

Министерство образования Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

В . Ю . О р л о в

**Основные понятия и применение
геоинформационных систем
в природоохранной деятельности**

*Учебное пособие по курсу “Геоинформационные системы”
для студентов факультета биологии и экологии*

Ярославль 2003

ББК Е 088я73

О 66

УДК 681.518

Орлов В.Ю.

Основные понятия и применение геоинформационных систем в природоохранной деятельности: Учебное пособие/ Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2003. 96 с.

ISBN 5-8397-0261-7

Учебное пособие составлено в соответствии с программой дисциплины “Геоинформационные системы” и предназначено для студентов IV курса специальности “Экология” и направления “Экология и природопользование”

Ил. 18.

ISBN 5-8397-0261-7

© Ярославский государственный университет, 2003

© Орлов В.Ю., 2003

Введение

Геоинформационные системы (ГИС) получили сегодня в мире самое широкое применение. Они активно используются для решения научных и практических задач, включая планирование и управление на городском, региональном и федеральном уровнях, комплексное многоаспектное изучение природно-экономического потенциала в пределах крупных регионов, инвентаризацию природных ресурсов, проектирование транспортных магистралей и нефтепроводов, экологический мониторинг, обеспечение безопасности человека и т.д. Опыт использования позволяет констатировать **широкий спектр и эффективность применения геоинформационных систем в профессиональной деятельности современного специалиста.**

Развитие общества, усложнение его инфраструктуры требуют от нового поколения более тщательного и продуманного управления ресурсами, овладения новыми средствами и методами обработки информации. Это методы обработки и анализа пространственной информации, методы оперативного решения задач управления, оценки и контроля изменяющихся процессов. Таким образом, существенным является следующий фактор - **новые методы и средства обработки информации, обеспечивающие высокую наглядность отображения разнородной информации, мощность и удобство инструментария для анализа реальности, предоставляемые геоинформационными системами.**

Наконец, **немаловажный фактор - стратегическое значение геоинформатики.** Взрыв интереса к геоинформационным системам, стремительность их внедрения, обширность сферы применения, включение их в ряд крупнейших государственных программ последних лет (например "Земельный кадастр России"), стратегическое значение геоинформатики - дают ей право претендовать на место одной из наиболее перспективных информационных технологий.

Особое место ГИС занимают в природоохранной деятельности, являясь основной системой поддержки принятия решений.

1. Базовые определения и понятия ГИС

Геоинформационная система - это совокупность аппаратно-программных средств и алгоритмических процедур, предназначенных для сбора, ввода, хранения, обработки, математико-картографического моделирования и образного представления геопространственной и прочей информации.

Ранее ГИС определялась как **географическая информационная система**, однако, на сегодняшний день следует принимать термин **геоинформационная система**. Это связано с тем, что доля чисто географических данных в таких системах невелика, технологии обработки информации имеют мало общего с обработкой чисто географических данных и, наконец, последние служат лишь основой решения широкого ряда проблем, далеких от географии.

В ГИС осуществляется комплексная обработка информации – от ее сбора до хранения, обработки, обновления и представления. Поэтому ГИС могут быть рассмотрены с различных позиций. В отличие от автоматизированных систем управления (АСУ) в ГИС реализуются новые технологии пространственного анализа данных. Поэтому ГИС служат мощным средством преобразования и анализа информации для задач управления.

Как **системы управления** ГИС предназначены для обеспечения принятия решений по оптимальному управлению землями и ресурсами, управлению транспортом, использованию водоемов и других пространственных объектов. При этом для принятия решений в числе других используются картографические данные.

Как **автоматизированные информационные системы** ГИС объединяют ряд технологий известных информационных систем типа систем автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированных справочно-информационных систем (АСИС) и др.

Как **геосистемы** ГИС включают технологии (в первую очередь технологии сбора информации) систем картографической информации (СКИ), автоматизированных систем картографирования (АСК), земельных информационных систем (ЗИС), автоматизированных кадастровых систем (АКС) и др.

Как **системы баз данных** ГИС объединяют как базы обычной (цифровой) информации, так и графические базы данных. В связи с

большим решением экспертных задач, решаемых при помощи ГИС, возрастает роль экспертных систем, входящих в состав ГИС.

Как **системы моделирования** ГИС используются большое количество методов и процессов моделирования, применяемых в различных автоматизированных системах.

Как **системы получения проектных решений** ГИС во многом применяют методы автоматизированного проектирования и решают ряд специальных задач, которые в типовом автоматизированном проектировании не встречаются.

Как **системы представления информации** ГИС являются развитием автоматизированных систем документального обеспечения с использованием современных технологий мультимедиа. Это определяет высокую степень наглядности выходных данных по сравнению с обычными географическими картами.

Благодаря широким возможностям ГИС на их основе интенсивно развивается тематическое картографирование.

Важнейшим аспектом ГИС является понятие геопространственной информации. **Геопространственные данные** означают информацию, которая идентифицирует географическое местоположение и свойства естественных или искусственно созданных объектов, а также их границ на земле. Эта информация может быть получена с помощью (помимо иных путей), дистанционного зондирования, картографирования и различных видов. Эти понятия непосредственно соприкасаются с понятием и природой географических данных.

Природа географических данных

- Географическое положение (размещение) пространственных объектов представляется 2-, 3- или 4-мерными координатами в географически соотнесенной системе координат (широта/долгота).

- Свойства (атрибуты) являются описательной информацией определенных пространственных объектов. Они часто не имеют прямых указаний на пространственное размещение, поэтому часто атрибуты называют непространственной информацией.

- Пространственные отношения определяют внутренние взаимоотношения между пространственными объектами (например, направление объекта А в отношении объекта В, расстояние между объектами А и В, вложенность объекта А в объект В).

- Временные характеристики представляются в виде сроков получения данных, они определяют их жизненный цикл, изменение местоположения или свойств пространственных объектов во времени.

Основополагающими элементами базы пространственных данных являются:

- Элементы действительности, смоделированные в базе данных ГИС, имеют два тождества: реальный объект и смоделированный объект (объект БД).

- Реальный объект - явление окружающего мира, представляющее интерес, которое не может быть более подразделено на явления того же самого типа.

- Объект БД - элемент, в том виде, в каком он представлен в базе данных. Объект БД является "цифровым представлением целого или части реального объекта".

- Метод цифрового представления явления изменяется исходя из базового масштаба и ряда других факторов.

В ГИС пространственные данные представлены в виде характеристик модели.

Модель базы пространственных данных

- Каждый тип реального объекта представлен определенными пространственными объектами базы данных.

- Пространственные объекты могут быть сгруппированы в слои, также называемые оверлеями, покрытиями или темами.

- Один слой может представлять одиночный тип объекта или группу концептуально связанных типов.

Таким образом, помимо указанного геопространственного в ГИС содержатся еще три компонента - **пространственные отношения; атрибутивные сведения**, которые описывают сущность характеристики; **временные сведения**, описывающие момент или период времени, к которым относится элемент данных.

Особо следует отметить пространственные связи. Можно выделить три основных типа взаимосвязей между координатными объектами.

Первый тип - взаимосвязи для построения сложных объектов из простых элементов, например, взаимосвязи между дугой и упорядо-

ченным набором определяющих ее вершин, взаимосвязи между полигоном и упорядоченным набором определяющих его линий. При этом используют процедуры агрегации и обобщения.

Второй тип - взаимосвязи, которые можно вычислить по координатам объектов. Например, координаты точки пересечения двух линий определяют взаимосвязь типа "скрещивается" и наличие четырехвалентного узла. Табличные координаты отдельной точки и данные о границах полигонов позволяют найти полигон, включающий данную точку. Этим определяется взаимосвязь типа "содержится в". Используя данные о границах полигонов, можно выяснить, перекрываются ли полигоны, и тем самым установить взаимосвязь типа "перекрывает". Другими словами, второй тип связи содержится в атрибутивных данных в неявном виде.

Третий тип - "интеллектуальный". Эти взаимосвязи нельзя вычислить по координатам, они должны получать специальное описание и семантику при вводе данных. Например, можно вычислить пересечение двух линий, но, если этими линиями являются автодороги, нельзя сказать, пересекаются они или в этом месте находится развязка автодорог. Следовательно, для решения дополнительных задач необходима информация о связях. Учет связей происходит при кодировании данных, т.е. в подсистемах семантического моделирования.

Все измеримые параметры моделей геоинформационных данных подпадают под одну из этих характеристик: место, время, предмет. Затруднительно исчерпывающим образом описать сразу все три эти характеристики. Поэтому при построении моделей данных на основе наблюдений явлений реального мира один параметр считают "неизменным", изменения другого "задаются" и при этом "измеряют" изменения третьего параметра.

Зафиксировав географическое положение и изменяя время, можно получить временные ряды данных. Зафиксировав время и изменяя географическое положение, получаем данные по профилям.

В большинстве технологий ГИС для определения места используют один класс данных - координаты, для определения параметров времени и тематической направленности - другой класс данных - атрибуты.

Рассмотрим типы данных, составляющих информационную основу ГИС.

Текстовые и статистические данные. Отличительная особенность текстовых материалов - отчетов экспедиций, статей, книг со-

стоит в том, что, имея большой фактический материал, они не всегда представлены в специально классифицированном виде и не обеспечивают пространственную локализацию данных. **Статистические материалы** имеют цифровую форму и более удобны для непосредственного использования в ГИС. Среди них особо следует выделить государственную статистику.

Картографические источники. Общегеографические карты. Топографические, обзорно-топографические и обзорные карты содержат разнообразные сведения о рельефе, гидрографии, почвенно-растительном покрове, населенных пунктах, хозяйственных объектах, путях сообщения, линиях коммуникации, границах. В геоинформатике эти карты служат для двух целей: получения информации об указанных объектах и их картографической привязки. К этой же группе источников можно отнести фотокарты и космофотокарты.

Для ГИС социоэкологической тематики важным источником данных являются карты народонаселения; карты экономических характеристик; карты данных, характеризующих развитие науки, подготовки кадров, обслуживания населения. Отдельно выделяются политические, административные и исторические карты.

Аэрофотосъемки. Сейчас накоплен фонд снимков, полностью покрывающих страну, а для многих районов с многократным перекрытием, что особенно важно при изучении динамики объектов.

Космические снимки. К настоящему времени их фонд насчитывает десятки миллионов. Виды космических материалов разнообразны. Существует 2 технологии космических съемок: съемки с фотографических и со сканерных систем. Дистанционное зондирование осуществляется специальными приборами – датчиками, которые могут быть пассивными и активными, причем пассивные датчики улавливают отраженное или испускаемое естественное излучение, а активные способны сами излучать необходимый сигнал и фиксировать его отражение от объекта.

В последние годы в среде ГИС широко используются портативные приемники данных о координатах объектов с **глобальной системы позиционирования GPS**, дающие возможность получать горизонтальные и вертикальные координаты с точностью от нескольких метров до нескольких миллиметров, что в сочетании с портативными персональными ЭВМ и специализированным программным обеспечением обработки данных с системы GPS позволяет использовать их для полевых съемок в условиях необходимости их сверхоперативного

выполнения (например, при ликвидации последствий стихийных бедствий и техногенных катастроф).

Велико информационное значение **справочных изданий по отдельным типам географических объектов**. Известны справочники Гидрометслужбы по климату, водному балансу, различные каталоги и кадастры.

ГИС способна отвечать на следующие типовые вопросы:

- Где находится А?
- Как расположено А по отношению к В?
- Сколько А расположено в пределах расстояния от D до В?
- Каково значение функции Z в точке X?
- Как велико по размерам В?
- Каков результат пересечения А и В?
- Каков оптимальный маршрут от X до У?
- Что находится в X1, X2, ..., Xn?
- Какие объекты следуют за теми у которых наблюдается определенное сочетание определенных свойств?
- Как изменится пространственное распределение объектов, если изменить существующую классификацию?
- Что может случиться с А, если изменится В и его расположение относительно А?

2. Классификация, структура и представление данных в ГИС

ГИС содержит данные о пространственных объектах, включает набор функциональных возможностей ГИС, в которых реализуются операции геоинформационных технологий, или ГИС-технологий, поддерживается программным, аппаратным, информационным, нормативно-правовым, кадровым и организационным обеспечением.

По территориальному охвату различаются **глобальные**, или планетарные ГИС (global GIS), **субконтинентальные** ГИС, **национальные** ГИС, зачастую имеющие статус государственных, **региональные** ГИС (regional GIS), **субрегиональные** ГИС и **локальные**, или местные ГИС (local GIS). ГИС различаются по **предметной области** информационного моделирования, например: городские ГИС или муниципальные ГИС (МГИС, urban GIS), природоохранные ГИС (environmental GIS) и т.п. Особое наименование, как широко распростра-

ненные, получили земельные информационные системы. **Проблемная ориентация** ГИС определяется решаемыми в ней задачами (научными и прикладными), среди них инвентаризация ресурсов (в том числе кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений. **Интегрированные** ГИС (ИГИС, integrated GIS, IGIS) совмещают функциональные возможности ГИС и систем цифровой обработки изображений (материалов дистанционного зондирования) в едином программном пакете. Полимасштабные, или масштабно-независимые ГИС (multiscale GIS) основаны на множественных или полимасштабных представлениях пространственных объектов (multiple representation, multiscale representation), что обеспечивает графическое или картографическое воспроизведение данных на любом из избранных уровней масштаба на основе единственного набора данных с большим пространственным разрешением. Пространственно-временные ГИС (spatial-temporal GIS) оперируют пространственно-временными данными.

По другому признаку классификации можно сказать, что в настоящее время применяются 2 типа ГИС - **топологические** и **нетопологические**. Первые способны обрабатывать информацию, связанную с категориями соседства, включенности, окрестностей, различают правую и левую стороны объектов, вторые - нет. Пример первого типа - продукт компании ESRI ARC/INFO и подобные ей системы, т.н. arc/info based software. Пример второго типа - ГИС Mapinfo. Оба программных продукта также могут иллюстрировать другую дифференцировку - по области применения. Первые в основном решают задачи аналитического и мониторингового характера, поскольку обладают большим числом интегрированных функций, возможностью автоматизации ввода и вывода информации, и даже возможностью создания экспертно-аналитических автоматизированных систем. Поэтому ARC/INFO-подобные системы в основном применяются для ведения кадастровых работ, для анализа и визуализации оперативно поступающей информации, например в области контроля качества среды обитания человека, полицейской службы, контроля коммуникаций и т.п. MAPINFO-подобные системы более приспособлены для подготовки картографических материалов для публикации.

Логически и организационно во всех ГИС можно выделить несколько конструктивных блоков, называемых также модулями или подсистемами, выполняющими определенные функции. Последние вытекают из четырех типов решаемых ГИС задач: сбора, обработки,

моделирования и анализа данных, использования результатов при принятии решений.

