PDF), текстовый формат (RTF) или простой текст (TXT).

Если неоднократно используется один и тот же проект отчета, можно создать шаблон отчета, используемый для информации из различных источников в удобной форме.

В ArcGIS предусмотрено два способа создания отчетов. Встроенный «Мастер отчетов» – удобное в работе приложение, позволяющее строить отчеты, которые будут храниться прямо в документе карты. В ArcGIS также включен модуль Crystal Reports – «Дизайнер отчетов». Дизайнер отчетов предоставляет полнофункциональный набор инструментов для оформления графического отчета.

11.7.1. Мастер отчетов ArcMap

Используя встроенный «Мастер отчетов» ArcMap, можно строить отчеты, которые будут храниться прямо в документе карты. Создав такой отчет, его можно добавить его в компоновку карты или распечатать. Данный отчет оформлен в форме таблицы, где

каждая запись отображается отдельной строкой. В отчет могут включаться заголовок, номера страниц, текущая дата, суммарная статистика и изображения.

11.7.2. Дизайнер отчетов

«Дизайнер отчетов» ESRI поставляется вместе с ArcGIS. Чтобы получить доступ к инструментам построения отчета, необходимо установить Crystal Reports. Дизайнер отчетов предоставляет графический интерфейс, позволяющий контролировать внешний вид отчета. Отчеты, создаваемые при помощи Crystal Reports, организуются в файлы, независимые от ArcMap. С отчетами можно работать, находясь в ArcMap, и отображать их в отдельном окне, но их нельзя при этом добавлять в компоновку карты. Доступ к «Дизайнеру отчетов» можно получить из меню «Инструменты», раздела «Отчеты» или непосредственно из меню компьютера «Пуск».

12. Редактирование пространственных данных

Все базовые настольные продукты ArcGIS (ArcView, ArcEditor и ArcInfo) позволяют редактировать шейп-файлы и классы объектов персональной базы геоданных. ArcEditor или ArcInfo также позволяют редактировать корпоративную базу геоданных через ArcSDE. Работая с географическими данными в ArcView, ArcEditor или ArcInfo можно использовать одни и те же инструменты редактирования в ArcMap. Данные в формате покрытий могут быть отредактированы только с использованием ArcInfo Workstation.

12.1. Безопасность редактирования

Безопасность редактирования необходима для гарантии того, что многочисленные «редакторы» не будут редактировать одни и те же объекты в одно и то же время. Два формата базы геоданных имеют различные меры безопасности. С персональной базой геоданных ArcGIS связывается вся база геоданных при начале редактирования. Этот факт запрещает дальнейшее редактирование любых классов объектов в базе геоданных, исключая то приложение, которое начало редактирование. Например, редактирование начато в ArcMap только в одном классе объектов, затем запущен ArcCata-

log, чтобы добавить поле в другой независимый класс объектов, то на экране появится предупреждающее сообщение, что существует взаимосвязь в БГД. Этот вид безопасности хорошо работает, когда нет необходимости многим пользователям редактировать БД совместно, но это может быть не очень удобно в других ситуациях. База геоданных ArcSDE хранится в формате RDBMS (например, Oracle, SQL Server, DB2 или Informix), дает возможность множеству редакторов работать параллельно над одной информацией благодаря процессу, называемому управлением версиями.

12.2. Обзор панели редактирования

В ArcMap редактирование осуществляется при помощи панели инструментов редактирования. Панель (см. рис.12.1.) содержит несколько важных компонентов:

- редакторский «выпадающий» список: это меню содержит команды для начала, окончания и сохранения операций редактирования. Оно также обеспечивает доступ к нескольким операциям редактирования, быстрый контроль и операции редактирования;
- инструмент «Редактировать»: используется для выделения объектов редактирования и их изменений;
- инструмент «Скетч»: основополагающий инструмент для редактирования пространственных объектов. Он позволяет оцифровывать новые объекты или изменить размер существующих;



Рис. 12.1. Панель редактирования.

- список текущих задач: задание для редактирования выбирается из этого выпадающего списка. Список задач соответствует классу редактируемых объектов;
- целевой слой: список позволит выделить необходимый для редактирования слой;
- кнопка «Атрибуты»: позволяет редактировать атрибутивные значения выделенных объектов в диалоговом окне;
- свойства скетча: служит для отображения и редактирования координат x и y текущего скетча.

12.3. Управление сеансами редактирования

Начав сеанс редактирования в документе карты, в которой слои имеют более одного источника данных (т. е. более одной персональной базы геоданных), придется выбирать единственный источник данных, с которым будет идти работа. Персональная база геоданных может иметь только одного редактора одновременно, но это не означает одного пользователя, а скорее одно применение. Например, начав сеанс редактирования в ArcMap и перейдя в ArcCatalog, чтобы удалить или добавить поля в таблице или в классе объектов в пределах той же персональной базы геоданных, сделать изменения не получится. Это означает, что первый доступ к персональной базе геоданных блокирует схему всей базы геоданных.

В ArcMap начать, закончить и сохранить результаты можно, используя меню «Редактировать» на панели инструментов «Редактор». При окончании сеанса редактирования ArcMap подсказывает, что следует сохранить внесенные изменения. Не сохранив их, невозможно вернуться в отредактированный слой.

12.4. Выбор объектов

ArcMap обеспечивает несколько способов выбора объектов для редактирования. Эти способы подразделяются на три основных категории:

Интерактивные (графические). Выбор с помощью курсора мыши, щелкая на объектах или очерчивая форму (прямоугольник, линия или область).

Атрибуты. Выбор объектов по значениям в таблице атрибутов.

Расположение. Выбор объектов согласно их пространственному расположению по отношению к объектам в других слоях (например, улицы, которые пересекают железные дороги).

Доступность слоев можно контролировать через меню «Выборка».

12.5. Функции простого редактирования

АгсМар содержит несколько простых функций для редактирования пространственных объектов. Вы можете выбирать объекты и перемещать их, перетаскивая или изменяя координаты. Объекты могут также поворачиваться в интерактивном режиме вокруг якоря выборки (см. рис.12.2). Якорь может быть перемещен в другую позицию, чтобы достичь желаемого результата.

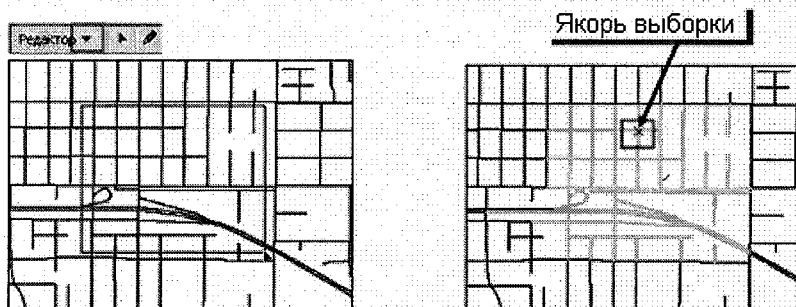


Рис. 12.2. Интерактивный выбор объектов.

Кроме того, можно использовать стандартные для ОС Windows кнопки «Вырезать», «Копировать» и «Вставить» (см. рис. 12.3) панели «Инструменты» или соответствующую им сокращённую систему команд (Ctrl+X, Ctrl+V, и т. д.). Кнопка «Undo» (отменить ввод) делает шаг назад, если не делалось сохранение. Если «парить» курсором над кнопками «Undo» или «Redo», появляется подсказка панели, которая сообщает, какое действие является следующим.

Допуск залипания хода. Опция, которая может быть установлена, чтобы защитить объекты от неосторожного передвижения в течение сеанса редактирования.

По умолчанию значение для этой опции — 0. Например, если введена величина 30 пикселей, выбранный объект не двигается вообще,

пока мышь не будет перемещена на 30 пикселей, после чего объект перескакивает в местоположение мыши. Эта функция работает независимо от параметров замыкания со всеми инструментами редактирования и устанавливается в той же закладке «Опции» диалога «Общие», что и «Допуск замыкания».

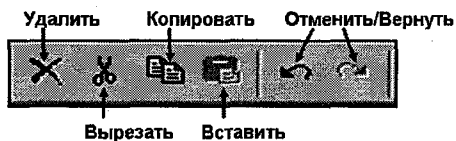


Рис. 12.3. Функции простого редактирования.

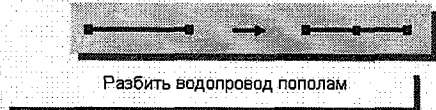
12.6. Инструменты создания объектов

В меню редактирования есть множество инструментов для создания новых объектов. Инструменты, создающие объекты в целевом слое для создания новых объектов, могут использовать объекты, выделенные в других слоях. Такие инструменты, как разбивка и слияние, создадут новые объекты из объектов этого же слоя.

12.6.1. Команды «Разбить» и «Разделить»

Команда «Разбить». Используйте эту команду (см. рис.12.4), если известно расстояние, на котором следует разбить линию, измеряемое от начала или от конца. Эта же команда используется, когда нужно разбить линию в определенном отношении от оригинальной длины. Например, вы можете использовать команду «Разбить», когда можно разбить силовую линию на известном расстоянии вдоль линии, чтобы добавить электрическое поле, которое нуждается в собственном обслуживании.

Разбить



Разделить

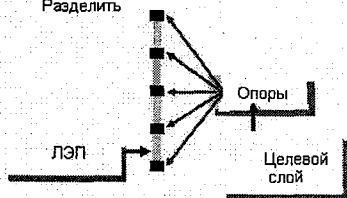


Рис. 12.4. Команды «Разбить» и «Разделить».

Команда «Разделить». Команда (см. рис.12.4) создает точки, отстоящие друг от друга на заданное расстояние вдоль линии. Например, эта команда используется, чтобы переместить вспомогательные оси вдоль основных; создать определенное число точек на равном расстоянии или создать точки на заданном расстоянии.

12.6.2. Буфер

С помощью команды «Буфер» можно создавать буферную зону вокруг объектов (см. рис.12.5). Например, используя команду «Буфер», можно показать загрязненную территорию вокруг источника или зону наводнения вокруг реки. В буфер можно заносить более одного объекта одновременно, но при этом вокруг каждого объекта создается отдельный буфер.

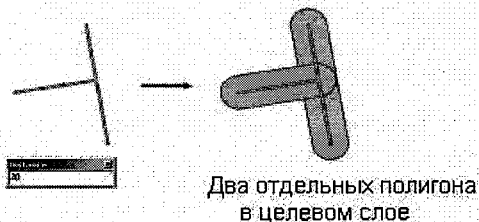


Рис. 12.5. Команда «Буфер».

Невозможно создавать буфер в целевом слое с точечной геометрией; если целевой слой имеет линейную геометрию, результирующий буфер будет закрытым замкнутым линейным объектом.

12.6.3. Команда «Копировать параллельно»

Эта команда позволяет создать новый параллельный объект по любую сторону от существующего объекта (см. рис.12.6).

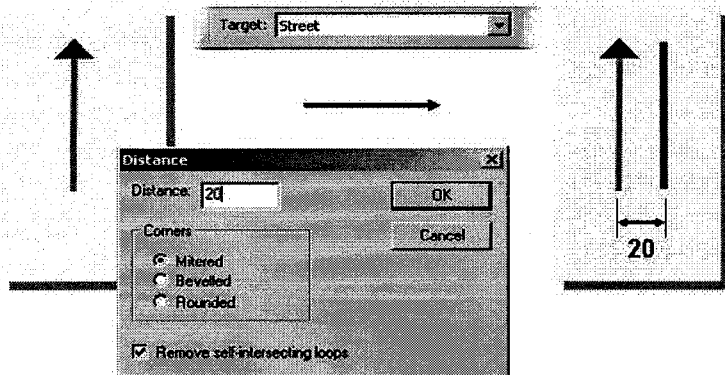


Рис. 12.6. Команда «Копировать параллельно».