Таким образом, ГИС может использоваться как:

1) информационная основа для изучения природных особенностей региона (в широком смысле этого понятия);

2) инструмент исследования динамики или прогноза процессов и явлений;

3) информационно-справочная система, по определенному запросу выполняющая поиск и выборку данных;

4) система, осуществляющая моделирование природных и искусственных систем и позволяющая на основе экспертных оценок принимать решения по управлению и регулированию.

Любая ГИС должна иметь систему визуализации данных, выводящую на экран имеющуюся информацию в виде карт, таблиц, схем и т.п.; систему управления данными, при помощи которой происходит их поиск, сортировка, удаление, добавление, исправление и анализ. Также двумя необходимыми компонентами ГИС являются системы ввода и вывода информации. Базы данных являются обязательными компонентами ГИС. Топографическая основа карт обыкновенно хранится в файлах принятой в данной стандартной ГИС структуры, которые в принципе можно назвать файлами графических баз данных, тематические базы данных содержат в себе нагрузку карты и дополнительные данные, которые относятся к пространственным, но на карту не наносятся: описания территорий или информация, содержащаяся в научных отчетах.

По своей мощности и возможностям эксплуатации ГИС подразделяются на:

1) мощные, ориентированные на рабочие станции и сетевую эксплуатацию системы, обрабатывающие значительные объемы информации, имеющие разнообразные средства ввода (от дигитайзеров и сканеров до станций обработки космических снимков) и вывода, дающие практически типографское качество получаемой карты;

2) специализированные системы, также предназначенные для рабочих станций, несколько менее мощные, чем ГИС первого типа, созданные для определенных задач (например, обработки геодезических данных или городского кадастра), достигающие в этих областях результатов, нередко превосходящих аналогичные результаты универсальных систем и имеющие необходимый набор функций, обеспечивающий им стандартные возможности ГИС;

3) “настольные” ГИС, работающие на персональных компьютерах, предназначенные для учебных и справочно-информационных целей, в силу ограниченности имеющихся в их распоряжении машинных ресурсов не обладающие развитыми средствами анализа данных - характерной чертой более крупных систем. В этом классе систем необходимо выделить урезанные версии крупных ГИС для рабочих станций, предназначенные для ПК. Такие программные продукты обладают сравнительно скромным набором возможностей по сравнению с версиями этих же систем для рабочих станций. Однако у них есть существенный плюс - совместимость со своими версиями для рабочих станций.

Основные требования, предъявляемые к ГИС

1. Прежде охват всех сторон информационного, программного, технического обеспечения, которые встречаются в процессе эксплуатации системы, возможность обработки массивов неоднородной пространственно-координированной информации и способность поддерживать базы данных для широкого класса географических объектов;

2. Система должна быть комплексной. Основное преимущество геоинформационных технологий по сравнению с традиционными методиками состоит в возможностях совместного анализа больших групп параметров в их взаимной связи, что очень важно для изучения сложных географических явлений и процессов. ГИС должна имитировать технологию географических исследований;

3. Система должна быть открытой, обеспечивая легкость модификаций и адаптации к новым условиям для поддержания ее на современном уровне не только разработчиками, но и пользователями.

Кроме ГИС, существуют и другие виды компьютерных графических систем: САД-системы и Mapping-системы. Первые являются системами для автоматизированного проектирования (САПР), создания технических чертежей с использованием средств машинной графики. Вторые - программные продукты, специально предназначенные для профессионального производства карт. Однако они лишены возможностей моделирования и анализа, не нацелены на управление данными. Кроме того, в САПР изначально отсутствовала возможность применения картографических проекций, с их помощью можно было делать только планы объектов, которые можно было считать плоскими.

В понятие ГИС помимо базового программно-аппаратного ядра входит и накопленная информация – т.н. проект ГИС. Фундаментом к разработке наполнения (проекту) ГИС является создание пространственной базы данных, описывающей местоположение и форму географических объектов. Для этого необходимо перевести карту в цифровую форму, то есть организовать структуры для хранения данных и их использования. Описание географических объектов в ГИС предполагает указание их позиционной и содержательной составляющих. Позиционная часть описания данных (позиционные свойства географических объектов, т.е. их координаты и очертания) организуется в определенную модель пространственных данных, связанную с их непозиционными (содержательными, семантическими, тематическими) атрибутами - содержащимися в базе данных числовыми или символьными характеристиками. **Пространственные объекты** разделяются на множество **элементарных объектов - примитивов**. К ним принадлежат **точки** (точечные объекты), **линии** (линейные объекты), **площади** (контуры, ареалы, полигоны). Некоторые ГИС добавляют собственные примитивы, например **поверхности** (рельефы).

Данные, встречающиеся на карте, представляют собой, как указано выше, связанные **объекты**, состоящие из геометрических примитивов и их **атрибутов**. Атрибуты могут относиться как к примитивам, так и к объектам. Совокупность примитивов и атрибутов образует простой объект. Совокупность простых объектов образует сложный или составной объект. Иерархия объектов очень удобна, поскольку позволяет избежать дублирования информации и обеспечивает наследование изменения объекта или атрибута, которые порождают изменения во всех объектах, частью которых они являются.

Таким образом, двумя основными типами информации для ГИС являются **пространственные** и **тематические базы данных**. Пространственная информация описывает расположение и очертания географических объектов, может содержать и связи между ними. Тематическая информация содержит описания количественных и качественных характеристик объектов.

Все объекты и примитивы должны иметь свой **идентификатор**, при помощи которого можно **привязать к графической информации тематическую**. Использование идентификаторов открывает широкие возможности для просмотра и анализа данных. Пользователь может указать на объект на экране дисплея курсором, и система определит его идентификатор, по которому найдет относящиеся к объ-

екту интересующие нас данные, или, наоборот, по информации в базе можно выделить на экране географический объект.

Хотя хранящаяся в ГИС информация представляет собой несомненную ценность, она приносит практическую пользу только при решении определенных задач. Каждая ГИС кроме модулей, производящих ввод и вывод информации, обязательно комплектуется средствами, предназначенными для решения специфических задач пользователя. Без этих средств это уже не ГИС, а САД-система или АМ-система автоматизированного картографирования. Кроме специфических средств, в технологию ГИС широко внедряются экспертные системы. Это - системы искусственного интеллекта, использующие знания из сравнительно узкой предметной области для решения возникающих в ней задач, причем так, как это делал бы эксперт-человек, то есть в процессе диалога с заинтересованным лицом, поставляющим необходимые сведения по конкретному вопросу.

Модели (структуры) представления **пространственной информации**, наиболее часто употребляемые в ГИС, бывают двух основных типов: **векторные и растровые**.

Растровые данные получаются, подобно фотографии, в виде отдельных точек, которыми манипулируют компьютерные программы как по одной, так и группами. Это представление применяется в основном там, где графическая информация должна быть просмотрена, но не нуждается в модификации или анализе. Растр применяется в основном там, где пользователей не интересуют отдельные пространственные объекты, а интересует точка пространства как таковая с ее характеристиками (высотная отметка или глубина, влажность или тип почв и т.п.). Недостаток растровых форматов состоит в сложности распознавания объектов.

Растровая модель данных

- Разбивает всю изучаемую территорию на элементы регулярной сетки или ячейки
- Каждая ячейка содержит только одно значение
- Является пространственно заполненной, поскольку каждое местоположение на изучаемой территории соответствует ячейке растра, иными словами - растровая модель оперирует элементарными местоположениями

Основные понятия, принятые для растровой ГИС

Площадной контур (зона)

Набор смежных местоположений одинакового свойства. Термин класс (или район) часто используется в отношении всех самостоятельных зон, которые имеют одинаковые свойства. Основными компонентами зоны являются ее значение и местоположение.

Значение

Единица информации, хранящаяся в слое для каждого пикселя или ячейки. Ячейки одной зоны (или района) имеют одинаковое значение

Разрешение

Минимальная линейная размерность наименьшей единицы географического пространства, для которой могут быть приведены какие-либо данные. В растровой модели данных наименьшей единицей для большинства систем выступает квадрат или прямоугольник. Такие единицы известны как сетка, матрица или пиксель. Множество ячеек образует решетку, растр, матрицу.

Местоположение

Наименьшая единица географического пространства, для которой могут быть приведены какие-либо характеристики или свойства (пиксель, ячейка). Такая частица картографического плана однозначно идентифицируется упорядоченной парой координат - номерами строки и столбца

Векторные данные используются в ГИС для представления информации, которая имеет объектную природу и нуждается в анализе и манипулировании. Они хранятся в виде точек и линий, связанных геометрически и математически. Это означает, что информация может толковаться как серия индивидуальных точек, а может образовывать новые сложные структуры данных. Наличие атрибутов позволяет получать информацию, например, о типе почв, гидрологической сети или жилых строениях. Такая информация обычно хранится в соответствующих базах данных.

Векторная модель данных (рис. 1)

- Основана на векторах (направленных отрезках).
- Базовым примитивом является точка.
- Объекты создаются путем соединения точек прямыми линиями или дугами.
- Площади определяются набором линий.
- Представляет собой объектно-ориентированную систему.

Типы векторных объектов, основанные на определении пространственных объектов

Безразмерные типы объектов

Точка - определяет геометрическое положение.

Узел - топологический переход или конечная точка, также может определять местоположение.

Одномерные типы объектов (рис. 2)

Линия - одномерный объект.

Линейный сегмент - прямая линия между двумя точками.

Строка - последовательность линейных сегментов.

Дуга - геометрическое место точек, которые формируют кривую, определенную математической функцией.

Связь - соединение между двумя узлами.

Направленная связь - связь с одним определенным направлением.

Цепочка - направленная последовательность непересекающихся линейных сегментов или дуг с узлами на их концах.

Кольцо - последовательность непересекающихся цепочек, строк, связей или замкнутых дуг.

Типы векторных объектов, основанные на определении пространственных размеров

Двумерные типы объектов (рис. 3)

Область - ограниченный непрерывный объект, который может включать или не включать в себя собственную границу.

Внутренняя область - область, которая не включает собственную границу.

Полигон - область, состоящая из внутренней области, одного внешнего кольца и нескольких непересекающихся, невложенных внутренних колец.

Пиксель - элемент изображения, который является самым малым неделимым элементом изображения.

Большинство ГИС требует, чтобы данные были представлены в векторном формате, хотя в ряде систем допускается использование растровых изображений в качестве основы для создания электронной карты или иллюстраций.

Стандартные форматы существуют как для растровой, так и для векторной информации. К **растровым** форматам относятся, например, PCX, TIFF, GIF, RLE, RLC. Файлы растровых форматов получают обычно при помощи автоматических цифрователей, фиксирующих элементы рисунка построчно при перемещении сканерного луча (сканеры, сканирующие устройства). К **векторным** относятся форматы DXF, DX90, PIC, DWG, IGES, DGN, HPGL и многие другие. Распространенный формат DXF появился из пакета AutoCAD и стал стандартом в связи с его популярностью. В настоящее время он используется как обменный для переброски данных между CAD приложениями. DXF хорошо документирован.

Сопоставление векторной и растровой моделей данных

Преимущества (рис. 4)

Растровая модель

1. Простая структура данных
2. Эффективные оверлейные операции
3. Работа со сложными структурами
4. Работа со снимками

Векторная модель

1. Компактная структура
2. Топология
3. Качественная графика

3. Схема организации данных в ГИС

Обычная бумажная карта, особенно тематическая, зачастую бывает перегружена информацией. В ГИС компьютерные карты состоят из **слоев**: карта логически организована как **набор слоев информации** (рис. 5). Слои составляют объекты, объединенные одной темой, например, вся гидрография. Карту можно представить себе в виде положенных друг на друга прозрачных пленок (слоев). Каждый слой содержит информацию одного класса: слои дорог, промышленных объектов, ландшафтов и т.д. На экран можно выводить отдельные слои информации или группы слоев в различных сочетаниях, можно и все слои одновременно. Естественно, что на каждом слое можно разместить гораздо больше информации, чем данных по этой тематике на бумажной карте. Пользователь имеет возможность самостоятельного добавления новых слоев и послойного распределения информации. Послойное размещение информации значительно облегчает анализ: например, на экран можно вывести слой промышленных предприятий и слой уровня загрязнения воздуха. В некоторых ГИС в слое могут содержаться объекты одного типа, а не одной темы: слои точек, слои линий, слои площадей. Иногда в слое могут быть объекты, разные и по типу и по теме, но чаще всего встречается все-таки логическая разбивка информации на слои (рис. 6, 7).

Одних координатных данных недостаточно для описания картографической или сложной графической информации. Картографические объекты, кроме метрической, обладают некоторой присвоенной им описательной информацией (названия политических единиц, городов и рек). Характеристики объектов, входящие в состав этой информации, называют атрибутами. Совокупность возможных атрибутов определяет класс атрибутивных моделей ГИС.

Выше отмечалось, что атрибутивные данные описывают тематические и временные характеристики. Таблица, содержащая атрибуты объектов, называется таблицей атрибутов.

Атрибуты, соответствующие тематической форме данных и определяющие различные признаки объектов, также хранятся в таблицах. Каждому объекту соответствует строка таблицы, каждому тематическому признаку - столбец таблицы. Каждая клетка таблицы отражает значение определенного признака для определенного объекта.

Временная характеристика может отражаться несколькими способами:

- путем указания временного периода существования объектов;
- путем соотнесения информации с определенными моментами времени;
- путем указания скорости движения объектов.

В зависимости от способа отражения временной характеристики она может размещаться в одной таблице или в нескольких таблицах атрибутов данного объекта для различных временных этапов.

Применение атрибутов позволяет осуществлять анализ объектов базы данных с использованием стандартных форм запросов и разного рода фильтров, а также выражений математической логики. Последнее эффективно при тематическом картографировании.

Кроме того, с помощью атрибутов можно типизировать данные и упорядочивать описание для широкого набора некоординатных данных.

Таким образом, атрибутивное описание дополняет координатное, совместно с ним создает полное описание моделей ГИС и решает задачи типизации исходных данных, что упрощает процессы классификации и обработки.

Атрибутами могут быть символы (названия), числа (статистическая информация, код объекта) или графические признаки (цвет, рисунок, заполнения контуров).

Числовые значения в ГИС могут относиться как к координатным данным, так и к атрибутивным. Для пояснения этого напомним, что основной формой представления атрибутивных данных в БД является таблица, а в таблице могут храниться как координаты объектов (координатные данные), так и описательные характеристики (атрибутивные данные).

Можно по-разному организовывать взаимосвязь координатного и атрибутивного описания. Например, В. Вебером было предложено специфическое сочетание координатного и атрибутивного классов для описания картографических данных. Для построения общей модели данных ГИС он вводит четырехмерное пространство объекта, где первые два (плановые) размера присваиваются данным X , Y , атрибуты располагаются в третьем измерении, а четвертое измерение резервируется для временных наборов данных.