Расстояние между исходной линией и новой параллельной линией может быть точно установлено. Если расстояние между параллельными линиями положительно, новая параллельная линия будет по правую сторону от объекта, если отрицательно – новая параллельная линия будет по левую сторону от объекта. Это позволит изменять символ с простой линии на линию со стрелкой, чтобы увидеть взаимное положение (например, увидеть правую сторону объекта). Новая параллельная линия будет представлять собой новый объект в целевом слое. Команду «Копировать параллельно» можно использовать, например, для того чтобы отмечать среднюю линию на улице или газовые линии, параллельные дороге.

12.6.4. Команды «Объединить» и «Пересечь»

Команда «Объединить» объединяет объекты разных слоев в один объект, сохраняя при этом исходные объекты и их атрибуты, например, создать территорию продаж из нескольких ZIP-кодов (см. рис.12.7).

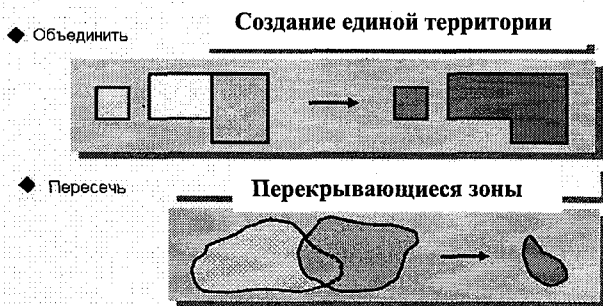


Рис.12.7. Команды «Объединить» и «Пересечь».

Можно также создать составной объект, используя команду объединения и комбинируя непересекающиеся объекты из различных слоев. Например, для создания полигона осадочных пород в слое пород с новой классификацией из выбранных полигонов глинистых и кварцевых пород, принадлежащих существующему слою скальных пород, используется команда «Объединить». Эта команда также используется для комбинирования объектов с глинистыми и кварцевыми породами для создания нового объекта осадочных пород, состоящего из нескольких частей, принадлежащих к слою с другой классификацией пород.

Хотя объекты могут быть из разных слоев, у слоев должен быть общий тип геометрии – или линия, или полигон. Новый объект создается в целевом слое без атрибутивных значений.

Команда «Пересечь» создаст новый объект из области, образованной пересечением заданных объектов, например новая область обслуживания из двух пересекающихся областей (см. рис.12.7). Можно также найти пересечение между объектами различных слоев, но слои должны быть одного типа (или линии, или полигоны). Исходные объекты сохраняются, а новые объекты создаются без атрибутивных значений в целевом слое – их следует ввести вручную.

12.6.5. Команда «Слияние»

Команда «Слияние» объединяет объекты одного слоя (см. рис. 12.8). Объекты должны принадлежать линейному или полигональному слою.



Рис. 12.8. Команда «Слияние».

Из несмежных объектов также можно создать составной объект, например, слить отдельные острова, чтобы создать составной полигональный объект, такой, как Гавайи.

При слиянии объектов появляется диалоговое окно, в котором необходимо выбрать, какие объекты с какими сливать. Новые атрибутивные значения объектов копируются из объектов, выбранных пользователем.

12.7. Работа со скетчами

В ArcMap геометрия каждого объекта представлена скетчем. Скетч состоит из вершин (точек, в которых скетч меняет направление) и сегментов (линий, соединяющих вершины). При редактировании объекта в ArcMap редактируется скетч объекта, а не сам объект. ArcMap позволяет редактировать существующие объекты или создавать новые в существующем классе объектов.

Чтобы создать новый объект, следует сначала создать скетч. Аналогично, чтобы отредактировать объект, нужно отредактировать его скетч. При сохранении внесенных изменений, объект об-

новляется в соответствии с изменениями, внесенными в его скетч. Скетч может быть создан только для линии или полигона, так как точки не имеют ни вершин, ни сегментов.

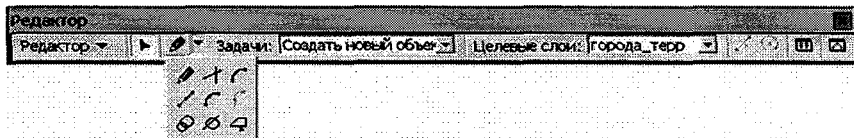


Рис. 12.9. Инструменты скетча.

Инструмент «Скетч» – первичный инструмент редактирования в ArcMap (см. рис.12.9). Он позволяет добавлять новые объекты путем оцифровки вершин или изменять существующие объекты, выбирая задачу редактирования из списка «Текущие задачи».

При использовании инструмента «Скетч» левая кнопка мыши выделяет объекты, а правая кнопка открывает контекстное меню инструмента «Скетч». Завершить работу со скетчем можно, сделав двойной щелчок мышью или щелчком правой кнопки войдя в контекстное меню и выбрав «Закончить скетч». Из контекстного меню также можно выбрать «Закончить часть». Это позволяет создавать объекты, состоящие из нескольких частей (например, много островов, которые принадлежат одной стране).

12.7.1. Скетчи

Скетч – это форма, которую рисует пользователь и которая может служить, например, для добавления новых объектов, изменения объектов или изменения их формы. Задания для скетча перечислены в списке текущих задач на панели редактирования. Таким образом, скетч – это временная графика редактируемых объектов.

Среди задач скетча можно выделить следующие:

- *Создание нового объекта* – используется созданный скетч для создания нового объекта.
- *Выбрать линией* – с помощью линии выделяются объекты в скетче, созданном для этого; выделяются те объекты, которые пересекаются линией.
- *Разрезать полигон* – используется созданный скетч, чтобы разрезать полигон.

12.7.2. Использование замыкания

Замыкание автоматически перемещает указатель в определенную точку или ориентирует его (параллельно или перпендикулярно) относительно другого объекта. Это освобождает от щелчка в конкретном месте, чтобы замкнуть редактируемый объект (см. рис.12.10).

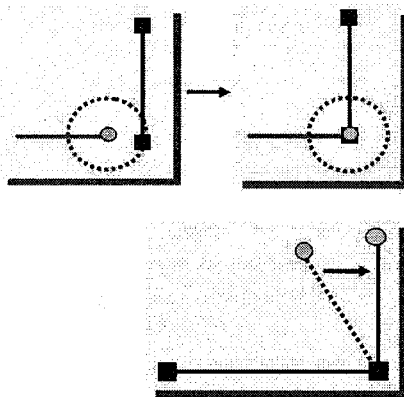


Рис. 12.10. Использование замыкания.

Допуск замыкания – расстояние, в пределах которого курсор или объект совмещается с другой точкой. Он устанавливается в единицах карты или в пикселах через опции меню «Редактор».

В ArcMap существуют два типа замыкания:

- *Замыкание слоя*: замыкание на существующее ребро объекта, вершину или конечную точку.
- *Замыкание скетча*: при добавлении скетча эта опция позволяет создать сегмент, который будет перпендикулярен предыдущему. Замыкание может быть отменено, если переместить указатель достаточно далеко.

Установка допуска замыкания – иногда процесс проб и ошибок. Сначала следует попытаться определить допуск, а затем понемногу изменять его, пока не определено наиболее удачное значение.

12.8. Задачи редактирования

В ArcMap доступно множество различных задач редактирования. Эти задачи работают совместно с инструментом «Скетч». Некоторые из этих задач могут быть автоматически выбраны в зависимости от геометрии, которая будет редактироваться, создаете ли вы новый объект или изменяете существующий. Эти инструменты редактирования обсуждаются далее.

12.8.1. Задача «Создать новый объект»

Можно создать скетч, создав вершины и сегменты, образующие пространственные объекты (см. рис.12.11). Вершины отображаются зеленым, а последняя – красным.

Инструмент «Скетч» – средство, применяемое чаще всего для создания скетча. С ним связано контекстное меню, которое поможет разместить вершины и сегменты более точно.

Существуют и другие способы создания новых объектов. Их можно создавать, используя основные опции «Копировать/Вставить» между целевыми слоями.

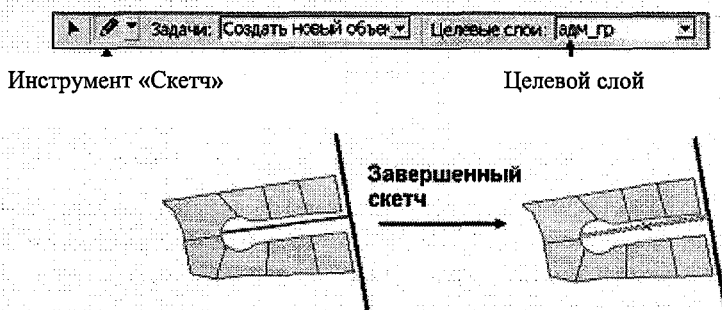


Рис. 12.11. Задача «Создать новый объект».

Дополнительные функциональные возможности могут быть выбраны из выпадающего списка инструмента «Редактор». В зависимости от геометрии выбранных объектов и целевого слоя, вы будете иметь доступ к одному из множества действий редактирования, которые создают новые объекты. Это: «Перемещение», «Разрезание», «Деление», «Буфер», «Копирование параллельно», «Слияние», «Связывание», «Пересечение» и «Вырезание».

12.8.2. Задачи «Изменить объект» и «Изменить форму объекта»

Задача «Изменить объект» позволяет редактировать вершины скетча существующего объекта, чтобы изменить его форму (см. рис. 12.12).

При использовании задачи «Изменить объект» одновременно может изменяться только один объект. Когда курсор мыши парит по вершинам, которые следует изменить, изображение курсора изменяется. Щелкните на вершине и перемещайте ее в новое местоположение, не отпуская мыши.

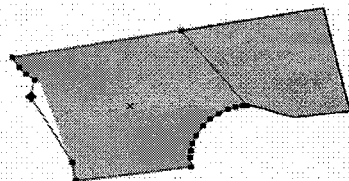


Рис. 12.12. Задача «Изменить объект».

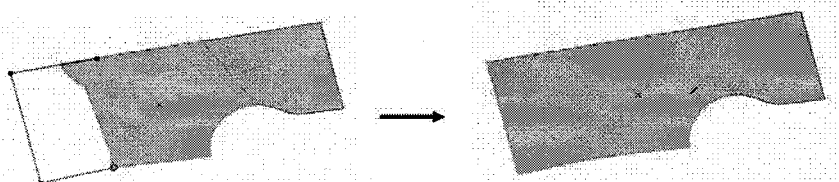


Рис. 12.13. Задача «Изменить форму объекта».

Задача «Изменить форму объекта» может быть использована при оцифровке скетча, который станет частью редактируемого объекта. Скетч новой формы должен пересекаться с существующим объектом (см. рис.12.13).

12.8.3. Задачи «Растянуть\Сократить объекты» и «Разрезать полигон»

Часто при создании новых объектов приходится сталкиваться с объектами, которые являются слишком короткими или слишком длинными. В ArcMap существуют инструменты, которые исправляют эти пережесты или недочеты.

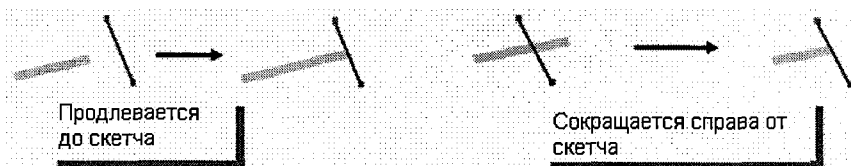


Рис. 12.14. Задача «Растянуть/Сократить объект».

Растянуть объект. Недовод можно устранить, используя задачу «Растянуть/Сократить объект». Сначала следует выбрать объект, который будет растянут. Затем сделать скетч в виде короткой линии к этому объекту. Как только будет сделан скетч второй вершины, отобранный объект растянется, чтобы встретить данный скетч (см. рис. 12.14).

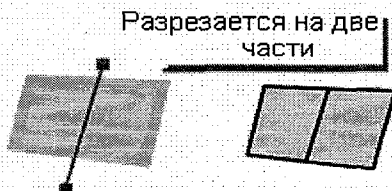


Рис. 12.15. Задача «Разрезать полигон».

Сокращение объектов с правой стороны скетча. Задачей «Растянуть/Сократить объекты» можно также устранять перехлесты. Сначала следует выбрать объект, который будет сокращен. Затем скетч в виде короткой линии, пересекающей этот объект. Как только будет оцифрована вторая вершина, выбранный объект сократится справа от скетча. Скетч исчезнет с экрана (см. рис. 12.14).

Задача «Разрезать полигон». Эта задача (см. рис.12.15) может быть использована, чтобы сделать скетч линии, которая разрезает один полигон на два. Этот инструмент особенно полезен для создания части полигона. Линия скетча должна пересечь обе границы полигона, чтобы его разрезать.

12.8.4. Задача «Автозавершение полигона»

Эта задача позволяет добавлять новый полигон к ребру существующего, не создавая скетча, дублирующего общую границу между ними.

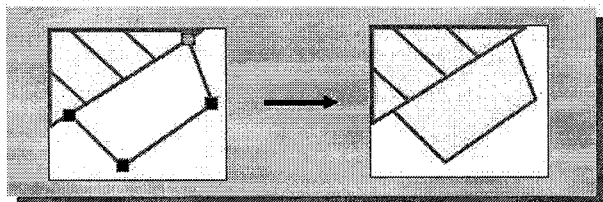


Рис. 12.16. Задача «Автозавершение полигона».

С помощью этой задачи создается скетч всех границ полигона, кроме одной – общей со смежным полигоном. Задача «Автозавершение полигона» чрезвычайно полезна при создании маленьких «узеньких» полигонов при оцифровке (см. рис.12.16).

12.9. Создание вершины или точки

Инструмент «Пересечение» (см. рис. 12.17) создает точку или вершину в месте воображаемого пересечения двух сегментов. Это означает, что сегменты не имеют пересечения на карте. Инструмент создает точку или вершину там, где пересеклись бы сегменты, если их продолжить на достаточную длину.

Инструмент «Расстояние-Расстояние» (см. рис. 12.17). Предположим, что нужно создать объект – опору в некотором месте, а о местоположении объекта известно только, что это – в пересечении 40 м от угла одного здания и 55 м от угла другого.

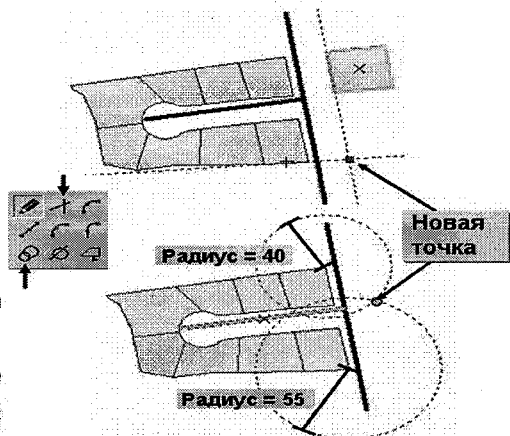


Рис. 12.17. Инструменты «Пересечение» и «Расстояние-Расстояние».

Инструмент «Расстояние-Расстояние» может использоваться, чтобы разместить точку. Он позволяет создавать вершину или точку на пересечении двух расстояний от двух других точек.

Абсолютные X, Y. Доступ к этой опции осуществляется через контекстное меню инструмента «Скетч». Если ваш целевой слой – класс точечных объектов, новая точка может быть создана в определенном месте, выраженном в единицах карты. Если целевой слой – линия или класс полигональных объектов, координаты используются как точка для вершины, с которой вы начинаете новый скетч.

12.10. Добавление дуг

Инструмент «Дуга». Создает скетч с использованием параметрической кривой по трем точкам (см. рис. 12.18 а).

Щелкните один раз, чтобы создать начальную точку; щелкните еще раз, чтобы указать ось – это невидимая точка, через которую пройдет кривая; щелкните третий раз, чтобы создать конечную точку.

Инструмент «Конечная точка дуги». Когда параметрическая кривая создана, используя инструмент «Дуга», радиус для кривой будет определяться расположением последней точки. Это отличается от создания кривой при использовании инструмента «Дуга» (см. рис.12.18 б).

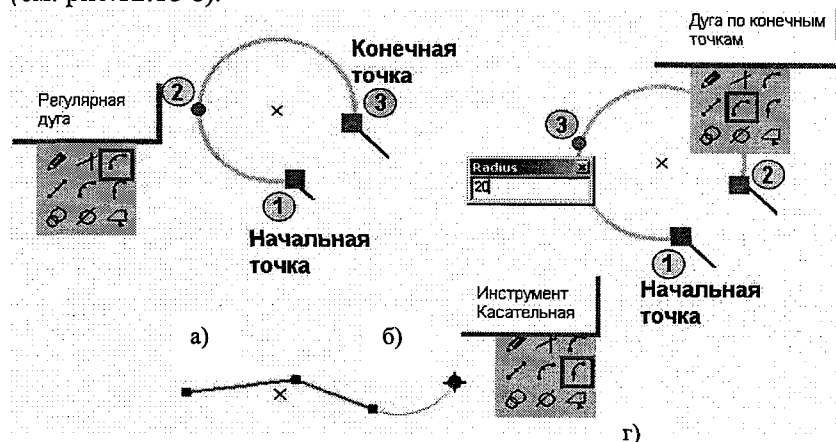


Рис. 12.18. Добавление дуг.

Инструмент «Конечная точка дуги» создает круглую дугу с настраиваемым радиусом (см. рис. 12.18 в). Первые две точки определены как начало и конец кривой. Третья точка определяет радиус. Радиус может быть установлен в интерактивном режиме, перемещая мышь или нажимая клавишу R, чтобы ввести определенное значение радиуса.

Инструмент «Касательная». Создает круглую дугу от предыдущего сегмента (см. рис.12.18 г) Этот инструмент нельзя использовать, пока нет хотя бы одного сегмента. Радиус создаваемой кривой зависит от размещения конечной точки.

12.11. Инструмент «Трассировка»

Инструмент «Трассировка» поможет создать сегменты вдоль существующих сегментов (см. рис. 12.19).

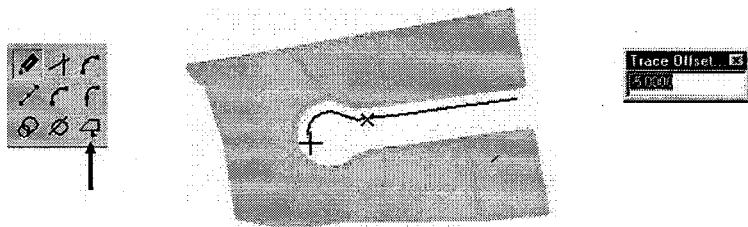


Рис. 12.19. Инструмент «Трассировка».

Используя инструмент «Трассировка», можно создать новые сегменты, которые расположатся под тем же углом, что и выбранные границы участка, но на расстоянии пяти метров от них.

12.12. Контекстное меню «Скетча»

Контекстное меню – всплывающее меню, которое появляется в месте расположения указателя при щелчке правой кнопкой мыши. Имеются два типа контекстных меню: контекстное меню инструмента «Скетч» и контекстное меню «Скетч» (см. рис. 12.20).

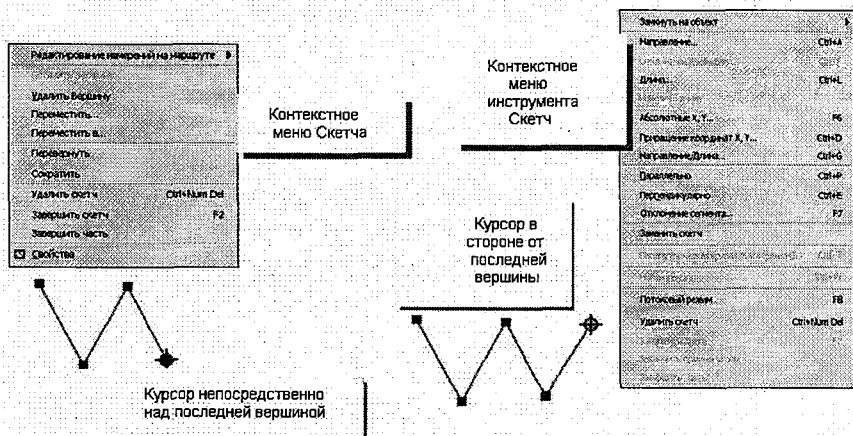


Рис. 12.20. Контекстные меню «Скетч» и инструмента «Скетч».

Инструмент «Скетч». При использовании инструмента «Скетч» доступно контекстное меню инструмента «Скетч», после щелчка правой кнопкой мыши вне созданного скетча. Полученное меню содержит опции для размещения вершин и сегментов. Например, можно установить сегмент определенной длины или под определенным углом или создать вершину с определенными координатами.

«Скетч». Контекстное меню «Скетч» работает с новыми скетчами и с элементами скетча, а также со скетчами, полученными из существующих объектов (см. рис.12.20).

Выбирая скетч существующего объекта (с помощью инструмента «Редактор» или двойным щелчком), можно видеть, что объект выделяется цветом (по умолчанию – голубым цветом) и его скетч становится доступным для редактирования.

Контекстное меню «Скетч» открывается нажатием правой кнопки мыши при использовании любого инструмента, когда курсор находится на любой части скетча. Оно отличается от контекстного меню инструмента «Скетч», которое открывается только при использовании инструмента «Скетч», при нажатии правой кнопки мыши вне этого скетча.

12.13. Изменение существующих объектов

Редактирование вершин. Контекстное меню «Скетч» позволяет манипулировать вершинами существующих объектов. Используйте инструмент «Редактор» или двойной щелчок на объекте, чтобы выделить скетч. Можно вставить вершину, щелкнув правой кнопкой в нужном месте. А также удалять и перемещать вершины. Вы можете перемещать вершины на приращение x и y , щелкая на «Переместить на», или щелкать «Переместить» и определять расстояние, чтобы переместить вершину в точные координаты x и y (см. рис.12.21).

◆ Вставьте Вершину

◆ Удалите Вершину

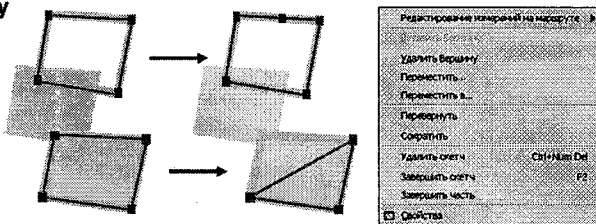


Рис. 12.21. Изменение существующих объектов.

Обратите внимание на различие между выбранными объектами и скетчем, как проиллюстрировано на рисунке (наиболее очевидно с примером «Удалить вершину»). До щелчка на «Закончить скетч» можно манипулировать только скетчем, не изменяя геометрию самого объекта слоя.

12.14. Контроль за элементами скетча

Определение длины. С помощью контекстного меню инструмента «Скетч» можно определить длину двумя способами.

Определение длины от последней вершины. «Длина» может быть выбрана из контекстного меню, когда следующая вершина будет на некотором расстоянии от текущей вершины. Это создает сегмент линии определенной длины.

Изменение длины последнего сегмента. Опция «Изменение длины» позволяет изменять длину последнего созданного сегмента.

Определение направления. Иногда требуется, чтобы объекты были введены с соблюдением определенного направления между

составляющими их сегментами. ArcMap оснащен определенными инструментами для определения направления вводимых данных. Щелкните правой кнопкой недалеко от последней введенной вершины и из контекстного меню инструмента «Скетч» выберите направление вводимых данных.

Углы относительно других объектов. Углы можно также определить, основываясь на направлениях других объектов.