Существуют различные **методы хранения атрибутивной информации** в ГИС:

- хранение для всех объектов системы 1-2 стандартных атрибутов;
- хранение таблицы атрибутов, связанных с пространственными объектами, и информации о реляциях;
- хранение ссылок на элементы данных иерархической или сетевой БД;
- хранение атрибутивной информации может вообще не применяться, если система опирается на классификатор.

Использование любой информации допустимо, если она удовлетворяет определенным критериям и стандартам. Одним из критериев применимости пространственно-временных данных в системах ГИС является точность - близость результатов, расчетов или оценок к истинным значениям (или значениям, принятым за истинные). Например, точность горизонтали в цифровой базе данных, полученной на основе дигитализации по карте, можно оценить сравнением ее с горизонталью на исходной карте.

Рассмотрим несколько показателей точности в ГИС: точность вычисления, точность измерения, точность представления.

Точность вычисления определяется количеством значимых цифр после запятой, точность измерений - количеством значимых цифр при измерениях, точность представления - количеством разрядов, описывающих координатные данные.

Точность вычислений и измерений не адекватна точности представления. Большое количество значимых цифр не всегда гарантирует точность вычислений или измерений.

Точность вычисления в ГИС велика, обычно она намного выше, чем точность самих данных. Более того, набор специальных методов и алгоритмов в ряде случаев позволяет повысить точность первичных измерений.

Точность входит в комплекс данных, определяющий важный показатель - качество данных.

В США разработаны национальные стандарты для цифровых картографических данных, которые применяются при оценке точности цифровых данных.

Стандарт выделяет несколько компонентов качества данных:

- позиционную точность;
- точность атрибутов;

- логическую непротиворечивость;
- полноту;
- происхождение.

Позиционная точность выражается степенью отклонения данных ГИС о местоположении от истинного положения объекта на местности. Обычно точность карт приблизительно определяется толщиной линии, или 0,4 мм. Это соответствует 10 м в масштабе 1 : 25000.

Для проверки позиционной точности используют независимые более точные источники, например карту более крупного масштаба, систему глобального позиционирования (GPS) и др.

Можно на основе известного в статистике правила "переноса ошибок" оценить точность, зная погрешности, вносимые различными источниками. Например, при создании цифровой модели имели место следующие погрешности: 1 мм в исходном материале, 0,4 мм на карте, предназначенной для цифрования, 0,1 мм при цифровании.

Точность атрибутов определяется близостью значений атрибута к его истинной величине. Атрибуты могут со временем меняться: довольно часто по сравнению с координатными данными.

В зависимости от типов данных точность атрибутов может быть измерена разными способами. Для непрерывных атрибутов (поверхностей), например в полигонах Тиссена, точность выражается как погрешность измерений. Для атрибутов категорий объектов, например классифицированных полигонов, точность зависит от того, являются ли категории подходящими, достаточно подробными и определенными, и от того, какова вероятность наличия в данных грубых ошибок.

Точность атрибута может быть различной в разных частях карты, поэтому полезнее рассчитывать пространственную вариацию вероятности ошибки в классификации, чем пользоваться обобщенными статистическими показателями.

Понятие логической непротиворечивости связано с непротиворечивостью данных в базах данных.

В среде ГИС это понятие распространяется на внутреннюю непротиворечивость структур данных и внутреннюю топологическую непротиворечивость векторных данных. В частности, это определяет такие требования, как замкнутость полигонов, уникальность идентификатора полигона, наличие или отсутствие узлов на пересечениях дуг.

Понятие полноты (достаточности) данных связано со степенью охвата данными множества соответствующих объектов. В зависимо-

сти от правил отбора, генерализации и масштаба определяют число соответствующих объектов для полного описания ситуации, картографической композиции, явления и т.п.

Несколько специфический показатель “происхождение” включает сведения об источниках данных и операциях по созданию базы данных, о методах кодирования данных, времени сбора данных, методе обработки данных, точности результатов вычислений и т.п.

4. Ввод данных в ГИС

Ввод данных - процедура кодирования данных в компьютерно-читаемую форму и их запись в базу данных ГИС. **Ввод данных включает три главных шага:**

- Сбор данных,
- Их редактирование и очистка,
- Геокодирование данных,

Средства ввода данных

Технические средства ГИС можно условно разделить на три группы, каждая из которых содержит как универсальные, так и специфичные только для нее приборы и оборудование. Для кодировки пространственных данных и прежде всего **аналого-цифрового преобразования** картографических материалов используют средства цифрования; для обработки и преобразования данных - вычислительную технику для визуализации данных, что выражается главным образом в построении графических изображений, применяют автоматизированные устройства графопостроения.

Разумеется, возможно непосредственное создание текстовых файлов в ASCII-кодах, описывающих координаты пространственных объектов и их последующее преобразование в файлы соответствующей данной ГИС структуры. Однако для перевода информации с бумажной карты в электронную применяются различные технологии обработки картографических материалов.

Средствами кодирования пространственных данных для ввода их в ГИС служат цифрователи двух основных видов: 1) полуавтоматические цифрователи (дигитайзеры - digitizer) с ручным обводом и автоматической регистрацией координат на носитель данных; 2) автоматические, фиксирующие элементы рисунка построчно при

перемещении сканерного луча (scanner). Менее распространены устройства, основанные на иных принципах регистрации (например, устройства автоматической регистрации линий).

Сканер позволяет создавать электронную копию изображения для последующей ее обработки. Классифицировать сканеры можно по следующим параметрам: способу подачи исходного материала для считывания (ручные, планшетные, протяжные, например, роликовые и барабанные); по принципу считывания информации (работающие на просвет, работающие на отражение); по глубине цвета (2, 8 или более бит на точку) или отношению к цветопередаче (штриховые, полутоновые и цветные). Среди других параметров следует выделить: оптическое (геометрическое) разрешение и формат (максимальный размер) сканируемого источника. Принцип работы сканера относительно прост. Внутри светонепроницаемого корпуса помещается устройство, состоящее из люминесцентной или специальной лампы, освещающей изображение, и фотоэлемента, собирающего отраженный или прошедший свет. Устройство представляет собой матрицу из тысяч светочувствительных ячеек, каждая из которых накапливает заряд и приобретает потенциал, величина которого пропорциональна энергии поглощенного света. Затем аналогово-цифровой преобразователь определяет для каждого потенциала его цифровое значение. В то время как сканер считывает изображение, интерфейсная плата сканера передает соответствующие данные на компьютер, где они обрабатываются в соответствующей программной системе. Результат сканирования может быть представлен в виде файла различных форматов. Наиболее популярны TIFF, PCX, GIF, EPS, BMP. Размеры места на диске, необходимого для хранения изображения, зависят от величины изображения, разрешающей способности сканера, а также от количества оттенков цвета. Для получения качественного картографического изображения, необходимого для последующей векторизации, следует сканировать изображение с разрешением 600-800 dpi (точек на квадратный дюйм).

Цветные сканеры обычно имеют два режима работы: черно-белый и цветной. Цветное сканирование осуществляется за три прохода: отраженный от изображения свет поочередно проходит через три светофильтра: красный, зеленый и синий. Иногда применяется альтернативный вариант: последовательное освещение изображения светом трех цветов. Совмещение результатов дает представление о цвете. Количество передаваемых цветов зависит от числа разрядов,

отведенных на один пиксел (одну точку), обычно это 24, 30 или 36 разрядов (бит). Созданное для сканеров программное обеспечение позволяет сканировать, редактировать и ретушировать изображения, а также записывать их в формате, удобном для последующей обработки и преобразования.

Дигитайзер - это устройство планшетного типа, предназначенное для ввода информации в цифровой форме. Дигитайзер имеет собственную систему координат и при передвижении курсора по планшету координаты перекрестья его нитей передаются в компьютер. Размеры планшета дигитайзера колеблются от А4 до А0, переменным является также количество кнопок на курсоре (от одной до 17).

Существует несколько способов ввода информации в ГИС с использованием традиционных карт и планов. Это цифрование с использованием дигитайзера (дигитализация) и цифрование растрового изображения на экране компьютера (векторизация). **Дигитализация** имеет две разновидности: по точкам и потоком, а **векторизация** - три: ручная, интерактивная и автоматическая. Дигитализация по точкам является самым старым методом из перечисленных. Оператор обводит курсором дигитайзера контур, нажимая при этом необходимые кнопки. При каждом нажатии в компьютер посылается код кнопки и/или координаты точки пересечения нитей курсора. Изображения обведенных линий и объектов появляются на экране монитора. Этот метод не требует специализированной аппаратуры кроме дигитайзера и сложного программного обеспечения, однако является самым трудоемким. При цифровании по точкам ошибки со стороны оператора практически неизбежны (рис. 8). Дигитализация потоком по сути не отличается от предыдущего метода, просто это другой режим работы дигитайзера, при котором с планшета дигитайзера, представляющего собой проволочную сетку, сигнал подается не при нажатии на клавишу курсора, а при пересечении курсором линий сетки, что избавляет оператора от необходимости постоянно нажимать на клавишу. С этим методом связано неудобство хранения большого количества лишних координат, получающихся при пересечении линий сетки.

Ручная и интерактивная векторизация по “подложке” называются также цифрованием на экране. Они требуют специализированного, сложного программного обеспечения и мощной аппаратуры, так как требуют большого быстродействия компьютера и значительных объемов памяти. Отсканированное изображение из файла выводится на экран монитора, и само цифрование осуществляется по этой “под-

ложке” обычно при помощи мыши. Здесь каждый объект, как и в традиционном цифровании, необходимо обвести, только не на планшете, а на экране. При ручной векторизации все операции выполняет сам оператор, а при интерактивной часть операций производится автоматически. Большинство векторизаторов, работающих в интерактивном режиме, обладают возможностями настройки на преодоление некоторых неопределенных ситуаций, что позволяет векторизовать, например, штриховые и штрих-пунктирные линии, бровки оврагов и т.п. Возможности интерактивной векторизации прямо связаны с качеством исходного материала и сложностью карты. Несмотря на трудоемкость, эти способы позволяют добиться гораздо большей точности, чем при обычном цифровании дигитайзером, поскольку линии проводятся прямо по линиям, полученным со сканера, а изображение на экране может быть увеличено до необходимых размеров.

Автоматическое цифрование подразумевает очень небольшое по сравнению со всеми остальными способами вмешательство оператора в работу системы. Карта вначале сканируется, а затем автоматически переводится в векторный формат. Этот тип ввода информации состоит из этапов предварительного редактирования, непосредственного перевода из растрового формата в векторный и окончательного редактирования. Некоторые программные продукты корректируют всевозможные помехи (пятна, грязь и др.) с использованием специальных программ. Эти системы по заложенным в них образцам распознают символы, линии, окружности и т.п. Окончательное редактирование обязательно проводится после перевода форматов. Оно необходимо, поскольку самая изощренная программа может неверно распознать объект, принять, например, символ за группу точек, определить полигон как набор линий и т.д. Автоматический перевод из растрового формата в векторный наиболее удобен в том случае, если обрабатывается большое количество однотипных простых чертежей или карт. В качестве базовой необходимо иметь технологию цифрования и средства дополнительного редактирования. Дигитализацию по точкам или потоком лучше всего использовать для цифрования картографического материала, имеющего нестандартный размер, масштаб, систему координат при плохом качестве исходного материала, его большой сложности, изобилии перекрывающихся символов и текста, наличии пропусков. Ручная векторизация по подложке наиболее приемлема для изображений средней сложности или тех, которые необходимо лишь частично перевести в векторный формат. Интерактивная векторизация

подходит для подготовки данных к гибридным векторно-растровым приложениям, для карт с небольшим количеством сложных объектов, для карт, требующих введения среднего количества атрибутов и с ограниченным числом слоев при хорошем качестве исходного материала. Автоматическая векторизация оптимальна при большом количестве несложных документов, для карт с преобладанием линейных элементов, для карт и рисунков с повторяющимися символами, при хорошем качестве исходного материала.

Цифрование - ступенчатый процесс, включающий: подготовку исходной карты к цифрованию, выделение слоев и объектов, составление ведомостей на объекты, непосредственное цифрование, занесение атрибутивной информации в соответствующие файлы или таблицы. Цифрование - это перевод пространственной информации в цифровую форму. Точки, линии и площадные объекты представляются в виде последовательностей пар координат x, y . Точки представляются одной парой координат, линии представляют собой строку координат, а полигоны формируются из линий и должны быть замкнуты.

Предварительная подготовка к цифрованию включает в себя выделение объектов, принадлежащих к одному слою (например, гидрография) и/или типу (линии, точки, полигоны). Каждому объекту должен быть присвоен порядковый номер, устанавливающий последовательность цифрования, по которому затем будет добавлена атрибутивная информация. В некоторых системах она добавляется сразу при цифровании, в других - после полного завершения процесса, иногда допускается и тот и другой способ.

Большинство ГИС снабжены возможностями, обеспечивающими аккуратное цифрование, например, точное начало одной линии на другой, что важно при цифровании реки и ее притоков. Необходимо, чтобы линия, изображающая приток, точно начиналась на русле, иначе при решении различных задач, например при поиске оптимального пути, ГИС не сможет найти правильного решения, да и при простой визуализации окажется, что они не соединены. К другим возможностям того же плана относятся: замыкание линий, привязка к началу, концу, произвольной точке выбранной линии, оцифрованной ранее и т.п. Одной из важных проблем является то, что слои и/или отдельные типы элементов обводятся отдельно в различных сеансах работы, поэтому на экране появляется не вся картинка, а только полигоны или только линии. В связи с этим не удается точно увязать между собой

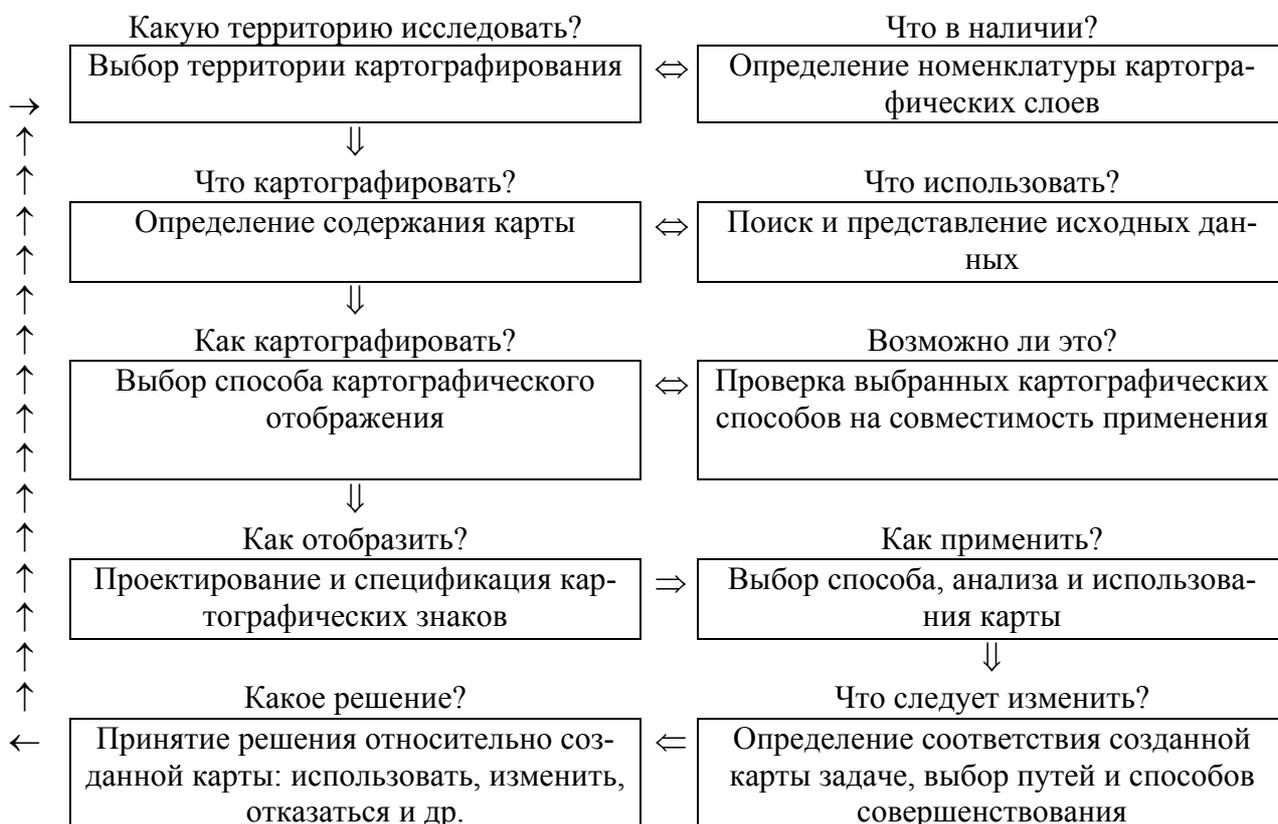
объекты, принадлежащие к разным слоям или группам. Такие ошибки не всегда могут быть исправлены при последующем редактировании.