Три команды контекстного меню инструмента «Скетч» – «Отклонение сегмента», «Параллельно» и «Перпендикулярно» – помогают создавать сегменты под заданным углом к уже существующим сегментам (см. рис.12.22).

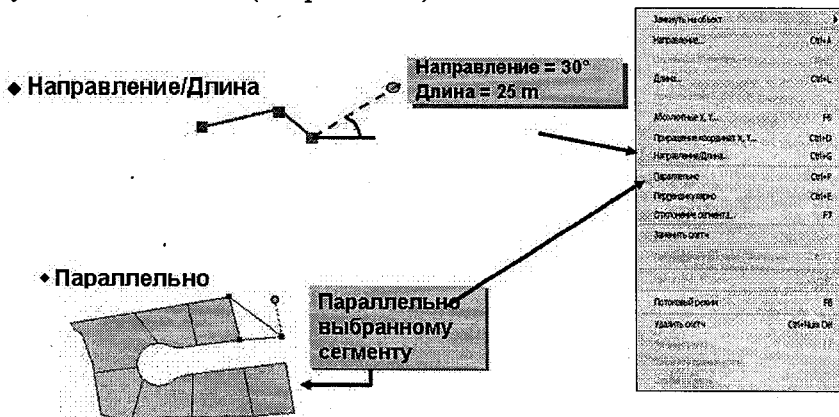


Рис. 12.22. Контроль за элементами скетча.

Поместите курсор на сегмент, под углом к которому следует провести новый скетч и нажмите правую кнопку мыши. Выберите опцию «Отклонение сегмента». Наберите нужное значение угла отклонения от заданного сегмента. Создаваемый сегмент построен под заданным углом к указанному сегменту.

«Параллельно» располагают новый сегмент относительно существующего объекта. «Перпендикулярно» соответственно своим названиям.

13. Редактирование атрибутивных данных

13.1. Редактирование атрибутов выбранных объектов

Диалоговое окно «Атрибуты» позволяет просматривать атрибуты, выбранные на карте объектов. Левая сторона диалогового окна содержит список выбранных объектов. Объекты в нем перечислены по значению атрибута первого поля и сгруппированы по слоям. Правая сторона диалогового окна «Атрибуты» содержит два столбца: атрибуты слоя, например «Тип» или «Владелец», и значения этих атрибутов (см. рис. 13.1).



Рис. 13.1. Редактирование атрибутов объектов.

Можно скопировать отдельные атрибуты или все атрибуты объекта; вставить их для одного или для всех выбранных объектов слоя. Чтобы скопировать значение атрибута в слой, скопируйте значение и затем щелкните правой кнопкой мыши на названии слоя. Щелкните на «Вставить», и значение атрибута будет скопировано для каждого объекта в слое. «Вырезать» и «Вставить» атрибуты можно точно так же, как копировать и вставить атрибуты, выбирая «Вырезать» из контекстного меню. Вырезание перемещает величину атрибута, скопированную из диалога «Атрибуты».

13.2. Редактирование атрибутов в открытой таблице

Значения атрибутов редактируются в таблице атрибутов при обращении к «Калькулятору поля». Откройте калькулятор щелчком правой кнопки мыши на поле, величина которого будет редактироваться. Меню «Калькулятора поля» позволяет выполнять простые вычисления и разрешать сложные логические выражения,

которые могут включать другие поля таблицы. Эти функциональные возможности ArcMap могут применяться в любое время в режиме редактирования и вне. Но вне сеанса редактирования невозможно вернуться на шаг назад, если действие ошибочно.

13.3. Внесение изменений в схему базы данных

«Схема» – термин, используемый для описания структуры слоев данных (таблицы, классы объектов) и базы геоданных. Разработка схемы подразумевает не только создание правильной структуры колонок таблиц. Схема может также описывать объекты как постоянные (неизменяемые), устанавливать отношения между таблицами разных классов, определять наборы классов объектов, геометрические сети и др. ArcCatalog – редактор схемы для ArcGIS, обеспечивает всеми инструментами, необходимыми для создания и поддержки пространственной и атрибутивной структуры данных.

С ArcView можно редактировать только таблицы базы геоданных и атрибуты shapefile в формате dBase (.dbf). ArcEditor дает дополнительные функциональные возможности редактирования таблиц корпоративных баз геоданных (SDE «Слой»); ArcInfo обеспечивает дополнительными инструментами для манипулирования таблицами файлов в формате покрытий.

13.3.1. Изменение структуры таблицы в ArcMap

Взаимоотношения между приложениями ArcGIS таковы: ArcCatalog – редактор схемы, а ArcMap – редактор атрибутов и объектов. ArcMap обеспечивает инструментами, чтобы создавать и редактировать значения атрибутов, а также управлять ими (см. рис.13.2).

В таблице в ArcMap можно добавлять и удалять столбцы, если соблюдены следующие условия:

- у пользователя есть доступ к данным для записи;
- в данный момент данные в ArcCatalog не редактируются;
- в данный момент другие пользователи не работают с этими данными ни в ArcMap, ни в ArcCatalog.

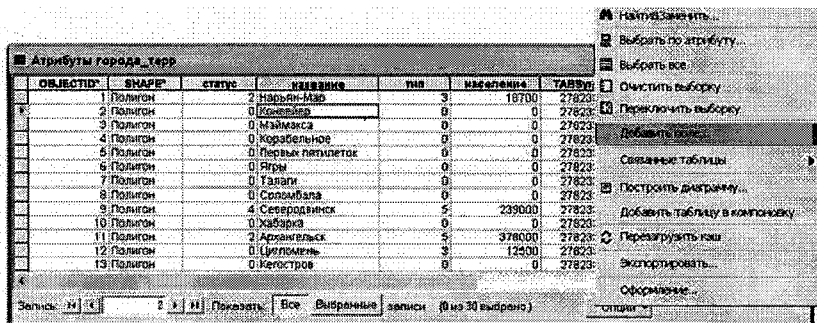


Рис. 13.2. Изменение структуры таблицы в ArcMap.

Другой способ для внесения изменений в схему в ArcMap – экспорт данных, дающий возможность создавать новые шейп-файлы или классы объектов базы геоданных из всех или из выбранных объектов. Это обязательно создаст новую схему, поскольку атрибуты существующего объекта переданы новому классу объектов.

13.3.2. Добавление полей в таблицу в ArcCatalog

Добавление полей. Чтобы добавить новое поле в существующую таблицу в ArcCatalog, во первых, щелкните по шейп-файлу или таблице dBASE, к которой вы хотите добавить атрибут.

Далее в меню файл выберите «Свойства» и щелкните на закладке «Поля».

Щелкните в первой пустой строке под последним атрибутом в поле «Имя поля» и введите имя нового поля. Щелкните в поле «Тип данных» на треугольнике, направленном вниз, чтобы раскрыть список для выбора соответствующего типа данных нового поля. Свойства, соответствующие указанному типу данных нового поля, появятся в списке «Свойства поля», расположенном ниже, и можно будет установить дополнительные свойства для нового поля. Установите соответствующую длину поля (рис. 13.3).

Удаление полей. В том же диалоговом окне «Свойства класса объектов» выберите поле и удалите его. Имейте в виду, что в ArcCatalog нет опции «Отменить ввод», и однажды удалив информацию, восстановить ее невозможно.

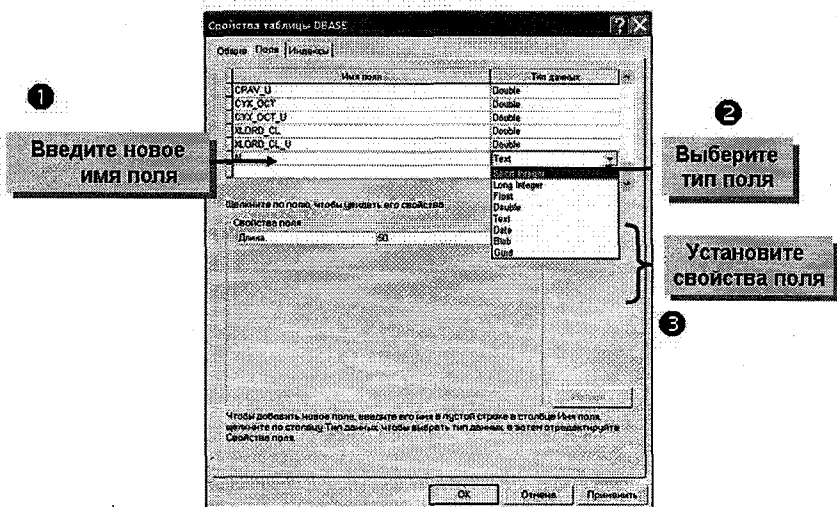


Рис. 13.3. Добавление полей в таблицу.

13.3.3. Внесение изменений в структуру в ArcToolbox

Инструменты ArcToolbox. ArcToolbox содержит множество инструментов, которые включают редактирование схемы. Некоторые примеры:

- Conversion Tools (инструменты перемещения) – импортируют существующую структуру таблицы;
- Data Management Tools (инструменты управления данными) – позволяют создавать новые таблицы, копировать записи, перетаскивать колонки и совершать другие подобные действия;
- Layers and Table Views (просмотр таблиц и слоев) – обеспечивают создание новых таблиц из множества уже существующих и виртуальных таблиц.

14. Создание и заполнение базы геоданных

14.1. Способы подготовки данных

Существует множество способов подготовки данных в ArcGIS. Перечислим основные из них.

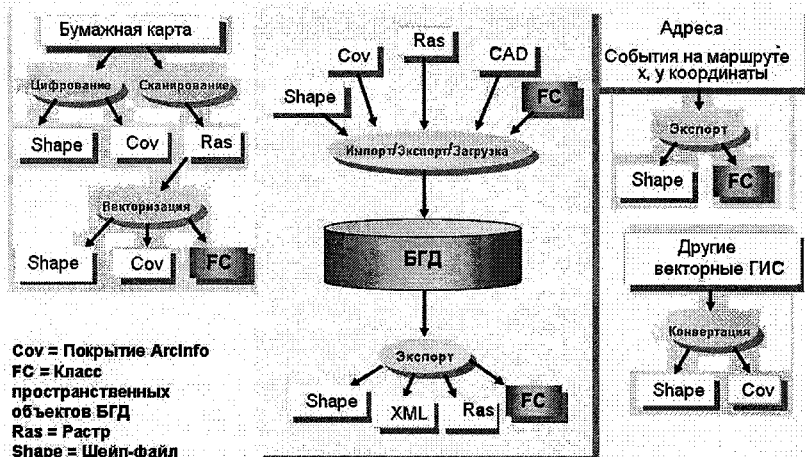


Рис. 14.1. Подготовка данных в ArcGIS.

Бумажная карта. Если данные представлены в формате бумажной карты, то можно с помощью цифрового планшета оцифровать объекты карты, которые могут быть впоследствии представлены в шейп-файле или как покрытие, либо, отсканировав целую карту, создать растровую картинку, которая может впоследствии иметь расширение ArcScan, для того чтобы очистить ее от нежелательных элементов (например, измерений, пометок, пыли и т. д.) и векторизовать растр в шейп-файл, покрытие или класс объектов БГД.

Импорт/Экспорт/Загрузка цифровых данных. Существует несколько инструментов в ArcToolbox, ArcCatalog или ArcMap, которые могут использоваться как для импорта, так и для экспорта или загрузки различных типов данных (шейп-файлов, покрытий, растров, рисунков САПР, классов объектов БГД) в БГД или из нее. Каждое из трех приложений ArcGIS имеет различные типы инструментов.

«Адреса», «События на маршруте», «Координаты x, y». Можно создавать классы объектов БГД или шейп-файлы из адресных таблиц, таблиц события на маршруте (точечных и линейных), таблиц, содержащих значения координат x, y.