Проблемы цифрования карт (рис. 8)

Уровень ошибок в базе данных ГИС непосредственно связан с уровнем ошибок исходных карт. Карты не всегда адекватно отображают информацию и не всегда точно передают данные о местоположении.

5. Картографические основы ГИС-технологий

Общая схема применения картографических знаний при работе с ГИС



Роль картографических моделей в создании и применении ГИС:

- карта как источник пространственных данных,
- карта как способ хранения и интеграции данных о пространственных объектах,
- карта как средство организации запросов к БД,
- карта как средство пространственного анализа,
- карта как способ представления результатов работы с ГИС.

При работе с ГИС пользователь сталкивается с генерализацией и детализацией картографических изображений при изменении масштаба (рис. 9, 10).

Способы визуализации пространственных объектов на карте

Важной проблемой, связывающей ГИС и картографические технологии, являются способы отображения (визуализации) пространственных объектов (рис. 11 - 16).

Типы преобразования картографических изображений в ГИС:

- Удаление/добавление тематического слоя;
- Удаление/добавление элементов слоя;
- Изменение тематического содержания приемами генерализации (утрирование, обобщение, упрощение, сглаживание), изменение цветового решения карты;
- Замена картографического способа изображения тематического содержания (например, точечный способ на ареалы);
- Построение анаморфированных (картоподобных изображений);
- Переход к динамическому картографическому изображению (бликование или цветовая инверсия элементов специального содержания, интерактивная мультипликация).

6. Анализ данных в ГИС

Существует перечень обязательных функций, наличие которых требуется от любой ГИС. Это арифметические и геометрические функции, сетевой анализ, анализ наложений, выделение объектов в новый слой и утилиты работы с полями баз данных. Можно выделить следующие группы элементарных операций аналитического характера: 1. Операции переструктуризации данных (предпроцессорные операции); 2. Трансформация проекций и изменение систем координат; 3. Операции вычислительной геометрии. 4. Оверлейные операции (наложение разноименных и разнотипных слоев данных); 5. Общие аналитические, графо-аналитические и моделирующие функции.

Переструктуризация данных. Пространственные данные, введенные в среду ГИС, зачастую нуждаются в некоторых предвари-

тельных операциях, позволяющих адаптировать эти данные к дальнейшей обработке. Наиболее важными операциями являются операции преобразования данных из векторного в растровые представления и обратно.

В блок **трансформации проекций** и изменения систем координат входят и операции пересчета координат пространственных объектов (операции ротации - поворота, сдвига, масштабирования осей) и более сложные трансформации, связанные, например, с "укладкой" объектов в систему опорных точек с точно известными координатами (например, привязка спутникового снимка), и трансформация картографических проекций как наиболее сложная подгруппа операций.

Картометрические (арифметические) операции включают в себя: расчет площадей, длин ломаных линий, периметров, площадей склонов, объемов, заключенных между поверхностями, координат центров полигонов. К ним принадлежат также операции определения принадлежности точки внутренней области полигона, описание геометрических и топологических отношений точечных, линейных и полигональных объектов двух разноименных слоев в целом при их наложении (оверлее). Геометрические утилиты используются для анализа пространственных данных и связей между ними. Очень часто создается буферная зона - район, граница которого отстоит на заданном или высчитанном расстоянии от границы исходного объекта, например, водоохранные зоны.

Оверлейные операции являются средством анализа множества разноименных и разнотипных по характеру локализации объектов. Суть их состоит в наложении двух разноименных слоев (или множества слоев, больше двух, при многократном повторении операции наложения) с созданием производных объектов, возникающих при их геометрическом наложении и с наследованием атрибутов. В этих операциях можно выделить:

- 1) Определение перекрытий (распознавание перекрывающихся площадей разных полигонов);
- 2) Определение внутренних областей. Эта операция распознает площади (полигоны), целиком лежащие внутри какой-либо области (другого полигона или объединения полигонов);
- 3) Объединение площадей;
- 4) Определение линии пересечения полигонов;
- 5) Создание буферной зоны нескольких объектов;
- 6) Поиск точки касания (пересечения) линейного объекта;

7) Поиск ближайшего объекта расчетом расстояний до объектов зоны;

8) Поиск объектов, попадающих в определенный район;

9) Определение центра прямоугольника, охватывающего объект.

Основное назначение функций зонирования состоит в построении новых объектов - зон, т.е. участков территорий, однородных в смысле выбранного критерия или целой группы критериев. Границы зон могут либо совпадать с границами ранее существовавших объектов (задача “нарезки избирательных округов по сетке квартального деления), либо строится в результате различных видов моделирования (зоны экологического риска). Типичные задачи этого типа: выделение зон градостроительной ценности территорий, зон экологического риска, зонирование урбанизированных территорий по транспортной доступности, построение зон обслуживания поликлиник и т.д.

Сетевой анализ позволяет проанализировать пространственные сети связанных линейных объектов (дороги, водопроводы, линии электропередач, гидрографическая сеть). В классическом представлении сеть считается набранной из линий, которые могут иметь не более двух общих точек касания с другими линиями - начало и конец. Другим важным фактором, определяющим сеть, является способ соединения ее элементов. Во всех типах сетей встречаются два типа соединений: “из/в” и “из/через”. Первый тип соединения очевиден. Вторым тип означает, что объект А соединяется с В через С. Такой тип соединения встречается в электрических сетях. Обычно сетевой анализ служит для задач определения ближайшего, наиболее выгодного пути, для определения зон влияния на объекты сети других объектов. Типичной задачей сетевого анализа является определение адреса.

Утилиты работы с полями баз данных включают в себя поиск имени поля и его значения, поиск по маске, создание, редактирование и удаление поля, калькуляцию, классификацию и перегруппировку. Калькуляция - создание нового поля и расчет его значений по значениям старых полей согласно введенной формуле. Например, расчет площади земельного участка по масштабу карты и координатам с сохранением полученного значения в новом поле с именем “площадь”. Классификация - создание нового значения в новом поле по классификационным правилам. Пример: классификация земельных участков по трем градациям - крупные, средние и мелкие по численным значениям поля “площадь” и сохранение результата в новом поле “размер”. Перегруппировка - создание нового значения по группам подобных значе-

ний. Например, сгруппировать земельные участки по типу: селитебная территория, пашня, сад, огород, свалка, лес и т.п. и подсчитать общую площадь земель каждого класса. В результате образуется новая таблица, которую можно записать в файл базы данных.

Операции с трехмерными объектами. В отличие от цифровых представлений точечных, линейных и площадных объектов трехмерные объекты: поверхности, рельефы требуют особых форм представления, поскольку их пространственное положение должно описываться не только плановыми (географическими или геодезическими), но и высотными координатами. Следует различать цифровые модели картографического изображения рельефа (изолинии, отметки высот, знаки оврагов и т.п.) и собственно цифровые модели рельефа. Кроме создания моделей собственно рельефа, в класс задач создания моделей поверхностей входят и трехмерные визуализации, например построение панорамы города. Моделироваться могут как изображение действительного рельефа или непрерывного поля (статически или динамически), так и воображаемые поверхности, построенные по одному или нескольким показателям, например, поверхность цен на землю, поверхность экологического риска и т.д.

Анализ растровых изображений. В качестве таких изображений в ГИС обычно выступают снимки. Преимущество снимков - в их современности и достоверности, поэтому достаточно часто встречающийся вид анализа - временной. Сравняются и ищутся различия между снимками различной давности, таким образом оценивается динамика произошедших изменений. Часто анализируются пространственные взаимосвязи нескольких явлений. К снимкам может также быть применен кластерный анализ, на основе которого выделяются области лесов, рек, полей и т.д. С растровыми образами производятся картометрические вычисления: длин, площадей, объемов. Существует специальная область анализа, которую иногда называют картографической алгеброй (map algebra).

Специализированный анализ. Обычно ГИС не снабжены возможностями специализированного анализа, например, экологического и т.д. Это связано с тем, что единой схемы такого анализа не существует, производители стандартных ГИС не могут соответственно включить их в программное обеспечение ГИС. Различные пользователи производят такой анализ по собственным методикам и правилам. Поэтому возможности специализированного анализа в ГИС реализуются средствами создания приложений самими пользователями.

Однако некоторые фирмы (INTERGRAPH, ESRI) предоставляют пользователям возможность укомплектовывать систему фирменными модулями, реализующими специализированные анализы.

7. Программные средства ГИС

Классические ГИС профессионального уровня

К этому типу относятся широко известные ГИС фирм INTERGRAPH, ESRI и др. Это мощные системы, первоначально созданные для рабочих станций и сетевого использования. Рабочая станция - высокопроизводительный компьютер с RISC (Reduced Instruction Set Computer) процессором и мощным графическим ускорителем. Как правило, работает под управлением операционной системы UNIX. Такие системы поддерживают многочисленные приложения. Они включают блоки цифрования картографического материала в различных режимах, работают с большим количеством внешних устройств, имеют многооконный режим, допускают настройку меню, позволяют встраивать пользовательские программы на языках высокого уровня.

Программные продукты фирмы INTERGRAPH (США)

Более 200 программных продуктов фирмы предназначены для работы с использованием ГИС-технологий в различных приложениях. Они предоставляют возможность работы в многопользовательском режиме и режиме клиент-сервер. Их преимуществами являются: модульная архитектура, поддержка промышленных СУБД различных фирм, наличие языка программирования высокого уровня, возможность хранения очень больших объемов структурированной информации, работа с растровыми изображениями, работа с различными картографическими проекциями, преобразования из проекции в проекцию, построение и анализ 3-мерных моделей территорий, работа с распределенными базами данных, развитая система создания карт. Области применения: ведение земельного кадастра, управление землей и недвижимостью, комплексная оценка и управление урбанизированными территориями, управление транспортными потоками, планирование и оптимизация перевозок, управление природными ре-

сурсами (лесными, водными, недрами), экологический мониторинг, оценка и прогнозирование состояния окружающей среды, высококачественная картография (как топографическая, так и тематическая), управление инженерными коммуникациями. Основу программных ГИС-продуктов составляет семейство модулей MGE. Ядро системы - программа MicroStation. MGE модули являются надстройкой над этой программой. MicroStation имеет встроенные языки UCM и MDL, причем первый - макроязык пользовательских команд, а второй - Си-подобный язык программирования. Управление окружающей средой осуществляется при помощи следующих модулей: MGE Environmental Manager (ERMAMGR) - представление данных и вероятностный пространственный анализ, MGE Environmental AT123D (ERMAAT) - моделирование распространения загрязнения, MGE Environmental Modflow (ERMAMF) - моделирование и анализ миграции грунтовых вод, MGE Environmental Site Database (ERMASDB) - создание и управление схемой базы данных и пользовательским интерфейсом, MGE Voxel Analyst (MGVA) - визуализация и анализ трехмерных данных, ERMA Data Manager (ERMA-DM) - создание и ведение экологической базы данных, генерирование отчетов и тематических карт, ERMA Groundwater Modeller (ERMA-GWM) - моделирование и анализ потоков и распространения загрязнений в грунтовых водах. Включает три системы моделирования методом конечных элементов: MODFLOW, MODPATH, M3D. Имеется ряд модулей обработки снимков и цифровой фотограмметрии, работы с пространственными сетевыми объектами, векторизации. Векторные графические данные хранятся в форматах программы MicroStation (dgn-файлах). Этот формат является открытым. Программное обеспечение позволяет использовать многих типов электронных тахеометров и GPS приемников. Система позволяет читать файлы в форматах DWG и DXF. Имеется конвертор данных между системами Intergraph и MapInfo. Модуль MGE ASCII Loader обеспечивает импорт и экспорт файлов в ASCII формате. Через модуль RIS осуществляется прямой доступ к базам данных тематической информации ORACLE, INGRES, SYBASE, INFORMIX, MS SQL SERVER и др. Система позволяет работать с растровыми данными всех распространенных форматов.

Разработки Института исследований систем окружающей среды (ESRI, US)

ARC/INFO - универсальная, поддерживающая все основные платформы система. Она является основой семейства программных продуктов фирмы ESRI. Система ARC/INFO существует в двух видах: для UNIX и Windows NT и PC ARC/INFO (для работы на персональном компьютере). По своим функциональным возможностям PC ARC/INFO является сужением системы ARC/INFO. Он позволяет вводить и редактировать новую информацию, создавать топологию, выполнять преобразования из проекции в проекцию. Программный продукт ArcCAD интегрирует в себе возможности технологий САПР и ГИС в едином программном продукте. ArcView представляет собой ГИС “настольного типа”. ArcView и ARC/INFO могут взаимодействовать в сети и на функциональном уровне. Каждая из этих систем может обрабатывать команды, посланные из другой системы. MapObjects - набор инструментальных средств для разработчиков картографических и ГИС приложений. SDE обеспечивает работу с крупными распределенными базами пространственных данных.

Основные возможности. ARC/INFO использует векторно-топологическую структуру пространственных данных и полностью включает возможности реляционной базы данных. Макроязык AML позволяет создавать пользовательские приложения. ARC/INFO может работать в локальной сети. Возможно одновременное редактирование карт несколькими пользователями. При работе с тематическими данными можно использовать внешние СУБД Oracle, Ingres, Informix, DB2, SQL/400 и т.д. Обеспечивается прямой доступ к базам данных dBASE, INFO, ASCII с разделителями, а также Oracle, Ingres, Informix, SYBASE. ARC/INFO обладает богатым набором функций пространственного анализа.

Области применения: ведение земельного кадастра, управление землей и недвижимостью; комплексная оценка и управление территориями; управление на транспорте, планирование и оптимизация перевозок; управление природными ресурсами (лесными, водными, недрами); экологический мониторинг, оценка и прогнозирование состояния окружающей среды; маркетинговые исследования; планирование инвестиций; высококачественная картография как топографическая, так и тематическая.

Структура. ARC/INFO состоит из базового комплекта программ и модулей расширения. Базовый комплект - это полнофункциональная ГИС для работы с пространственной информацией. Он поддерживает все операции по созданию и использованию геоинформационной системы, т.е. ввод информации, ее редактирование, организацию пространственных запросов и анализ информации, а также создание качественной картографической продукции. В базовом комплекте расположена также подсистема DATA CONVERSION, которая обеспечивает преобразование данных из проекции в проекцию. Модули расширения включают: ARC/INFO TIN - модуль моделирования поверхностей для анализа и отображения непрерывных пространственных явлений (рельеф, уровень электромагнитного поля и т.д.). Основа модели - нерегулярная триангуляционная сеть (TIN); ARC/INFO COGO - модуль интегрирования данных геодезических измерений и вычислений в ГИС (обработка теодолитных ходов, прямые и обратные задачи, прямые и обратные засечки и т.д.); ARC/INFO GRID - модуль анализа растровых данных. Он применяется в области гидрологического и геологического анализа, многомерного статистического анализа пространственных данных. В нем сосредоточены функции растрового моделирования. Они включают выделение водосборов и дренажной сети, определение порядков водотоков и решение задач фильтрации, расчеты извилистости и кривизны склонов, анализ видимости, определение оптимальных путей. Модуль содержит функции многомерного статистического анализа, дискриминантного и кластерного анализа. Эти функции позволяют выполнять комплексную оценку территории; ARC/INFO NETWORK - модуль для работы с сетями топологически связанных объектов (энергетические сети, трубопроводы и т.п.). Он содержит также функции геокодирования, т.е. привязки адресных или других географически соотнесенных с их пространственным положением данных. В этом модуле реализованы функции поиска оптимальных маршрутов, оценки поглощения ресурсов в сети, районирования с использованием элементов сети в качестве границ районов, выбора частных сетей из более крупной сети в соответствии с заданными критериями, объединения нескольких сетей в одну сеть, решения задачи транспортной доступности с учетом параметров сетей; ARCSCAN - модуль ввода картографических данных со сканеров.

Векторные графические данные используются в форматах программных продуктов ESRI (покрытия ARC/INFO и шейпфайлы ArcView). Система поддерживает также многие стандарты обмена

данными и работу с растровыми графическими данными в форматах ERDAS и TIFF. Модули IMAGE INTEGRATOR и GRID поддерживают ряд дополнительных растровых форматов. Поддерживается топологическая модель данных. Наряду с ней система работает еще с несколькими моделями данных. Это сети нерегулярных треугольников (TIN), а также модель обобщенных площадных объектов, называемых регионами, что дает возможность работы с перекрывающимися полигонами без построения топологии. Графические примитивы можно добавлять, перемещать, удалять. Модуль ARCEDIT позволяет осуществлять прямое редактирование регионов и полигонов, автоматическое и интерактивное построение топологии, редактирование групп объектов за одну операцию.

Специализированная система MapInfo

Она относится к классу “настольных” ГИС, является хорошей платформой для подготовки разнообразных картографических документов. MapInfo позволяет отображать различные данные, имеющие пространственную привязку. Отличительной особенностью этой ГИС является универсальность. Система дает возможность создавать интегрированные ГИС проекты Intergraph и MapInfo для Windows, Windows NT, UNIX, цифровые картографические системы, программные средства формирования и анализа геоинформационных баз данных.

Возможности ГИС:

- методы анализа данных в реляционной базе данных;
- поиск географических объектов;
- методы тематической закрашки карт;
- методы создания и редактирования легенд;
- поддержка широкого набора форматов данных;
- доступ к удаленным базам данных и распределенная обработка данных.

MapInfo позволяет получать информацию о местоположении по адресу или имени, находить пересечение улиц, границ, производить автоматическое и интерактивное геокодирование, проставлять на карту объекты из базы данных. Информация представляется в виде таблиц, карт, диаграмм, текстовых документов. ГИС дает возможность проводить специальный географический анализ и графическое редактирование. Модули системы включают обработку данных геодезических измерений, векторизацию и архивацию карт, схем, черте-

жей, преобразования картографических проекций, совмещение пространственных данных.

Система MapInfo включает специализированный язык программирования MapBasic, позволяющий менять и расширять пользовательский интерфейс системы. Эта ГИС дает возможность напрямую использовать данные электронных таблиц Excel, Lotus 1-2-3, форматы dBase и др.

Система ГеоДраф, ГеоГраф (GeoDraw, GeoGraph)

Ведущая отечественная разработка ГИС. В совокупности с системой Геоконструктор эти средства образуют законченную модульную систему. Различие между ними функциональное. ГеоДраф - векторный топологический редактор, ГеоГраф - средство композиционного построения уже существующих цифровых карт, Геоконструктор - средство создания приложений пользователя по его собственным алгоритмам и программам с использованием Borland C++, Visual Basic, Delphi и т.п., позволяющее эффективно организовывать композиции формирования карты, фильтрации пространственных объектов, привязки к базам данных, поддержки географических проекций и т.д.

Векторный редактор ГеоДраф предназначен для создания картографических баз данных для технологий ГИС и относится к классу настольных ГИС. Он поддерживает построение картографической структуры, содержащей многослойное отображение данных, позволяет осуществлять идентификацию объектов и их привязку к базам атрибутивных данных, вести работу с 40 картографическими проекциями и выполнять преобразование (конвертацию) форматов данных в широком диапазоне.

ГеоГраф позволяет создавать электронные тематические атласы на основе оверлейного представления цифровых карт и связанных с ними атрибутивных цифровых данных.

Использование ГИС ГеоДраф, ГеоГраф для Windows дает возможность создавать базы данных, содержащие координатные атрибутивные данные, отвечающие международным стандартам. Цифровые модели, создаваемые в системе, имеют топологическую нагрузку.

Допускается ввод картографической информации методами дигитализации. Система ГеоДраф осуществляет векторизацию растровых изображений и производит широкий спектр преобразований карт для интеграции пространственных данных из разных источников: преобразова-

ния плоскости и всех отечественных картографических проекций, идентификацию объектов и их связь с таблицами атрибутивных данных популярных форматов DXF, dBase, Paradox и др.

В системе имеется возможность проведения анализа данных. С ее помощью можно осуществлять тематическое картографирование, пространственные измерения, реализацию разнообразных запросов к картам и связанным с ними таблицам, логические запросы и быстрый оверлей слоев, вывод полученных композиций карт, растровых изображений, графиков, текстов на другие устройства, взаимодействие с приложениями.

Система ГеоДраф осуществляет обмен данными с другими известными системами, такими, как ArcInfo, MapInfo, AutoCAD и др., которые могут использоваться в едином технологическом комплексе с программными средствами ГеоДраф, решая взаимодополняющие классы задач.

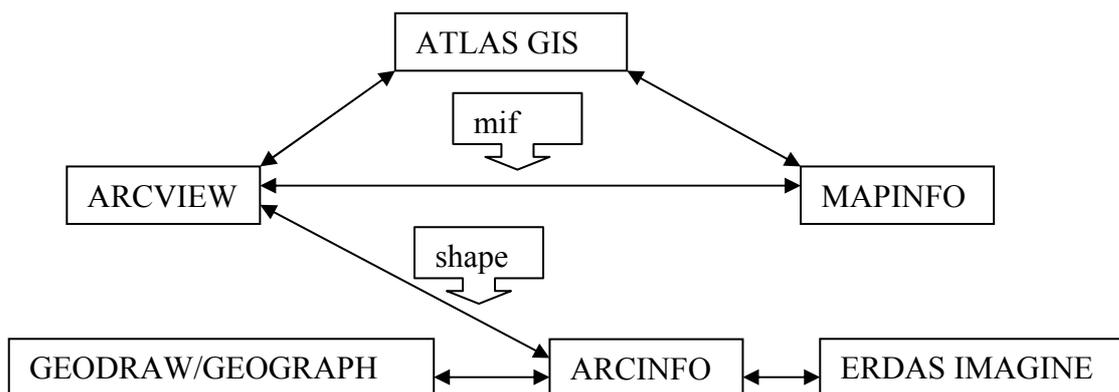
При этом обеспечивается полное (топологическое) согласование объектов из различных слоев, автоматически формируются корректная система пространственных отношений между объектами, необходимая координатная привязка, в том числе и для системы GPS.

Геоинформационная система конечного пользователя ГеоГраф дает возможность просматривать, редактировать, анализировать данные, проводить пространственные измерения, находить объекты, отвечающие наборам задаваемых пользователем условий, и реализовывать другие функции. Приложения, созданные на базе этой системы, широко используются внутри страны и за рубежом. Наконец, система ГеоДраф, ГеоГраф позволяет путем интеграции разноотраслевой информации на едином пространственном базисе решать сложные комплексные задачи в области управления территорией города с учетом комплекса интересов (социальных, экологических, финансовых и др.). Система постоянно развивается и в нее включаются новые возможности.

Многообразие частных форматов конкретных программ создает определенные трудности при переносе данных из формата в формат. Эта проблема существует в основном для векторных ГИС, так как именно векторные слои являются основной "ходовой монетой" в геоинформатике. В области экологической геоинформатики проблема конвертации стоит очень остро, за счет высокой степени интегрированности информации и соответственно множественности источников ее поступления. Данные из табличных процессоров и реляционных СУБД лучше всего экспортировать и хранить в формате DBF IV.

Цифровые слои могут храниться в пригодном для восприятия почти всеми системами формате GEN, это фактически просто ASCII текстовый файл, содержащий информацию о координатах и идентификаторах точек - вершин. Растровая информация может храниться в одном из распространенных графических форматов, например TIFF.

***Схема конвертации данных
при обмене между наиболее популярными ГИС***



В стрелках указаны названия обменных форматов.

Вопрос выбора базовой системы для интегрирования пространственной информации довольно сложен. Приведение в соответствие содержательных задач, финансовых возможностей и стоимости проведения работ, включая программно-аппаратное обеспечение и трудозатраты - пример сложной оптимизационной задачи. Применение больших систем возможно либо при коммерческом подходе, либо в рамках университетских программ с привлечением внешнего безвозмездного финансирования - средств благотворительных фондов, правительственных субсидий, бесплатных поставок программ и оборудования непосредственно от производителей. Для государственных учреждений возможна кооперация с научными учреждениями на договорной основе и/или использование недорогих настольных (desktop) массовых систем класса Arcview или Atlas.

Другой вариант - проведение работ на базе свободных программ и российских программных продуктов. В области ГИС в качестве примера можно назвать комплекс GeoGraph. В области IP (image processing) - ScanexNeris.

8. Применение ГИС в природоохранной деятельности

Использование ГИС в природоохранной деятельности носит определенную направленность. В ходе экологического наблюдения (мониторинга) осуществляется сбор и совместная обработка данных, относящихся к различным природным средам, моделирование и анализ экологических процессов и тенденций их развития, а также использование данных при принятии решений по управлению качеством окружающей среды. Т.е. в природоохранной деятельности ГИС являются мощным средством поддержки принятия управленческих решений.

Результат экологического исследования, как правило, представляет оперативные данные следующих типов: **констатирующие** (измеренные или смоделированные параметры состояния экологической обстановки в момент обследования), **оценочные** (результаты обработки измерений и получение на этой основе оценок экологической ситуации), **прогнозные** (прогнозирующие развитие обстановки на заданный период времени). Отсюда следует, что в ГИС природоохранной направленности применяют прежде всего динамические модели. В силу этого в них большую роль играют технологии создания электронных карт.

Совокупность всех трех перечисленных видов данных составляет основу экологического мониторинга. Особенностью представления данных в системах экологического мониторинга является то, что на экологических картах в большей степени представлены ареальные геообъекты (например, области с одинаковой концентрацией загрязнителя), чем линейные.

Относительно цифрового моделирования принципиальным следует считать использование цифровых моделей типа цифровая модель явления, поле и т.п.

На уровне сбора данных наряду с топографическими характеристиками дополнительно определяются параметры, характеризующие экологическую обстановку. Это увеличивает объем атрибутивных данных в природоохранных ГИС по сравнению с типовыми. На уровне моделирования используют специальные методы расчета параметров, характеризующих экологическое состояние среды и определяю-

ших форму представления цифровых карт. На уровне представления при экологических исследованиях осуществляют выдачу не одной, а, как правило, серии карт, особенно при прогнозировании явлений и последствий. В некоторых случаях карты выдаются с применением методов динамической визуализации.

Так, на сегодняшний день предлагается целый ряд специализированных программ для профессиональной деятельности в области охраны окружающей среды, реализующих элементы технологии ГИС. Примером может служить программный комплекс Zone (АО Ленэко-софт). Он предназначен для оценки загрязнений и их последствий и привязки результатов на местности. Основой такой программы является математическая модель процесса. Так, в комплексе Zone использован метод расчета загрязнения атмосферы, базирующийся на гидродинамической модели пограничных слоев атмосферы и методе Монте-Карло для оценки турбулентной диффузии примесей. Применение стандартизованного метода расчета (ОНД-86) позволяет применять полученные результаты для принятия управленческих решений. На основе данных об источнике загрязнения (геопространственная привязка, объем, скорость выброса и др.), климатических характеристиках рассчитывается поле загрязнения и результаты визуализируются с учетом пространственных координат (рис. 17, 18). На основе суперпозиции полей загрязнений рассчитывается суммарное загрязнение и риск токсических эффектов.

Другим примером программ экологической направленности может служить серия программных комплексов “Кедр” (НПП “Логус”). Это инструмент для создания единой системы контроля и управления природоохранной деятельностью как для предприятия, так и для территориальных органов Министерства природных ресурсов РФ и др. Взаимодействие с расчетными комплексами, например, “Призма”, позволяет проводить расчет количественных показателей загрязнений. Так, унифицированная программа расчета загрязнений атмосферы реализует “Методику расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий” (ОНД-86). Существенное значение для обеспечения наглядности информации природоохранного характера имеют ГИС, отображающие на карте характер распределения загрязнений. Для реализации таких возможностей в комплексе имеются модули, обеспечивающие передачу информации из программы “Призма” в ArcView, САПР

AutoCAD, а также прием графических файлов топоосновы местности в комплекс “Призма”.