14.2. Создание новых данных

Документальная копия пространственных данных может быть создана сканированием, оцифровкой с помощью дигитайзера или сочетанием двух указанных выше вариантов.

Сканирование данных. При сканировании данных используется пространственная аппаратура, которая создает растровую картинку документальной копии. Результирующий продукт может быть точно привязан к сетке или векторизован – привязан к векторному покрытию. ArcInfo предоставляет собой программное обеспечение пространственной векторизации для привязки сеток и изображений к покрытию. Инструмент автоматической векторизации предоставляется с основным пакетом ArcInfo, более специализированными инструментами обеспечивают программы измерений GRID™ и ArcScan. Геопривязка изображения, сетки или результирующего набора классов векторных объектов должна быть сделана перед осуществлением географического анализа.

Оцифровка на планшетном дигитайзере. Часто данные записываются при помощи трассирующей аппаратуры. Планшетная оцифровка создает векторное покрытие, шейп-файл или класс объектов БГД, который может иметь географическую привязку в течение трассировки или не иметь. Тики (метки) могут быть использованы для привязки местоположения с известными координатами к местоположению на планшетном дигитайзере, при этом геопривязка осуществляется автоматически. В качестве альтернативы объекты могут быть передвинуты в координатном пространстве после трассировки. Оба метода дадут один и тот же результат.

Цифрование по подложке. Цифрование по подложке представляет собой комбинацию сканирования и ручной оцифровки. При помощи цифрования по подложке карта сканируется и результат отображается на экране, затем границы объектов оцифровываются при помощи щелчков мышкой. Изображение может быть географически привязано, т. е. создана пространственная БД геопривязки на основе данных, отображенных на экране, или результирующая пространственная БД может быть смещена к реальным координатам после трассировки.

Другие элементы, такие как начальный меридиан, сдвиг координат и зон, также могут быть определены. Пространственная привязка включает и координатный экстенд или пространственный домен классов объектов или набора классов. Экстенды могут быть установлены для координат x и y , z (часто высота небесного тела над горизонтом) и m -измерения для линейного объекта. Эти домены появляются только в диалоговом окне «Свойство пространственной привязки» (как в прошлом примере), если свойства полей «Содержат z значения» и «Содержит m значения» были изменены на «Да» (см. рис. 14.2).

Такая пространственная привязка одинакова для всех классов объектов в наборе классов пространственных объектов. Любые изолированные классы объектов могут иметь собственную пространственную привязку, ассоциируемую (связанную) с ними. Когда импортируются пространственные данные в набор классов объектов, который имеет другую координатную систему, эти данные будут автоматически отражены, для того чтобы они совпали с пространственной привязкой набора классов объектов (см. рис.14.3).

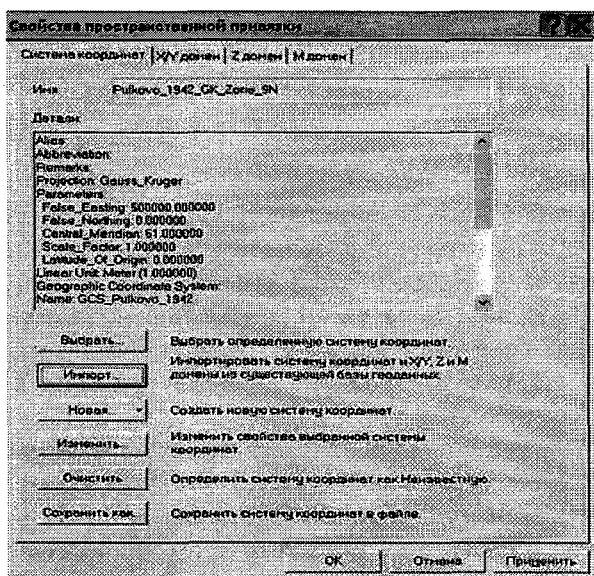


Рис 14.3. Пространственная привязка данных.

При установке пространственной привязки для нового набора объектов или класса диалоговое окно «Свойства пространственной привязки» появляется пустым. Можно выделить координатную систему из многочисленных стандартных координатных систем, сохраненных в ArcGIS, для того чтобы импортировать пространственную привязку информации из существующего источника (например, из другого класса объектов) или чтобы создать новую координатную систему.

Координатный домен. Пространственный домен лучше всего описывается как диапазон возможных значений координат x и y . Точность представления координат определяет количество системных единиц в одной единице измерений. Пространственная привязка с точностью 1 будет иметь целочисленные координаты, в то время как точность 1000 будет сохранять 3 десятичных разряда. Пространственная привязка для набора классов объектов или изолированного класса объектов устанавливается один раз, только координатная система может быть модифицирована, пространственный же домен – фиксированный. Координатный домен для классов объектов и набора классов объектов не может быть изменен. Если нужно изменить диапазон допустимых значений x , y , m или z для БД, данные должны быть перегружены в класс объектов с пространственной привязкой, которая допускает нужные значения координат.

14.5. Создание набора классов

Новый набор классов объектов в БГД может быть создан в ArcCatalog щелчком правой клавишей мыши по БГД и выбором пункта «Новый» / «Набор классов объектов». В диалоговом окне «Набор классов объектов» введите название нового класса пространственных объектов и нажмите клавишу «Редактировать», для того чтобы установить пространственную привязку для нового набора классов объектов.

Набор классов объектов является контейнером (хранилищем) для пространственно и типологически связанных классов пространственных объектов. Классы объектов, которые комбинируются для того, чтобы сформировать геометрическую сеть, или классы объектов, которые имеют точную общую границу, принад-

лежат к набору классов объектов. Для установления этих топологических отношений все классы объектов в наборе классов объектов должны иметь общие пространственные привязки. Пространственная привязка может быть установлена как свойство набора классов объектов, гарантируя, что все добавленные в набор классы объектов автоматически будут получать пространственную привязку.

14.6. Конвертация существующих цифровых данных

Увеличивающееся количество пространственной цифровой информации, поступающей из различных служб и организаций, делает актуальной задачу конвертации данных из других форматов (см. рис.14.4). ArcView и ArcInfo имеют инструменты для конвертации существующих данных в такие форматы, как покрытие, шейп-файл или БГД. ArcToolbox в ArcInfo, с его широкими возможностями геокодирования, имеет больше инструментов конвертации для создания покрытий из разных форматов, включая файлы Census TIGER.

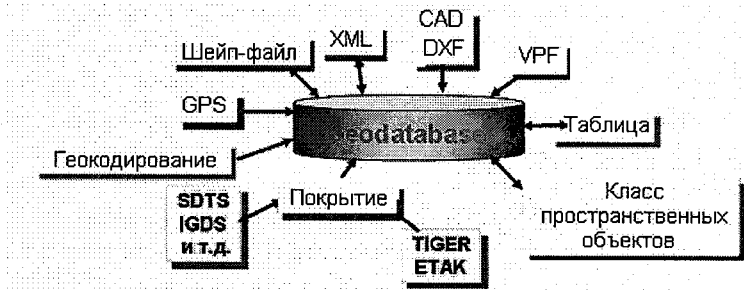


Рис. 14.4. Конвертация цифровых данных.

14.7. Инструменты импортирования данных

В ArcToolbox и в ArcCatalog есть инструменты импорта существующих данных в БГД. Эти инструменты будут импортировать шейп-файлы, покрытия, CAD-данные или таблицы как новый класс объектов или таблицы в БГД. Эти инструменты и мастера позволяют каждый шейп-файл, покрытие или CAD файл загрузить в новый класс объектов и каждую INFO- и dBase-таблицу загрузить в новую таблицу. Класс пространственных объектов или таб-

лица, в которую помещаются импортируемые данные, не могут существовать до начала процесса импорта. Для таких операций сеанс редактирования не требуется.

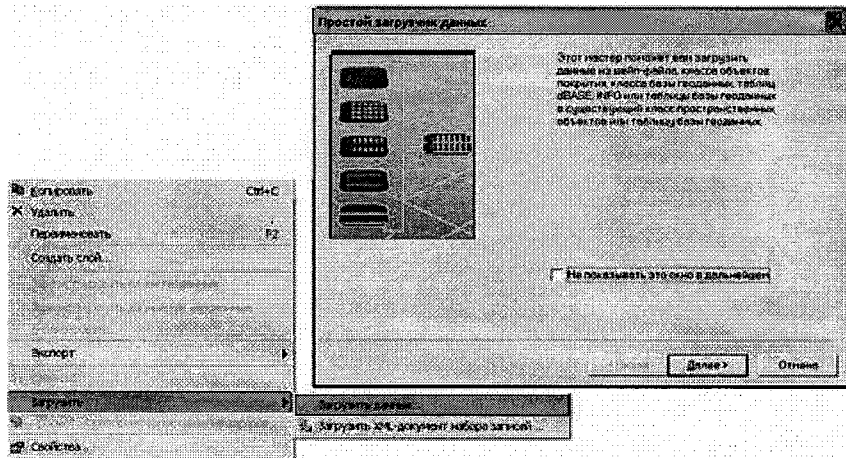


Рис. 14.5. Простой загрузчик данных.

Простой загрузчик в ArcCatalog. Для загрузки данных из шейп-файлов, покрытий, dBASE- или INFO-таблиц в существующие элементы базы геоданных требуется отдельный инструмент загрузки данных, так как существующий класс пространственных объектов или таблица могут находиться в любом из состояний. В случае использования простых, не версионных, данных, для того чтобы вставить новые записи в таблицу или объекты в класс пространственных объектов, сеанс редактирования не требуется. Такая операция осуществляется при помощи простого загрузчика данных в ArcCatalog (см. рис.14.5).

Мастер позволит уточнить набор исходных таблиц или классов объектов с обеспечением соответствия их схем. Здесь же можно указать, какие поля входных данных будут являться исходными для каждого из полей выходных данных. Мастер позволяет загрузить все входные данные в указанный подтип выходного класса объектов или определить запрос, ограничивающий загрузку данных по какому-либо условию.

Этот инструмент доступен, если целевые данные содержат только простые, не версионные объекты. Для загрузки данных в

сложные или версионные классы пространственных объектов используйте мастер загрузки объектов в ArcMap.

14.8. Импорт данных из Интернета

Интернет – обширный источник географических данных. Сейчас эти данные можно использовать прямо на карте через «Географическую сеть» и другие Интернет-серверы.

Географическая сеть является глобальной сетью информационных провайдеров, сделанная для того, чтобы географические карты были доступны для общества. Публикуемая на сайтах со всего мира географическая сеть предоставляет немедленный доступ к последним картам, данным и тому подобные услуги через Интернет. Используйте Географическую сеть для поиска и исследования карт и другого географического содержания. Найдя необходимую информацию, добавьте ее прямо на карту в ArcMap.

15. Представление данных в ArcMap

Карта передает географическую информацию, выдвигает на первый план важные географические отношения и предоставляет результаты анализа. Поскольку большинство GIS пользователей должно представить пространственные данные и результаты графического анализа широкой публике, они также становятся проектировщиками карты или картографами. Одна из важных задач картографа – распределить элементы карты на странице, создав удобную для использования, приятную на вид карту. ArcMap предоставляет настраиваемые линейки, направляющие и сетки, которые помогут вам разместить элементы там, где вы хотите. Прежде чем вы начнете выбирать условные обозначения и способы изображения для карты, вам нужно подумать о том, как должна выглядеть карта при печати и публикации. Будет ли это отдельная карта или карта серии, выполненная в едином стиле. Если карта является частью серии, у вас может быть заготовлен для нее шаблон. Шаблоны карты облегчают создание карт, соответствующих стандарту.

15.1. Факторы, влияющие на картографический дизайн

Существует целый ряд факторов, влияющих на картографический дизайн, представленных на рис. 15.1.

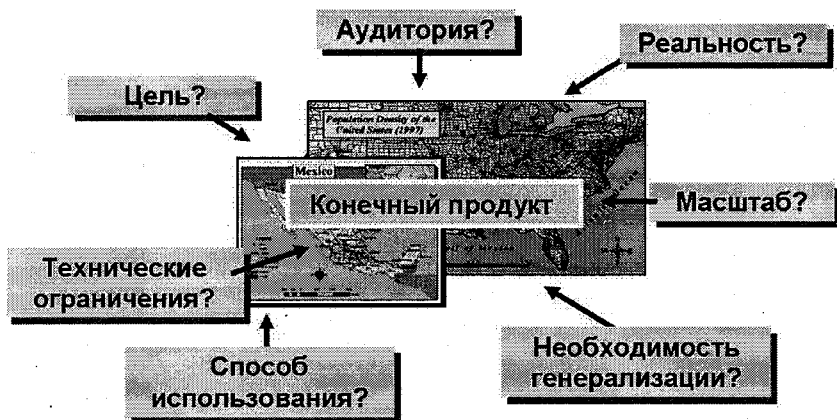


Рис. 15.1. Факторы, влияющие на картографический дизайн.

Назначение карты. Карта может быть предназначена для книги или для стены, для офиса или для квартиры, может быть черно-белой или цветной, квадратной или прямоугольной, и т. д. Каждый из этих моментов определяет вид карты.

Аудитория. Предназначена ли ваша карта для специалистов узкого профиля или широкой публики? Ваш проект должен соответствовать уровню вашей аудитории. Это определяет сложность вашей карты, количество размещаемых элементов.

Реальность или обобщение (генерализация). Детальная береговая линия важна для экологических оценок. Ваша карта должна быть детализирована, если вы адресуете ее экологам, потому что они делают выводы, основанные на местоположении береговой линии. Блуждающая река важна для городских планировщиков. Нельзя обобщать эти детали (например, превратив береговую линию в прямую или большую изогнутую линию) при переходе на карту с меньшим масштабом.

Масштаб и технические ограничения. Масштаб определяет, сколько деталей вы способны разместить на ограниченной части бумаги. В масштабе 1:1 000 000 10-метровая дорога должна появиться на карте, имея ширину линии 0,01 мм. Самая тонкая пишущая ручка оставляет след $\square$ 0,1 мм (подобно типичному струйному печатающему устройству, которое может начертить линию толщиной не менее 0,1 мм). Если использована такая толщина ли-

нии, то ширина дороги увеличена в десять раз. Другой пример технического ограничения: монитор заказчика может иметь цветовую палитру 256 цветов (адресование 8 битами), где каждый цвет может быть выбран из общего количества 16,7 миллионов цветов (т. е. восемь бит для каждого из красных, зеленого и синего); однако добавить ограничения может цветной графопостроитель с низким разрешением цветности или принтер. Так, независимо от сложности проекта, вступают в силу ограничения качества печати и аппаратных средствам заказчика.

Способ использования. Различные представления проекта карты предусмотрены для использования в разных условиях; например, в хорошо освещенном месте и в статическом положении, по сравнению с тем проектом, который предназначен для использования в движении или при плохом освещении.

15.2. Карта как средство коммуникации

Картограф, GIS- или САПР-специалист. Эти люди собирают данные из нескольких источников. Они определяют задачи и отбирают данные, необходимые для достижения поставленной цели. Они классифицируют данные в определенное количество категорий, упрощают и, наконец, выбирают наборы условных обозначений для представления информации на карте.

Пользователь карты. Этот человек берет карту, читает условные обозначения, анализирует отношения, интерпретирует изображенную информацию для принятия определенных решений. Он приобретает некоторое представление об области, которую, возможно, видели прежде. Его заключения или выводы основаны исключительно на условных знаках и информации, представленной на карте. Формируется некий мысленный образ реальности на основании карты, выполненной специалистом (см. рис.15.2).

Канал связи. Чтобы описать место по телефону кому-то, кто с ним не был знаком, нужно сообщить, что человек должен выйти в определенном месте, пойти по левой стороне улицы и найти дом — пятый слева. Выбираются только важные для поиска вехи (пункты). И исключаются все лишние детали; человек на другом конце провода строит образ по услышанному описанию, представляя то место иначе.



Рис. 15.2. Карта как средство коммуникации.

15.3. Типы карт

Карты классифицируются различным образом; один из вариантов – общегеографические и тематические.

Общегеографические карты. Показывают местоположение объектов, отражают много особенностей и используются в различных областях. Поэтому они называются общими. Примеры таких карт – атласы и топографические карты.

Тематические карты. Имеются два вида тематических карт: качественные и количественные.

Качественные тематические карты. На этих картах отображают категории какого-то признака – различные почвы или типы дорог. Некоторые качественные карты могут отображать количественные характеристики, сгруппированные по категориям (например, относительные индексы загрязнения).

Количественные тематические карты. На них отражаются различия в количественных характеристиках – с помощью интервалов или масштаба отношений можно показать, например, плотность населения на квадратный километр или изменение температуры или влажности.

15.4. Вопросы картографического дизайна

Число цветов и оттенков. Человеческий глаз имеет ограниченную способность расшифровать различия между цветами, если больше двенадцати цветов появляются вместе. При использовании оттенков одного цвета следует знать, что обычно человек различает больше семи-восеми различных оттенков.

Четкость. Определяется как самый маленький символ, легко читаемый на некотором расстоянии. Часто карты теряют полезную информацию, потому что текст, пункт (точка) или символы линии слишком мелкие.

Зрительный контраст и иерархия. Восприятие карты может быть улучшено путем увеличения зрительного контраста между символами или между символом и его фоном. Изменения в размере символов могут также создавать количественную визуальную иерархию. Зрительный контраст и иерархия могут использоваться на карте, чтобы сначала сосредоточить внимание на наиболее важных областях и затем переходить к менее важным особенностям.

Визуальный баланс. Поскольку условные обозначения на карте, представлены различными графическими значками, надо стремиться к визуальному балансу, который увеличивает понимание карты.

15.5. Создание карт в ArcMap

Карта создается в «Виде компоновки». Компоновка может содержать две или больше карт (например, индексную карту мелкого масштаба и карту вставки крупного масштаба), и каждая требует добавления фрейма данных к документу карты.

Фрейм данных представляет собой группу слоев, отображаемую в виде самостоятельной структуры. Фрейм данных объединяет слои с общими свойствами.

Каждый раз при создании карты на ней обязательно присутствует фрейм данных. Он отображается в верхней части таблицы содержания под именем «Слои» (Layers). Можно добавлять слои к этому фрейму данных или изменить его имя. Каждый фрейм данных имеет проекцию, экстенд и масштаб.

Когда карта содержит более одного фрейма данных, один из них является активным и именно с ним работает пользователь. Ак-

тивный фрейм выдвинут на первый план на карте в «Виде компоновки», он выделен цветной границей, а его имя отображается жирным шрифтом в таблице содержания.

В дополнение к фреймам данных можно добавлять другие элементы карты – стрелку севера, масштабную линейку, заголовок, другую текстовую информацию и т. д. Эти элементы карты добавляются к виртуальной странице в «Виде компоновки».

Завершив проект, документ карты можно сохранить как MXD-файл. Этот файл сохранит пути ко всем источникам данных, используемых в создании карты, как свойства каждого слоя.

15.5.1. Установка параметров страницы

Установка параметров страницы – имеет важное значение при проектировании карт. Перед выбором параметров страницы необходимо определиться, будет ли карта напечатана на маленьком листе или на большом? Какой принтер будет использоваться? Предназначена ли эта карта для рассмотрения с близкого расстояния или издалека? Ответы на эти вопросы помогают определить размер условных знаков, символов, меток и другого текста, так же как всех других элементов карты, которые будут в нее включены.

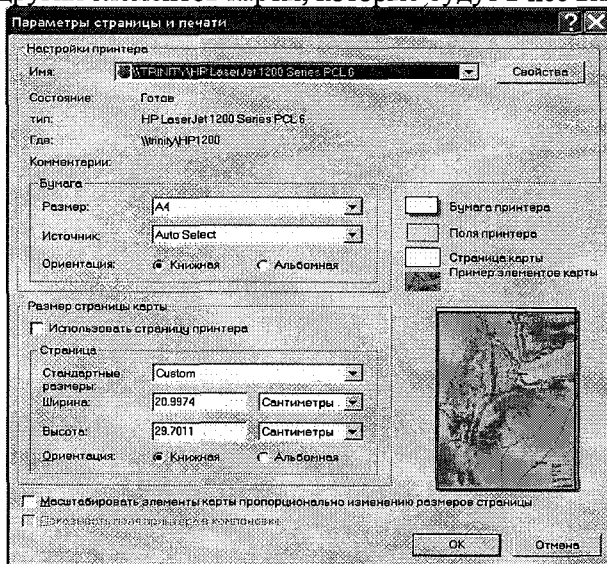


Рис. 15.3. Установка параметров страницы.

Размер карты связан с ее задачей. Лучше определить размер страницы до начала работы над картой. Помните, что все создается и изменяется на виртуальной странице в «Виде компоновки». Именно эта страница представляет собой измерения и ориентацию рабочего пространства и самого конечного продукта.

По умолчанию размер виртуальной страницы соответствует размеру страницы системного принтера, но можно установить один из множества стандартных размеров или определить собственный размер для карты. Размер страницы, ориентация, принтер, механизм печати и видимость полей устанавливаются в «Виде компоновки» в диалоговом окне «Параметры страницы», вызываемом нажатием правой кнопки мыши на виртуальной странице.

15.5.2. Определение элементов карты

На рис.15.4 показаны основные элементы, которые могут быть нанесены на карту в виде компоновки.

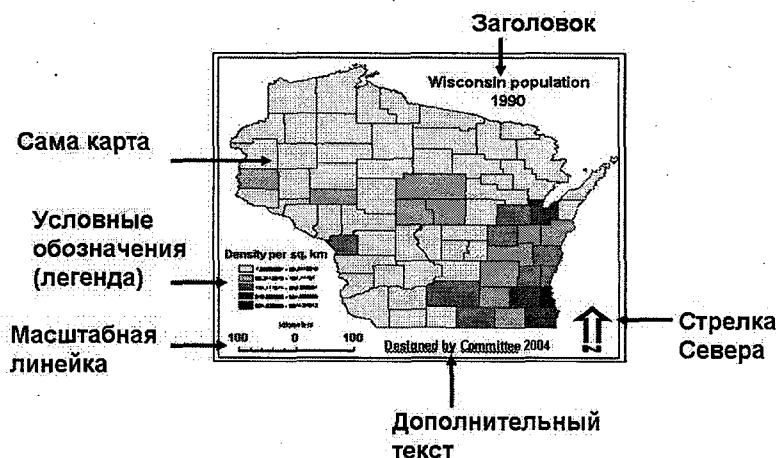


Рис. 15.4. Основные элементы карты

Некоторые элементы карты могут игнорироваться, если другие элементы карты будут занимать их место. Например, стрелка севера избыточна, если присутствует сетка со значениями ширины и долготы; стрелка севера и линейка масштаба избыточны, если должно быть отражено население страны в атласе ее демографической статистики.

Избегайте любой информации, не соответствующей целевому назначению карты. Она рассматривается как «визуальный шум» и отвлекает от восприятия карты.

15.5.3. Добавление элементов карты

Для добавления элементов карты необходимо выбрать пункт меню «Вставка» и затем тот элемент, который следует добавить. В зависимости от типа элемента появляется диалог, в котором можно выбрать стиль элемента, цвет, шрифт и т. д. После выбора элемента он по умолчанию располагается в центре карты. При помощи мыши его можно переместить, растянуть, уменьшить, если это необходимо. Двойной щелчок мыши на элементе позволяет его модифицировать.