9. Словарь англо- и русскоязычных терминов и сокращений, используемых в ГИС-технологиях

В настоящем разделе приведены основные термины и сокращения, включая англоязычные, встречающиеся в ГИС программных продуктах, инструкциях и литературе.

Автоматизированная картография (automated cartography, computer aided mapping, САМ) - раздел картографии, охватывающий теорию, методологию и практику создания, обновления и использования карт и др. пространственно-временных картографических произведений в графической, цифровой и электронной формах с помощью автоматических картографических систем и др. аппаратно-программных средств.

Автоматизированное дешифрирование (image analysis, image processing, computer interpretation, automated interpretation) - **автоматическое дешифрирование** - один из этапов процесса компьютерной обработки данных дистанционного зондирования, представленных в цифровом виде, включающий ввод изображений в компьютер, тематическое дешифрирование и экспертную оценку.

Автоматизированное картографирование (computer aided mapping, САМ, automated mapping) - применение аппаратно-программных средств для составления, оформления, редактирования, издания и использования карт и др. картографических произведений.

Автоматическая картографическая система, АКС (automatic(al) mapping system, computer-aided mapping system, САМ) - комплекс автоматических картографических приборов, компьютеров, программных и информационных средств, функционирующих как единая система с целью создания и использования карт.

Анаглифическая карта (anaglyphic(al) map, anaglyph) – **анаглиф** - карта, отпечатанная двумя взаимно дополняющими цветами (сине-зеленым и красным) с параллактическим смещением, так что оба изображения образуют стереопару. При бинокулярном рассмотрении А.к. через специальные очки-светофильтры с красным и сине-зеленым стеклами - читатель видит черно-белое стереоскопическое (объемное) изображение местности.

Анализ близости (neighbourhood analysis, proximity analysis)

1. Пространственно-аналитическая операция, основанная на поиске двух ближайших точек среди заданного их множества и используемая в различных алгоритмах пространственного анализа. А.б. включает поиск ближайшего соседа (nearest neighbour analysis) - одной из точек заданного множества или вновь предъявляемой точки (задачи интерполяции и автоматической классификации);

2. В ГИС растрового типа: присвоение элементу растра нового значения как некоторой функции значений окрестных элементов (задачи сглаживания, фильтрации).

Анализ видимости/невидимости (viewshed analysis, visibility/unvisibility analysis) - одна из операций обработки цифровых моделей рельефа, обеспечивающая оценку поверхности с точки зрения видимости или невидимости отдельных ее частей путем выделения зон и построения карт видимости/невидимости (visibility map, viewshed map) с некоторой точки обзора (vista point, viewpoint, point of view) или множества точек, заданных их положением в пространстве (источников или приемников излучений). Пространственный А.в./н. основан и может быть ограничен оценкой взаимной видимости двух точек (point-to-point visibility, intervisibility).

Анализ и оценка карт и атласов (map and atlases analysis and evaluation) - исследование свойств и качества картографических произведений, их пригодности для решения каких-либо задач. Критериями при этом выступают: целесообразность избранного масштаба и картографической проекции, достоверность карты и ее научная обоснованность, полнота содержания, геометрическая точность планового и высотного положения объектов, логичность построения легенды, качество оформления карты, качество печати и т. п.

Анализ сетей (network analysis) - **сетевой анализ** - группа пространственно-аналитических операций, имеющих цель - исследование топологических и геометрических свойств линейных пространственных объектов (линий), образующих древовидные или циклические сети (гидрографическая сеть, сети тальвегов или водоразделов, сети коммуникаций и т.п.), соответствующие графам, как правило, планарным.

Аналитическая карта (analytical map) - карта, показывающая не обобщенные или малообобщенные показатели какого-либо явления (напр., карта температуры воздуха) или только отдельные стороны объекта (напр., карта экспозиции склонов рельефа).

Анаморфированная карта (anamorphic map, anamorphose) – **анаморфоза** - топологически преобразованная непространственно-подобная карта (иногда именуемая картоидом), в уравнение проекции которой кроме географических координат, входит и сам картографируемый показатель (напр., плотность населения на эквидемических А. к. или расстояние от какого-либо центра на эквидистантных А. к. и т.п.).

Аннотация (annotation) - совокупность текстовых, цифровых, символьных, графических и иных элементов, размещаемых внутри или вне поля картографического изображения, то есть вспомогательного и дополнительного оснащения карт или иной графики в ГИС, включая географические названия, название карты (map title), легенду, численный и линейный масштаб, стрелку-указатель "север-юг" (north arrow), рамки карты, картографическую сетку или километровую сетку.

Аппаратное обеспечение (hardware) - **аппаратные средства, аппаратура, технические средства** - техническое оборудование системы обработки информации (в отличие от программного обеспечения, процедур, правил и документации), включающее собственно компьютер и иные механические, магнитные, электрические, электронные и оптические периферийные устройства или аналогичные приборы, работающие под ее управлением или автономно, а также любые устройства, необходимые для функционирования системы (например, GPS-аппаратура, электронные картографические приборы и геодезические приборы).

Аппаратно-программное обеспечение (software/hardware, "hard and soft") - **программно-аппаратное обеспечение** - совокупность аппаратного обеспечения и программного обеспечения системы обработки информации.

Аппроксимация (approximation) – **аппроксимирование** - замена одних математических объектов другими, в том или ином смысле близкими к исходным (отсюда происхождение слова "А.": "приближение"). А. позволяет исследовать числовые характеристики и качественные свойства объекта, сводя задачу к изучению более простых или более удобных объектов, характеристики которых легко вычисляются или свойства которых уже известны.

Архивирование (archiving) – **архивация** - упаковка (packing), компрессия (compression) - сжатие файла(ов) с помощью специальных программ-упаковщиков (архиваторов) с целью экономии памяти

и хранения резервной копии(ий) на носителе. К наиболее распространенным архиваторам принадлежат ARJ, PKZIP, LHA, LHICE, RAR.

Атрибут (attribute) – реквизит - свойство, качественный или количественный признак, характеризующий пространственный объект (но не связанный с его местоуказанием) и ассоциированный с его уникальным номером, или идентификатором; наборы значений А. (attribute value) обычно представляются в форме таблиц средствами реляционных СУБД; классу А. (attribute class) при этом соответствует имя колонки, или столбца (column) или поля таблицы (field). Для упорядочения, хранения и манипулирования атрибутивными данными (attribute data) используются средства систем управления базами данных, как правило, реляционного типа. Процесс присвоения пространственным объектам А. или связывания объектов с А. носит название атрибутирования (attribute tagging, attribute matching).

База данных, БД (data base, database, DB) - совокупность данных, организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными. Хранение данных в БД обеспечивает централизованное управление, соблюдение стандартов, безопасность и целостность данных, сокращает избыточность и устраняет противоречивость данных. БД не зависит от прикладных программ. Создание БД и обращение к ней (по запросам) осуществляются с помощью системы управления базами данных (СУБД). Программное обеспечение локальных вычислительных сетей (ЛВС) первоначально поддерживало режим работы, при котором рабочие станции сети посылали запросы к БД, расположенной на обслуживающем их компьютере - файл-сервере (file server), получали от него необходимые файлы, выполняли совокупность операций поиска, выборки и корректировки - транзакций (transaction) и отсылали файлы обратно. При другом режиме рабочие станции ЛВС выступают в роли клиентов, а сервер БД полностью обслуживает запросы (как правило, записанные на языке SQL) и отправляет клиентам результаты, реализуя технологию клиент-сервер (client/server). БД может быть размещена на нескольких компьютерах сети; в этом случае она называется распределенной БД, РБД (distributed database), как и управляющая ею СУБД - системой управления распределенными базами данных, СУРБД (distributed database management system). БД ГИС содержат наборы данных о пространственных объектах, образуя пространственные БД (spatial database); цифровая картографическая

информация может организовываться в картографические базы данных (map database), картографические банки данных.

Блок-диаграмма (block-diagram) - трехмерный картографический рисунок, совмещающий перспективное изображение поверхности с продольным или поперечным вертикальными разрезами, один из видов трехмерных геоизображений. Б.-д. строят в аффинных или перспективных проекциях с одной или двумя точками перспективы. По тематике различают Б.-д. геологические, атмосферные и т.п., а по способу построения - профильные блок-диаграммы (cross-section block-diagram), т.е. состоящие из серии профилей, и изолинейные блок-диаграммы (isoline block-diagram, isogram block-diagram), на которых поверхность передана изолиниями. Б.-д., вдоль одной из осей которой показано время, называются метакронными блок-диаграммами (time-section block-diagram). См. также **визуализация**.

Буферная зона (buffer zone, buffer, corridor) – **буфер** - полигональный слой, образованный путем расчета и построения эквидистант, или эквидистантных линий (equidistant line), равноудаленных относительно множества точечных, линейных или полигональных пространственных объектов. Операция "буферизации" (buffering) используется, например, для целей выделения 200-мильной экономической зоны побережья, 100-метровой полосы отчуждения транспортной магистрали и т.п. Б.з. полигонального объекта может строиться вовне и внутри полигона; если расстоянию между объектами и эквидистантами ставятся в соответствие значения одного из его атрибутов, говорят о "буферизации" со "взвешиванием" (weighed buffering).

Вектор (vector) - направленный сегмент; термин, служащий для образования производных терминов, связанных с векторными представлениями пространственных данных, векторными форматами пространственных данных, устройствами векторной машинной графики.

Векторизатор (vectorizer) - программное средство для выполнения растрово-векторного преобразования (векторизации) пространственных данных.

Векторизация (vectorization) - см. **растрово-векторное преобразование**.

Векторная модель данных (vector data model), **векторное представление** (vector data structure, vector data model) - цифровое представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар, с описанием только геометрии объектов, что соответствует нетопологическому В.п. линей-

ных и полигональных объектов (см. модель "спагетти") или геометрию и топологические отношения (топологию) в виде векторно-топологического представления; в машинной реализации В.п. соответствует векторный формат пространственных данных (vector data format).

Векторно-растровое преобразование (rasterization, rasterisation, gridding, vector to raster conversion) – **растеризация** - преобразование (конвертирование) векторного представления пространственных объектов в растровое представление путем присваивания элементам раstra значений, соответствующих принадлежности или непринадлежности к ним элементов векторных записей объектов.

Векторно-топологическое представление (arc-node model) - **линейно-узловое представление** - разновидность векторного представления линейных и полигональных пространственных объектов, описывающего не только их геометрию, но и топологические отношения между полигонами, дугами и узлами.

Визуализация (visualization, visualisation, viewing, display, displaying) - **графическое воспроизведение, отображение**

1. В ГИС, компьютерной графике и картографии - проектирование и генерация изображений, в том числе геоизображений, картографических изображений и иной графики на устройствах отображения (преимущественно на экране дисплея) на основе исходных цифровых данных и правил и алгоритмов их преобразования. Возможности проектирования и редактирования изображений включают набор инструментальных средств и визуализационных операций, включая масштабирование изображения (zooming), т.е. его уменьшение (reducing, zoom in) и увеличение (enlarging, zoom out), кратное целому или задаваемое пользователем, или укрупнение деталей избранного фрагмента в пределах прямоугольного окна (windowing), панорамирование, то есть развертывание изображения до размеров рабочей части видеэкрана или его активного окна (pan); прокрутку, или скроллинг (scrolling) изображения, размер которого превышает габариты отображения; пролистывание, или покадровый просмотр, броузинг (browsing) многослойного набора или последовательности изображений; смещение, перемещение, дублирование, отсекание (клиппирование), поворот (ротацию) и иные графические или геометрические преобразования. К средствам оформления изображений относятся операции цветной заливки замкнутых контуров (shading) из палитры допустимых цветов (palette) или их штриховка

(cross-hatching) из набора их текстурных типов (pattern). При визуализации картографических изображений, кроме того, используются различные графические переменные и особые способы картографического изображения. Различают также плоские, или двухмерные, или планиметрические (planimetric images, 2-D view, 2-D images) и трехмерные (volumetric images, 3-D view, 3-dimensional view, perspective view) изображения; последние из них строятся в аксонометрической, ортогональной или перспективной (центральной) или иной проекции из центра (центров) проецирования - точки обзора (vista point, view point, point of view) с определенными характеристиками: высотой над поверхностью, расстоянием до нее и направлением обзора. Построение трехмерных изображений, или рендеринг, "экранизация" (rendering) - одна из функций обработки цифровой модели рельефа, зачастую используемая совместно с другой операцией обработки ЦМР - наложением на трехмерное изображение планиметрического слоя, или "драпировкой" (draping), в том числе цифровых аэро- или космоизображений, что позволяет получать высокореалистичные объемные изображения территории, динамическое манипулирование которыми (в том числе в тренажерных системах) дает эффекты, близкие к виртуальной реальности. Реалистичность В. достигается также текстурированием изображений при использовании моделей трехмерных данных, допускающих связь текстурного элемента, или тексела (texel, от англ. texture element) поверхности тела с атрибутивными данными. Выделяют 2,5-мерные изображения (2.5 view) (жарг.), под которыми понимаются: а) любые плоские изображения рельефа в изолиниях; б) плоские блок-диаграммы, лишенные трехмерного изображения; в) любые трехмерные изображения на плоскости в упомянутом выше смысле.

2. В дистанционном зондировании: воспроизведение цифрового изображения или результатов его обработки на дисплее с помощью специальных структур данных, существенно увеличивающих скорость.

Визуализатор (visualizer, viewer) - **вьювер**, жарг. **вьюер** - программное средство, предназначенное для визуализации данных; в ГИС: один из типов программных средств ГИС с набором функций, ограниченных, как правило, возможностями видеоэкранный визуализации картографических изображений, называемый картографическим В. (map viewer), с функциональными возможностями дополнения и преобразования атрибутивных данных, их экспорта и импорта,

статистической обработки, деловой графики, вывода изображений на иные графические устройства. Простой В. (в том числе графики) носит название браузера, или броузера, "просмотрщика" (browser).

Врезка (inset map) - **карта-врезка** - дополнительная карта, помещаемая в одной рамке с основной картой и содержащая более подробное изображение какого-либо участка, положение территории по отношению к ее окружению, дополнительные данные и др.

Высота (absolute height, altitude absolute, height, elevation, altitude) - **абсолютная высота**, (высотная) **отметка** - одна из координат, отсчитываемая от поверхности, принятой за начало счета. Различают: геодезическую высоту (geodetic height, ellipsoid height); ортометрическую высоту (geoidal height, orthometric height); нормальную высоту (normal height). В. положительны над отсчетной поверхностью и отрицательны под ней. В., отсчитываемые от некоторого произвольного начала, называют относительными высотами (relative height). Разность В. текущей точки относительно В. другой точки называют превышением (height difference).

Генерализация (generalization) - обобщение геоизображений мелких масштабов относительно более крупных, осуществляемая в связи с назначением, тематикой, изученностью объекта или техническими условиями получения самого геоизображения. Картографическая генерализация (cartographic generalization) - отбор, обобщение, выделение главных типических черт объекта, выполняемое в соответствии с цензами и нормами отбора, устанавливаемыми картографом, при котором, кроме того, проводят обобщение качественных и количественных показателей изображаемых объектов, упрощают очертания, объединяют или исключают контуры, иногда важные, но очень мелкие объекты показывают с некоторым преувеличением. Дистанционная генерализация (remote sensing generalization, optical generalization) - геометрическое и спектральное обобщение изображения на снимках, возникающее вследствие комплекса техн. факторов (метод и высота съемки, спектральный диапазон, масштаб, разрешение) и природных особенностей (характер местности, атмосферные условия и др.). Автоматическая, или алгоритмическая генерализация (automated generalization, algorithmic generalization) - формализованный отбор, сглаживание (упрощение) или фильтрация изображения в соответствии с заданными алгоритмами и формальными критериями.

Генерализация пространственных данных (spatial data generalization, spatial data generalisation) - обобщение позиционных и

атрибутивных данных о пространственных объектах в ГИС в автоматическом или интерактивном режимах с использованием операторов Г., или генерализационных операторов (generalization operators), их наборов или последовательностей, часть из которых имеет соответствие в приемах и методах картографической генерализации. Среди основных из них: упрощение (simplification); сглаживание (smoothing); утоньшение линий (line thinning); разрядка, то есть устранение избыточных промежуточных точек в цифровой записи линий (line weeding); отбор (reselection); переклассификация (reclassification); агрегирование (aggregation), в частности, объединение смежных полигонов с уничтожением границ между ними (polygon dissolving/merging); слияние (amalgamation); маскирование (masking); прерывание линий (omissing), утрирование размера или формы (exaggeration); уменьшение мерности объектов, или свертка, коллапс (collapse).

Геодезическая линия (geodesic, geodetic length, geodetic line) - линия кратчайшего расстояния между двумя пунктами на поверхности, в том числе на эллипсоиде; на сфере дуга большого круга, на плоскости - прямая.

Геодезическая сеть (control net, geodetic control, geodetic net, network, frame, framework) - сеть пунктов (geodetic points), закрепленных на земной поверхности, положение которых определено в общей для них системе координат. Г.с. подразделяют на: нивелирные, или высотные геодезические сети (level control, levelling network, elevation control, vertical control, vertical net), каждый нивелирный пункт - репер (benchmark) хранит высоту; плановые, или опорные геодезические сети (plane control, horizontal control, horizontal net), пространственные геодезические сети (spatial control, three dimensional net, 3D network) - т.е., создаваемые методами космической геодезии; каждый пункт хранит три координаты, определяющие его положение в земном пространстве.

Геоизображение (geoimage, georepresentation) - любая пространственно-временная масштабная генерализованная модель земных (планетных) объектов или процессов, представленная в графической образной форме. Различают: двумерные плоские геоизображения (2D geoimages, flat geoimages) напр., карты, планы, электронные карты, космические снимки; трехмерные, или объемные геоизображения (3D geoimages, volumetric geoimages), напр., стереомодели, картографические голограммы; динамические геоизображения (dynamic

geoimages), т.е. анимации, картографические фильмы, мультимедийные карты.

Геоинформатика (GIS technology, geo-informatics) - наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию геоинформационных систем, по разработке геоинформационных технологий, по прикладным аспектам, или приложениям ГИС (GIS application) для практических или научных целей.

Геоинформационное картографирование (geoinformational mapping, geoinformatic mapping) - отрасль картографии, занимающаяся автоматизированным составлением и использованием карт на основе геоинформационных технологий и баз географических знаний.

Геокодирование (geocoding) - метод и процесс позиционирования пространственных объектов относительно некоторой системы координат и их атрибутирования (примером может служить адресная привязка существующих позиционно неопределенных наборов данных (address matching), осуществляемая путем установления связей между непространственными базами данных и позиционной частью БД ГИС).

Граница (border, boundary, edge) - линия, разделяющая разноименные полигоны.

Граф - (graph, linear complex, complex) - конечное множество вершин (vertex), соединенных ребрами (edge). Вершины и ребра - элементы Γ , число вершин называется порядком (order) Γ . Таким образом, вершины Γ - объекты, ребра - связи между объектами. Γ называется пустым (empty), если он не имеет ребер. Две вершины называются смежными (adjacent), если они соединены ребром; два ребра смежны, если они имеют общую вершину. Γ называется ориентированным (oriented), если каждое ребро имеет определенное направление. Ребра такого Γ называются дугами (arc). Γ называется связным (connected), если любые две его вершины соединены маршрутом (route).

Графические переменные (graphic variables, graphic factors, semiological factors) - графические средства, используемые для построения отдельных картографических знаков, знаковых систем, графических образов. К числу Γ .п. относятся форма (form, configuration), размер (dimension), ориентировка (orientation), цвет (color), насыщенность цвета (color value, tone value) и внутренняя структура знаков (inner texture, gain). В анимациях в качестве Γ .п. выступают мигание

знака (blinking of symbol), изменение цвета (color defilation, variations in color), перемещение знака (moving, displacement of symbol) по полю изображения и др.

Графический интерфейс пользователя (graphical user interface, GUI) - **графический пользовательский интерфейс, GUI-интерфейс** - графическая среда организации взаимодействия пользователя с вычислительной системой (см. интерфейс). К основным элементам Г.и.п. относят: окна, меню, линейки инструментов, или инструментальные линейки, планки инструментов (tool bar), линейки прокрутки (scroll bar), и элементы управления (controls): кнопки (buttons), в том числе кнопки команд (command buttons), кнопки настройки (options buttons), переключатели (radio buttons), наборы значений (value sets), выключатели (check box), списки (list box), текстовые зоны (text box), спиннеры (spinners) и др.

Графический образ (pattern, graphic image) - 1. рисунок, конфигурация, структура геоизображения, отображающая реальную или абстрактную геоструктуру, являющуюся ее прообразом. Формирование Г.о. происходит за счет пространственной комбинации, взаиморасположения, наложения графических элементов, характера их организации; - 2. модель, дающая вид, очертание, подобие геосистемы, ее изображение.

Графопостроитель (plotter) - **плоттер, автоматический координатограф** - устройство отображения, предназначенное для вывода данных в графической форме на бумагу, пластик, фоточувствительный материал или иной носитель путем черчения, гравирования, фоторегистрации или иным способом. Различают планшетные (flatbed plotter) с размещением носителя на плоской поверхности, барабанные (drum plotter) с носителем, закрепляемым на вращающемся барабане, рулонные, или роликовые. (roll-feed plotter) с чертежной головкой, перемещающейся в одном направлении при одновременном перемещении носителя в перпендикулярном ему направлении. По принципу построения изображения подразделяются на векторные Г. (vector plotter) и растровые Г. (raster plotter). Векторные Г. создают изображение пером или карандашом. Растровые Г., наследуя конструктивные особенности принтеров, создают изображение путем построочно-го воспроизведения, по способу печати подразделяясь на электростатические (electrostatic plotter, струйные Г. (ink-jet plotter), лазерные Г. (laser plotter), светодиодные Г. (LED-plotter), отличающиеся от лазерных Г. способом перенесения изображения с барабана на бумагу,

термические Г. (thermal plotter), микрофильм-плоттеры, или фото-плоттеры (microfilm-plotter, photographic film recorder, photo plotter) с фиксацией изображения на светочувствительном материале.

Данные дистанционного зондирования, ДДЗ (remote sensing data, remotely sensed data, remote surveying data, aerospace data) - **данные аэрокосмического зондирования** - данные о поверхности Земли, объектах, расположенных на ней или в ее недрах, полученные в процессе съемок любыми неконтактными, т.е. дистанционными методами. По сложившейся традиции, к ДДЗ относят данные, полученные с помощью съемочной аппаратуры наземного, воздушного или космического базирования, позволяющей получать изображения в одном или нескольких участках электромагнитного спектра. Главные характеристики ДДЗ определяются числом и градациями спектральных диапазонов; геометрическими особенностями получаемого изображения (вид проекции, распределение искажений), его разрешением.

Дешифрирование (interpretation, photo interpretation, decoding) – **интерпретация** - процесс изучения по аэро- и космическим изображениям территорий, акваторий и атмосферы, основанный на зависимости между свойствами дешифрируемых объектов и характером их воспроизведения на снимках.

Дигитайзер (digitizer, digitiser, tablet, table digitizer, digitizer tablet, digital tablet, graphic tablet) - **цифрователь, графический планшет, графическое устройство ввода данных, графоповторитель** - в геоинформатике, компьютерной графике и картографии - устройство для ручного цифрования картографической и графической документации в виде множества или последовательности точек, положение которых описывается прямоугольными декартовыми координатами плоскости Д.

Дуга (arc, string, chain, line, edge) – **нить** - 1. последовательность сегментов, имеющая начало и конец в узлах; элемент (примитив) векторно-топологических (линейно-узловых) представлений линейных и полигональных пространственных объектов (см. линия, полигон); 2. кривая, описываемая относительно множества точек некоторыми аналитическими функциями.

Земельная информационная система, ЗИС (land information system) - географическая информационная система земельно-ресурсной и земельно-кадастровой специализации.

Идентификатор (identifier) - уникальный номер, приписываемый пространственному объекту слоя; может присваиваться автоматически или назначаться пользователем; служит для связи позиционной и непозиционной части пространственных данных.

Интерактивная обработка (interactive mode, interactive processing, conversational mode) - **интерактивный, диалоговый режим, диалоговая обработка** - обработка данных в режиме двухстороннего диалогового взаимодействия человека (пользователя) и компьютера, обмена между ними последовательностью запросов (вопросов) и ответов (приглашений) с целью вмешательства и управления вычислительным процессом (в отличие от пакетной обработки).

Интерполяция (interpolation) – **интерполирование** - восстановление функции на заданном интервале по известным ее значениям в конечном множестве точек, принадлежащих этому интервалу. Если допустить, что приращение функции пропорционально приращению аргумента (линейная И.), то функция заменяется ломаной, состоящей из отрезков прямой, соединяющих пары соседних значений. И. не сводится к восполнению значений функции для промежуточных значений аргумента, а заключается в построении по таблице значений функции ее аналитического выражения, чаще всего многочлена (полинома) степени на единицу меньше, чем число заданных значений (параболическая И.).

Интерфейс (interface) - совокупность средств и правил, обеспечивающих взаимодействие вычислительных систем, входящих в их состав устройств, программ, а также пользователя с системой; последний из них носит особое название интерфейса пользователя (user interface), в современных программных средствах оформляемый графически.

Искусственный интеллект, ИИ (artificial intelligence, AI) - общее понятие, описывающее способность вычислительной машины моделировать процесс мышления за счет выполнения функций, которые обычно связывают с человеческим интеллектом. Сюда не входят задачи, для которых известна процедура решения (интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений, решение системы линейных уравнений и т.д.). Обычно к сфере ИИ относят построение и использование экспертных систем, логический вывод (доказательство теорем и правильности программ), понимание естественных языков, зрительное и слуховое восприятие.

Источники пространственных данных (spatial data sources) - аналоговые или цифровые данные, которые могут служить основой информационного обеспечения ГИС. Различают исходные, необработанные данные (raw data, primary data), обычно получаемые непосредственно от приемников, или сенсоров (sensor) данных в процессе сбора данных (data capture), и вторичные обработанные, производные данные (secondary data). К четырем основным типам И.п.д. принадлежат: картографические источники (map data source), то есть карты, планы, атласы и иные картографические изображения; данные дистанционного зондирования; данные режимных наблюдений на гидрометеопостах, океанографических станциях и т.п.; статистические данные ведомственной и государственной статистики и данные переписей (census data).

Картографическая база данных (cartographic data base, cartographic database, CDB) - база картографических данных - совокупность взаимосвязанных картографических данных по какой-либо предметной (тематической) области, представленная в цифровой форме (в том числе в форме картографических баз данных) при соблюдении общих правил описания, хранения и манипулирования данными.

Картографическая сетка (graticule, map graticule, cartographical grid) - одна из координатных сетей на карте, образованная линиями меридианов и параллелей.

Картографические проекции (map projection, projection) - математически определенный способ изображения поверхности Земного шара или эллипсоида (или др. планеты) на плоскости.

Картографический образ (cartographic pattern, cartographic image) - пространственная комбинация (композиция) картографических знаков, воспринимаемая читателем карты или распознающим устройством. В создании К.о. участвуют все графические переменные, а также взаимное расположение знаков, их пересечение, упорядоченность, положение в пространстве и др. особенности, формирующие рисунок объектов на карте.

Картодиаграмма (diagram map, diagrammatic map) - 1. карта, отражающая распределение какого-либо явления посредством диаграмм: линейных, или столбчатых картограмм (bar chart), площадных картограмм (area chart) или объемных картограмм (3D bar chart), локализованных по единицам территориального деления, обычно - по административным; - 2. один из способов картографического изобра-

жения, используемый для показа абсолютных статистических данных.

Картометрия (cartometry) - измерения по картам. Различают измерения следующих картометрических показателей (cartometric indices, cartometric parametr): длин и расстояний, площадей, объемов, углов и угловых величин. К. тесно связана с морфометрией (morphometry), суть которой составляет вычисление морфометрических показателей (morphometric indices, morphometric parametr), т.е. показателей формы и структуры явлений (напр., извилистости, расчленения, плотности и мн. др.) на основе картометрических определений.

Качество карт (map quality) - совокупность свойств, обеспечивающих способность карты удовлетворять определенным потребностям пользователей. Оценивается набором (комплексом) показателей, характеризующих отдельные свойства карты, напр., ее геометрическую точность, полноту и т.п.

Комплексная карта (complex map, aggregate map) - карта, показывающая совместно несколько разных взаимосвязанных явлений (или несколько свойств одного явления), но каждое в своей системе показателей.

Компоновка карты (map montage, map assembly) - размещение картографического изображения, названия карты, легенды, врезок и др. данных внутри рамок карты, на ее полях или в пределах листа.

Компьютерная карта (computer map) - карта, полученная с помощью средств автоматизированного картографирования или средств ГИС с помощью устройств графического вывода: графопостроителей, принтеров и др., на бумаге, пластике, фотопленке и иных материалах.

Конвертирование форматов (format conversion) - преобразование данных из одного формата в другой, воспринимаемый иной системой (как правило, при экспорте или импорте данных).