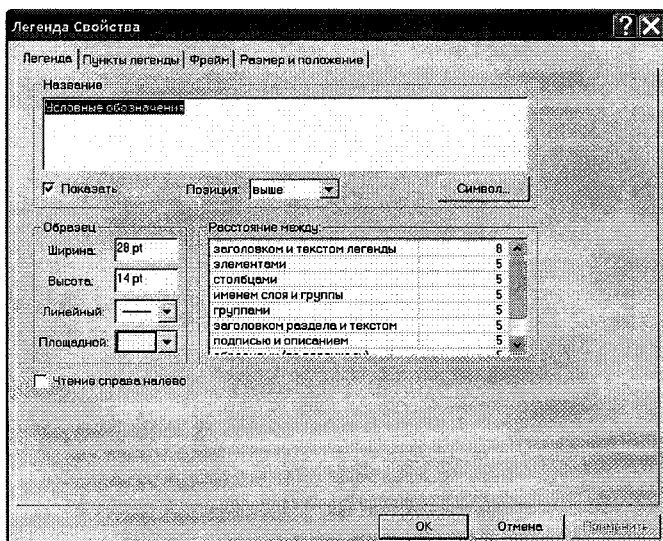


Рис. 15.5. Диалоговое окно «Легенда свойства».

Пример диалогового окна «Легенда свойства». Для модификации легенды необходимо нажать правой кнопкой мыши на легенду карты и выбрать «Свойства» (см. рис. 15.5). В диалоговом окне «Легенда свойства» можно изменять название легенды на более осмысленное (например, «Плотность на квадратный километр» вместо стандартной – «Легенда»). Установка опции «Показывать» управляет отображением названия. Название может быть помеще-

но выше или ниже легенды, справа или слева. Свойства названия (например, цвет, шрифт, размер) могут быть изменены путем нажатия кнопки «Символ». Символы легенды также могут быть изменены. Можно выбирать из перечня стандартных символов (прямоугольники, ромбы, эллипсы) или можно создавать ваш собственный условный символ. Расстояние между компонентами легенды установлены оптимальными; однако можно управлять этими интервалами как удобно.

Пункты легенды. Используйте закладку «Пункты легенды», чтобы определить, какие данные отображать в легенде. По умолчанию в списке отображаются слои.

Можно также определить будет ли легенда связана с картой: отображать в легенде только видимые на карте данные; добавлять новый пункт в легенду при добавлении нового слоя на карту; перегруппировывать легенду, когда изменяется порядок слоев. Все опции установлены по умолчанию, но можно выключать их.

Фрей данных. Некоторые элементы карты могут иметь рамку. Можно использовать рамку, чтобы отделить одни элементы от других или от фона карты. Можно создать рамку для группы элементов.

Размер и положение. Используйте закладку «Размер и положение», чтобы определить размер и местоположение легенды.

15.5.4. «Стрелка севера» и «Масштаб»

«Стрелка севера». Показывает ориентацию карт. Пункт меню «Вставка/Стрелка севера» предлагает разнообразные стрелки для карты. После выбора нужной стрелки, можно изменить ее свойства: угол, размер и цвет.

«Масштаб». Если на карте существует два фрейма данных, то может появиться необходимость разместить на ней два масштаба. Имеются три типа масштабов.

Масштабная линейка полезна для карт, которые будут уменьшены в размере при печати. Она представляет собой линию или прямоугольник, разделенный на части с указанными значениями расстояний на земной поверхности, обычно в единицах измерения карты. Если изображение карты увеличится или уменьшится, линейка останется правильной. Пункт меню «Встав-

ка/Масштабная линейка» предлагает разнообразные варианты линеек.

После выбора масштабной линейки, можно изменять ее свойства: тип, размер каждого интервала, число интервалов, подписи единиц измерения, цвет линий и меток, шрифта подписей масштабной линейки.

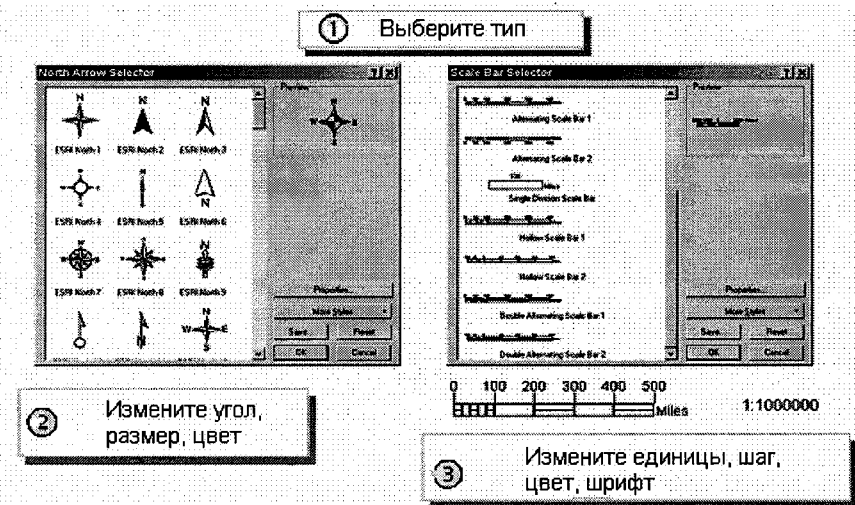


Рис. 15.6. Добавление стрелки севера и масштаба.

Текст масштаба сообщает пользователю карты, сколько единиц земной поверхности соответствует одной единице измерения карты (например, 1:250 000). Один из недостатков текста масштаба состоит в том, что если печатная копия карты будет скопирована с изменением размера, текст масштаба станет ошибочным.

Устный масштаб. Пример устного масштаба: в одном сантиметре содержится один метр.

15.5.5. Координатные сетки

Если картографируемая территория представляет собой обширную часть земной поверхности, следует использовать градусную сетку, линиями которой являются меридианы и параллели. Создавая карту такого региона, как страна, можно показать координатную сетку, которая будет соответствовать единицам измере-

ния системы координат проекции карты. Если на карте показана небольшая территория, можно отобразить индексную сетку, которая поделит изображение на квадраты в соответствии с заданным числом строк и столбцов (см. рис. 15.7).



Рис. 15.7. Координатные сетки.

Для добавления координатной сетки на карту щелкните правой кнопкой мыши на фрейме данных и в диалоге «Свойства фрейма данных» выберите закладку «Сетки». В мастере сетки выберите нужный интервал, линии, надписи и шрифт для отображения сетки. Все эти параметры потом при желании могут быть изменены.

Можно размещать несколько различных координатных сеток на карте. Для этого необходимо выбрать «Новая сетка» в «Свойствах фрейма данных».

15.5.6. Текстовая информация

На карте может быть помещена следующая текстовая информация:

1. Заголовок (название) карты – сообщает пользователю тему и предоставляет способ ссылки на карту.
2. Имя автора или имена авторов.
3. Картографическая проекция.
4. Дата создания карты и дата получения данных.
5. Источники используемых данных.
6. Комментарии и благодарности.

Вышеупомянутая текстовая информация имеет разный уровень важности и необязательно должна присутствовать на карте полностью.

В ArcMap текст можно добавлять инструментом «Рисование» или через пункт меню «Вставка».

15.5.7. Инструменты компоновки

На панели инструментов «Компоновка» содержатся инструменты для масштабирования компоновки. Масштабирование компоновки отличается от масштабирования в виде «Данных». Изменение масштаба компоновки (рис. 15.8) не изменяет масштаба карты, а позволяет приблизить – удалить изображение для лучшего просмотра дизайна. Здесь же можно изменить компоновку, например, выбрав новый шаблон.

15.5.8. Вспомогательные сетки и направляющие

Для выравнивания элементов на странице можно использовать линейки, направляющие и сетки. Линейки показывают размер страницы и элементов карты на итоговой печатной карте. Направляющие – это прямые линии, которые вы можете использовать для выравнивания элементов карты на странице. Сетка – это сеть опорных точек для данных компоновки, которые вы используете для размещения элементов карты.

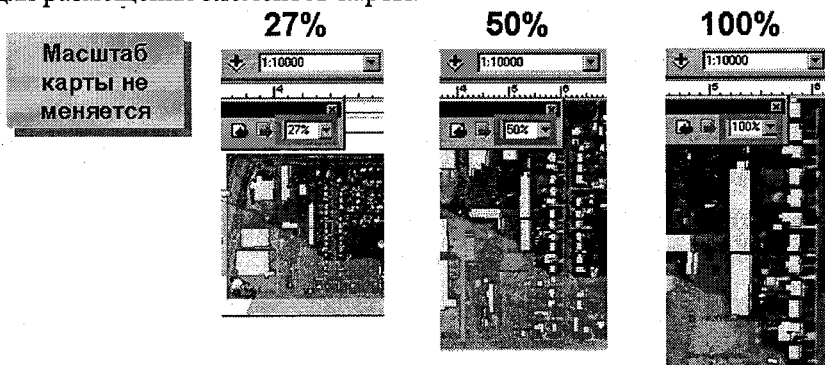


Рис. 15.8. Масштабирование компоновки

Каждое из этих вспомогательных средств компоновки может применяться в качестве визуальных указателей размеров и позиций элементов. Можно также включить привязку, чтобы привязать элементы карты к линейкам, направляющим или к сетке. Привязка позволяет более точно выравнивать элементы карты. Для включения-выключения линеек, сеток и направляющих необходимо

щелкнуть правой кнопкой мыши на странице компоновки и в контекстном меню выбрать соответствующий элемент. Ни сетки, ни линейки, видимые в компоновке, не отображаются при печати.

15.5.9. Создание и использование шаблонов карт

Когда создается комплект карт, все карты в нем должны быть оформлены в одном стиле. Один из способов достичь этого состоит в создании шаблона, гарантирующего, что все общие элементы комплекта (например, шрифты, цвет фона, стрелка севера, легенда и т. д.) будут одинаковыми. Использование шаблона может повысить производительность и стандартизировать создаваемые карты.

Шаблоны карты – документы ArcMap (файлы с расширением MXT). При открытии новой карты и добавлении слоев к этому документу выбирается шаблон. ArcMap имеет стандартный набор шаблонов, который можно использовать для создания привлекательных, профессиональных карт. Карты и шаблоны можно изменять при необходимости или создавать новые шаблоны. Подобно файлам слоя, шаблоны в пределах вашей организации можно разделять так, чтобы расположение карты, источников данных и даже настройка интерфейса ArcMap были сохранены.

Если сохранить свой шаблон в папке шаблонов ArcMap, он появится в списке шаблонов, предлагаемых при создании нового документа карты. Если используется большое количество шаблонов, можно создавать папки в папке шаблонов ArcMap. Они появятся в диалоге «Выбор шаблона».

15.5.10. Вывод карт на плоттеры и принтеры

Созданную карту вы можно распечатать. Перед печатью желательно предварительно ее просмотреть (пункт меню «Предварительный просмотр»), чтобы убедиться, что размеры страницы карты и страницы принтера соответствуют друг другу. Если размер карты больше, чем страница принтера, можно напечатать ее по листам на нескольких страницах, изменить размер карты, чтобы она поместилась на странице принтера, или отдать команду для печати – при этом карта будет обрезана по краю страницы принтера.

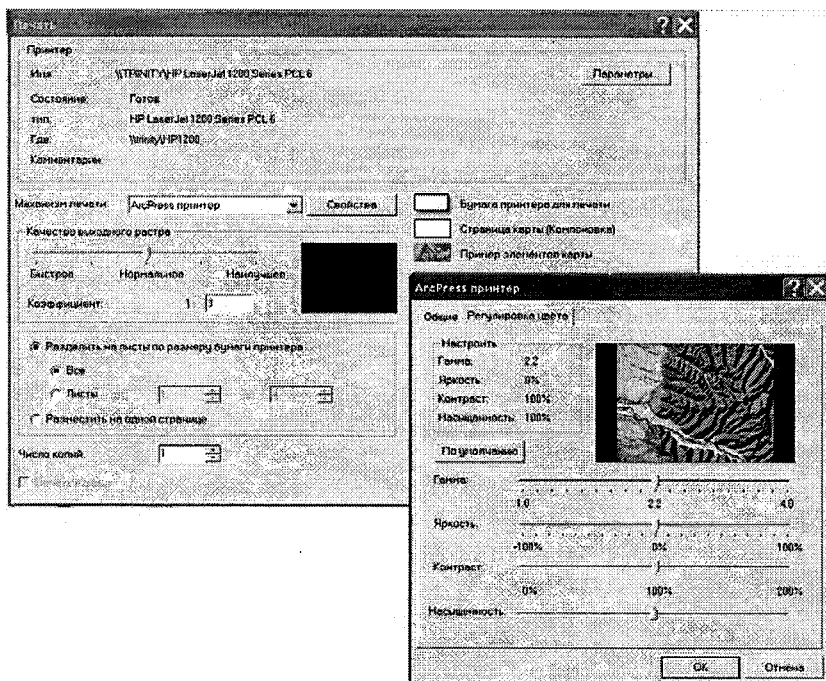


Рис. 15.9. Настройка параметров печати.

Процедура печати состоит в следующем:

1. Выберите пункт меню «Файл / Печать».
2. В диалоге «Печать» (см. рис.15.9) укажите доступный принтер и выберите параметры страницы и установки принтера, нажав кнопку «Параметры». Здесь задается размер бумаги, источник, ориентация, количество копий и т. д. Для больших и очень сложных карт или карт, содержащих прозрачные слои, можно использовать систему печати ArcPress. Для этого нужно выбрать ее из списка «Механизм принтера». ArcPress-принтер – отдельное ESRI приложение, предназначенное облегчить высококачественное производство карт.
3. Если размер карты больше размера страницы, нажмите «Разделить на листы по размеру бумаги принтера».

15.5.11. Экспорт карты

Созданную карту может потребоваться экспортировать из документа карты в файл другого формата. Карты можно экспортировать в файлы изображений нескольких типов:

- EMF (Microsoft Enhanced Metafile) – собственные растровые и векторные файлы Windows. Они удобны для включения в документы Windows, поскольку размер изображений, содержащихся в этих файлах, изменяется без искажения пропорций;
- BMP (bitmap) – простые растровые файлы, собственные файлы Windows. Они не масштабируются так же, как EMF-файлы;
- EPS (Encapsulated PostScript) – используются прежде всего для векторной графики и печати и могут быть отправлены непосредственно как файл принтера;
- PDF (Portable Document Format) создан с учетом возможности работы на разных платформах. Обычно он используется для распространения документов через Интернет;
- JPEG (Joint Photographic Experts Group) – сжатые файлы изображений. Формат обычно применяется для изображений, помещаемых на web-страницы, так как они более компактны, чем многие другие типы файлов.

Чтобы вставить копию карты в другой документ, необязательно создавать специальный файл. Это можно сделать, скопировав карту во временный буфер обмена – clipboard, выбрав пункт меню «Правка / Копировать».

Заключение

Геоинформационные технологии имеют определенные характеристики, которые с полным правом позволяют считать эту технологию основой обработки и управления информацией. В самой концепции ГИС заложены всесторонние возможности сбора, интеграции и анализа любых распределенных в пространстве или привязанных к конкретному месту данных. При необходимости визуализировать имеющуюся информацию в виде карты с графиками или диаграммами, создать, дополнить или видоизменить базу данных пространственных объектов, интегрировать ее с другими базами данных единственно верным решением будет обращение к ГИС.

Представленные в настоящей монографии материалы по программному обеспечению и технологиям геоинформационных систем ориентированы в первую очередь на специалистов, перед которыми стоит задача практической реализации ГИС-проекта. Прежде всего имеется в виду деятельность, направленная на решение задач обработки и представления пространственно-распределенной информации. Для успешной реализации таких проектов от конечного пользователя требуется не просто умение работать с ГИС, но и квалифицированное владение ее инструментарием. Перечисленные задачи могут решаться только высококвалифицированными подготовленными специалистами.

Геоинформационные системы становятся новым языком общения, сотрудничества и совместной работы. ГИС относительно недавно стали доступными широкому кругу пользователей, но их роль в развитии подходов к построению информационных систем и решении прикладных задач сегодня нельзя недооценивать. Хотелось бы надеяться, что материалы, представленные в данной монографии, помогут читателю сориентироваться в этом динамично меняющемся мире программ и технологий.

Список литературы

1. Зейлер М. Моделирование нашего мира. Руководство ESRI по проектированию базы геоданных. – Изд-во ООО «Дата+», 1999.
2. Алексеев В. В., Куракина Н. И. ИИС мониторинга. Вопросы комплексной оценки состояния ОПС на базе ГИС // ГИС-Обзор, 2000, № 19.
3. Алексеев В. В., Куракина Н. И., Желтов Е. В. Система моделирования распространения загрязняющих веществ и оценки экологической ситуации на базе ГИС // Информационные технологии моделирования и управления, (Воронеж), 2005. № 5 (23).
4. Алексеев В. В., Куракина Н. И., Орлова Н. В. Геоинформационная система мониторинга водных объектов и нормирования экологической нагрузки // ArcReview, 2006, № 1 (36).
5. Оценка качества и пространственное моделирование загрязнения водных объектов на ГИС-основе / Н. И. Куракина, В. Н. Емельянова, С. А. Коробейников, Е. С. Никанорова // ArcReview, 2006, № 1 (36).
6. Алексеев В. В., Куракина Н. И., Желтов Е. В. ГИС комплексной оценки состояния окружающей природной среды // ArcReview, 2007, № 1 (40).
7. Минами М. ArcMap. Руководство пользователя. – М.: Изд-во ООО «Дата+», 2000.
8. Джеф Шанэр и Эженифер Райтсел. Редактирование в ArcMap. М.: Изд-во ООО «Дата+», 2000.
9. Kurakina N. River Pollutants Monitored with GIS // ArcNews, 2008, v. 30, № 2, P. 18.
10. Куракина Н. И. ГИС в вопросах хозяйственного учета и управления ВУЗом / Н. И. Куракина, О. А. Иващенко, Н. В. Гавричкина, А. А. Кондрашова // ArcReview, 2008, № 4 (47). с. 9.

Оглавление

Введение	3
1. ГИС – основа информационной системы территории	4
1.1. История ГИС	4
1.2. Определение ГИС	6
1.3. Области применения ГИС	8
1.4. Программное обеспечение ГИС	9
2. Принципы и функции ГИС	14
2.1. Принципы ГИС	14
2.2. Функции ГИС	15
2.3. Составляющие (компоненты) ГИС	19
3. Организация пространственных данных	21
3.1. Представление объектов в векторном формате	22
3.2. Компоненты географических данных	22
3.3. Использование пространственных отношений	22
3.4. Продукты настольной ArcGIS	23
3.5. Обзор приложений	23
3.6. Пользование справкой	24
4. Создание проекта в ГИС	26
4.1. Понятие проекта	26
4.2. Интерфейс ArcMap	26
4.3. Режимы работы с картой	27
4.4. Слои, фреймы данных и карты	28
4.5. Таблица содержания вида данных и вида компоновки	31
4.6. Относительные и абсолютные ссылки	32
4.7. Пространственный экстенд и масштаб карты	34
4.8. Навигация по карте	35
4.9. Использование закладок	35
4.10. Увеличивающее и обзорное окна	36
4.11. Измерение расстояний	37
5. Системы координат и проекции	37
5.1. Географическая и спроектированная системы координат	38
5.2. Датумы и преобразования между ними	40
5.3. Картографические проекции	41
5.4. Хранение и просмотр информации о проекции	45
5.5. Привязка растровых данных	46
5.6. Подгонка границ	51
5.7. Перенос атрибутов	52
5.8. Агрегирование пространственных данных	53
6. Данные в ГИС	54
6.1. Структура данных в ГИС	54
6.2. Представление географических данных	55
6.3. Представление классов объектов	60

6.4. Связь пространственной и атрибутивной информации	61
6.5. Форматы пространственных данных	62
6.6. Создание объектов по их координатам	70
7. Управление данными	71
7.1. Файловые операции	71
7.2. Три способа просмотра данных	73
7.3. Подключение к папкам	78
7.4. Опции ArcCatalog	79
8. Отображение данных	79
8.1. Единый символ для всех объектов	80
8.2. Отображение качественных значений	80
8.3. Отображение количественных значений	81
8.4. Выбор метода классификации	83
8.5. Отображение отношения двух значений	87
8.6. Отображение количества для точечных объектов	87
8.7. Отображение по нескольким атрибутам	88
8.8. Отображение количества точечным способом	89
8.9. Стили	89
8.10. Масштабно-зависимое отображение	90
8.11. Создание определяющего запроса	91
9. Надписывание объектов	92
9.1. Опции размещения надписей	93
9.2. Размещение надписей для точечных объектов	96
9.3. Размещение надписей для линейных объектов	97
9.4. Размещение надписей для полигонов	97
9.5. Управление отображением надписей	98
9.6. Аннотации	100
9.7. Хранение аннотаций	101
10. Запросы и выборки	102
10.1. Атрибутивные запросы	103
10.2. Пространственные запросы	104
10.3. Идентификация	104
10.4. Поиск	105
10.5. Измерение	105
10.6. Подсказки к карте и гиперссылки	106
10.7. Выбор объектов	106
10.8. Выбор по атрибутам	109
10.9. Выбор по расположению (пространственный запрос)	111
10.10. Вычисление суммарной статистики	113
11. Работа с табличными данными	114
11.1. Структура таблицы	114
11.2. Типы полей табличных данных	115
11.3. Работа с таблицами	115
11.4. Форматы таблиц в ArcGIS	116
11.5. Сопоставление таблиц	116
11.6. Диаграммы	120

11.7. Отчеты	121
12. Редактирование пространственных данных	123
12.1. Безопасность редактирования	123
12.2. Обзор панели редактирования	124
12.3. Управление сеансами редактирования	125
12.4. Выбор объектов	125
12.5. Функции простого редактирования	126
12.6. Инструменты создания объектов	127
12.7. Работа со скетчами	130
12.8. Задачи редактирования	133
12.9. Создание вершины или точки	136
12.10. Добавление дуг	137
12.11. Инструмент «Трассировка»	138
12.12. Контекстное меню «Скетч»	138
12.13. Изменение существующих объектов	140
12.14. Контроль за элементами скетча	140
13. Редактирование атрибутивных данных	142
13.1. Редактирование атрибутов выбранных объектов	142
13.2. Редактирование атрибутов в открытой таблице	142
13.3. Внесение изменений в схему базы данных	143
14. Создание и заполнение базы геоданных	145
14.1. Способы подготовки данных	145
14.2. Создание новых данных	147
14.3. Создание нового класса объектов	148
14.4. Установка пространственной привязки	148
14.5. Создание набора классов	150
14.6. Конвертация существующих цифровых данных	151
14.7. Инструменты импортирования данных	151
14.8. Импорт данных из Интернет	153
15. Представление данных в ArcMap	153
15.1. Факторы, влияющие на картографический дизайн	153
15.2. Карта как средство коммуникации	155
15.3. Типы карт	156
15.4. Вопросы картографического дизайна	157
15.5. Создание карт в ArcMap	157
Заключение	168
Список литературы	169

Научное издание

Бескид Павел Павлович
Куракина Наталия Игоревна
Орлова Наталья Вячеславовна

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Монография

*Редактор Л.В. Ковель
Компьютерная верстка Н.И. Афанасьевой*

ЛР № 020309 от 30.12.96

Подписано в печать 20.04.10. Формат 60×90 1/16. Гарнитура Times New Roman.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,0. Тираж 250 экз. Заказ № 08/10
РГГМУ, 195196, Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., 98.
ЗАО «НПП «Система», 197045, Санкт-Петербург, Ушаковская наб., 17/1.

918-00