Координаты (coordinates) - числа, заданием которых определяется положение точки на плоскости, поверхности или в пространстве. Прямоугольные, или декартовы координаты (grid coordinates, rectangular coordinates, right-angled coordinates, Cartesian coordinates) - прямоугольные координаты на плоскости (planimetric rectangular coordinates, 2D coordinates, two dimensional coordinates) - снабженные знаками + или - расстояния x (абсцисса) и y (ордината) этой точки от двух взаимно перпендикулярных прямых X и Y , являющихся координатными осями (X -axis, Y -axis) и пересекающихся в некоторой точке

- в начале К. (coordinates origin) и прямоугольные координаты в пространстве (rectangular space coordinates, spatial coordinates, 3D coordinates, three dimensional coordinates) - три числа x , y и z (аппликата), определяющие положение точки относительно трех взаимно перпендикулярных плоскостей. Плоскости пересекаются в начале К. и по координатным осям X , Y и Z (Z -axis). Полярные координаты (polar coordinates) - полярные координаты на плоскости (на поверхности) - два числа: полярное расстояние точки от фиксированного начала (polar distance) и полярный угол между выбранной полярной осью и направлением на точку (polar angle, polar bearing, position angle). В качестве полярной оси на плоскости часто принимают направление, параллельное оси абсцисс, а на эллипсоиде - северное направление меридиана. В первом случае полярным углом будет дирекционный угол, во втором - азимут. В пространстве в качестве полярных К. используют радиус-вектор (расстояние от начала координат до заданной точки), вертикальный угол и азимут. Сферические координаты (spherical coordinates) - три числа: радиус-вектор, геоцентрические широта и долгота. Эллипсоидальные координаты (ellipsoidal coordinates) - три числа: геодезические широта, долгота и высота; определяют положение точки земной поверхности относительно земного эллипсоида. Измерениями на физической поверхности определяют астрономические широты и долготы. Различия геодезических и астрономических координат обусловлены отклонениями отвесных линий, зависят от фигуры Земли, земного эллипсоида, от его расположения в теле Земли и являются особым предметом изучения геодезии. В мелкомасштабном картографировании различием геодезических и астрономических широт и долгот пренебрегают и их именуют географическими координатами (geographic(al) coordinates) - названием, исторически сложившимся по отношению к шарообразной и однородной по строению Земле. Часто ошибочно геодезические К. называют географическими. К. с началом на земной поверхности или в околоземном пространстве называют топоцентрическими координатами (topocentric coordinates), с началом в центре масс - геоцентрическими координатами (geocentric coordinates), около центра масс Земли - квазигеоцентрическими координатами (quasi-geocentric coordinates). Различают: координаты экваториальные (equatorial coordinates) - одной из координатных плоскостей является плоскость экватора, координаты горизонтные (horizontal coordinates) - координатной плоскостью служит плоскость горизонта. На эллипсоиде, ша-

ре и на картах применяют криволинейные координаты (curvilinear coordinates) - сетку меридианов и параллелей. Трансформирование координат (transformation coordinates) - преобразования, осуществляющие сдвиг, вращение и масштабирование К. при пересчете из одной системы в другую.

Курсор - 1. (cursor, puck) - конструктивная часть цифрователя, служащая для съема координатных данных; имеет управляющие кнопки (button) и приспособление для точного позиционирования - визирное устройство (визир); 2. (cursor, mouse pointer) - метка на видеоэкране (стрелка, пиктограмма), элемент графического интерфейса пользователя, служащий для указания активной позиции видеоэкрана или отображаемого на нем графического объекта, элемента текста, меню и т.п..

Легенда карты (legend, map legend, sheet memoir) - свод условных обозначений, использованных на карте, с текстовыми пояснениями к ним. Обычно, Л.к. создаются на основе классификаций изображаемых объектов и явлений, они становятся их графической моделью и часто служат для построения классификаторов.

Линия (line, line feature, linear feature) - 1. **линейный объект** - одномерный объект, один из четырех основных типов пространственных объектов (наряду с точками, полигонами и поверхностями), образованный последовательностью не менее 2-х точек с известными плановыми координатами (линейных сегментов или дуг); совокупность Л. образует линейный слой; 2. обобщенное наименование линейных графических и пространственных объектов и примитивов: линии в указанном выше смысле, сегментов и дуг, границ полигона.

Макрос - (macro, macro instruction, macrocommand, macrocode) - **макро, макрокоманда** - 1. в интерактивных системах - команда, вызывающая выполнение последовательности других команд; - 2. выражение программы, вместо которого подставляется текст, заданный макроопределением (например, команда языка ассемблера, транслируемая в несколько машинных команд).

Масштаб (scale, horizontal scale) - отношение длины бесконечно малого отрезка на геоизображении к длине соответствующего бесконечно малого отрезка на поверхности эллипсоида или шара. Масштаб карты (map scale) может указываться в 3 формах: численный масштаб (representative fraction, natural scale); именованный масштаб (explanatory scale); графический, или линейный масштаб (graphic scale, linear scale, bar scale, scale bar).

Математико-картографическое моделирование (mathematical and cartographical modelling) - построение и анализ математических моделей по данным, снятым с карты (карт), создание новых производных карт на основе математических моделей.

Метка (label) - 1. дескриптивная информация, присвоенная пространственному объекту слоя и хранящаяся в базе данных в качестве его атрибута (в отличие от аннотации, относящейся к графическому объекту и не связанной с атрибутивной базой данных); - 2. внутренняя точка полигона (label point), служащая для его связи с атрибутами базы данных через идентификатор; - 3. в языках программирования: языковая конструкция, устанавливающая имя оператору и включающая идентификатор.

Модели аналоговые - модели, создаваемые на основе физического или математического моделирования (аналитического описания), например цифровая модель рельефа, построенная на основе аналитического описания поверхности.

Модели динамические - модели, служащие для описания изменения процессов и моделей. Допускают изменение параметров и структур во времени.

Обновление (updating, update) – **актуализация** - процесс изменения содержания (коррекции, модификации, исправления) данных (файла данных) для их приведения к текущему (актуальному) состоянию; аналогичен обновлению карт в картографии.

Обновление карты (map revision) - приведение карты в соответствие с современным состоянием картографируемого объекта, посредством исправления, дополнения новыми данными, коррекции и т.п. Для государственных топографических карт выполняется периодическое обновление (cyclic revision) через установленные промежутки времени. Непрерывный процесс обновления морских навигационных карт носит название корректуры карты (chart correction).

Обработка снимков (image processing) - процесс выполнения операций над снимками, включающий их коррекцию, преобразование и улучшение, дешифрирование, визуализацию. Различают ручную, инструментальную и автоматизированную О.с. (automated image processing, digital image processing), выполняемую с помощью компьютерных технологий. Геометрическая коррекция (geometric correction, geometric rectification, image registration) - геометрическое трансформирование, проективное преобразование снимков, перевод их в заданную картографическую проекцию и географическая привязка к

системам координат. Орторектификация, или ортотрансформирование (orthorectification, orthotransformation, orthofototransformation) - устранение на изображении геометрических искажений, вызванных рельефом. Улучшение изображения, или улучшение качества изображения (image enhancements) - процедура, имеющая целью повысить дешифрируемость снимка (например, усиление контрастов), подготовить его к использованию в качестве растровой подложки в ГИС. Синтезирование изображения (image composition) - совмещение, комбинирование изображений, полученных в нескольких каналах многозональной съемки, включая создание ложноцветных снимков (false colour composites). Фильтрация (filtering) - операция, которая приводит к изменению каждого пиксела изображения в зависимости от значений соседних пикселов в "скользящем окне" (kernel) заданного размера (часто, 3 на 3 пиксела), что позволяет усилить воспроизведение тех или иных объектов, подавить нежелательное вуалирование, устранить другие случайные помехи (шум). Выявление изменений (change detection) - выявление по разновременным снимкам изменений яркости и месторасположения объектов дешифрирования, например, при мониторинге загрязнений окружающей среды.

Оверлей (overlay) - 1. операция наложения друг на друга двух или более слоев, в результате которой образуется графическая композиция, или графический оверлей исходных слоев (graphic overlay) или один производный слой, содержащий композицию пространственных объектов исходных слоев, топологию этой композиции и атрибуты, арифметически или логически производные от значений атрибутов исходных объектов в топологическом O. (topological overlay) векторных представлений пространственных объектов. 2. группа аналитических операций, связанная или обслуживающая операцию O. в предыдущем смысле; к ним относятся операции O. одно- и разнотипных слоев и решение связанных с ним задач определения принадлежности точки полигону (point-in-polygon), принадлежности линии полигону (line-in-polygon), наложения двух полигональных слоев (polygon-on-polygon) и т.д., уничтожение границ одноименных классов полигонального слоя с порождением нового слоя (dissolving); - 3. синоним слоя (в англоязычной терминологии).

Оснащение карты (equipment of map) - графические элементы и пояснения, помещаемые на карте для облегчения пользования ею. К O. к. относятся: координатные сетки; легенда карты; численный, графический и именованный масштабы карты; а также шкала заложений

(slope diagram) - график, используемый для определения углов наклона склонов по горизонталям на топографических картах; схема магнитного склонения (magnetic declination diagram) и схема сближения меридианов (declination diagram); схемы расположения соседних листов карты (index adjoining sheets); различные шкалы и т.п. элементы. Иногда все элементы О. к., находящиеся на полях карты, рассматривают как зарамочное оформление карты (marginal information, marginal representation).

Отмывка (shading, hill shading) - пластическое полутоновое изображение рельефа путем наложения теней, обычно, темно-серого, серо-синего, коричневого тонов. Чаще всего применяют отмывку при боковом освещении (oblique shading), полагая, что источник света находится в левом верхнем углу карты (северо-западное освещение), либо при отвесном освещении (vertical shading), когда свет падает сверху, либо отмывку при комбинированном освещении (combined shading), когда местность как бы освещена с разных сторон. Автоматическая отмывка (analytical shading, digital shading) выполняется на основе цифровых моделей рельефа в виде растрового полутонового изображения.

Оформление карт - 1. (map design, overall design of map) - раздел картографии, предмет которого составляют способы графического представления карт, включая разработку условных обозначений и общее цветовое, штриховое, полутоновое и шрифтовое оформление. - 2. (map design, map appearance, map delineation) - совокупность примененных на карте изобразительных средств, определяющих ее информационные, художественные, эстетические качества.

Палетка (measuring grid) - сетка параллельных или радиальных линий, квадратов, шестиугольников и др. геометрических ячеек, нанесенная на прозрачный материал и используемая для картометрических измерений по картам и планам. Существуют различные П. для определения длин прямых и извилистых линий, площадей, объемов, азимутов, уклонов и т.п.

Перекрытие (overlap, lap) - доля площади снимка, перекрываемая смежным снимком. Различают продольное П. (forward lap, end lap) - для снимков одного маршрута или витка, и поперечное П. (lateral lap, side lap) - для снимков соседних маршрутов или витков. Для обеспечения стереоэффекта и стереообработки пары снимков - стереопары (stereopair) в одном маршруте продольное п. обычно задается равным 60%.

Периферийные устройства (peripherals, peripheral, peripheral devices, peripheral equipment, peripheral unit) - **внешнее устройство, периферийное оборудование**, жарг. **периферия** - часть аппаратного обеспечения, конструктивно отделенная от основного блока компьютера; комплекс устройств для внешней обработки данных, обеспечивающий их подготовку, ввод, хранение, управление, защиту, вывод и передачу на расстояние по каналам связи.

Пиксел (pixel, pel) - **пэл, пиксель** - сокращение от англ. "picture element" ("элемент изображения") - элемент изображения, наименьшая из его составляющих, получаемая в результате дискретизации изображения (разбиения на далее неделимые элементы - дискреты, ячейки или точки растра); характеризуется прямоугольной формой и размерами, определяющими пространственное разрешение изображения. Для представления тел или многослойных комбинаций изображений (цифровых трехмерных изображений) используется его трехмерный аналог - "кубическая" ячейка **воксел** (voxel, от англ. "volume element" или "volume pixel", OBEL).

Пиктограмма (icon) - значок, "иконка", "икона", маркер - небольшое растровое изображение на видеоэкране для идентификации некоторого объекта (файла, программы и т.п.), выбор и активизация которого вызывает некоторое действие; один из элементов графического интерфейса пользователя. Может использоваться как условный знак и элемент картографического изображения и легенды карты при реализации способа значков.

Поверхность (surface, relief) - рельеф - 3-мерный объект (three-dimensional feature, 3-dimensional feature, 3-D, feature, volumetric feature), один из четырех основных типов пространственных объектов (наряду с точками, линиями и полигонами как плоскими, или планиметрическими объектами (planimetric feature)), определяемый не только плановыми координатами, но и аппликатой Z (Z -value), т.е. тройкой, триплетом (triplet) координат; оболочка тела.

Позиционирование (positioning, GPS measurement, GPS surveying) - измерения с помощью систем спутникового позиционирования с целью определения координат местонахождения объекта в трехмерном земном пространстве. В GPS и ГЛОНАСС (GLONASS) измеряют кодовым или фазовым методами псевдодальности от приемника позиционирования до 4 или большего числа спутников.

Полигон (polygon, area, area feature, region, face) - **многоугольник** (в вычислительной геометрии и компьютерной графике), **поли-**

гональный объект, контур, контурный объект, область - 2-мерный (площадной) объект, один из четырех основных типов пространственных объектов (наряду с точками, линиями и поверхностями), внутренняя область, образованная замкнутой последовательностью дуг в векторно-топологических представлениях или сегментов в модели "спагетти" и идентифицируемая внутренней точкой (меткой) и ассоциированными с нею значениями атрибутов; различают простой П. (simple polygon), не содержащий внутренних П. (inner polygon), и составной П. (complex polygon), содержащий внутренние П., называемые также "островами" (island) и анклавами (hole). Совокупность П. образует полигональный слой, который обязательно включает особо идентифицируемый П., внешний по отношению ко всем другим П. слоя, называемый, к примеру универсальным П. (universe face) в стандарте VPF, или внешней областью (outside) за границей представляемой территории.

Представление пространственных данных (spatial data representation, (geo)spatial data model) - **модель пространственных данных** - способ цифрового описания пространственных объектов, тип структуры пространственных данных; наиболее универсальные и употребительные из них: векторное представление (векторно-топологическое представление и векторно-нетопологическое или модель "спагетти"), растровое представление, регулярно-ячеистое представление и квадродерево (квадратомическое представление). К менее распространенным или применяемым для представления пространственных объектов определенного типа относятся также гиперграфовая модель, модель типа TIN и ее многомерные расширения. Машинные реализации П.п.д называют форматами пространственных данных.

Преобразование карт (map transformation) - операция, в результате которой одно изображение или исходная карта (primary map) превращается в другое, в производную карту (derivative map). Цель П. к. - приведение картографического изображения в вид, более пригодный для изучения какого-либо конкретного объекта или явления с применением картографического метода исследования, математико-картографического моделирования, геоинформационных технологий. П. к. выполняется с помощью операторов преобразования (transformation operator, transformation statement) - специальных логических, графических, графоаналитических или математических процедур.

Приемы анализа карт (map techniques) - совокупность научно-технических средств, методов и методик получения по картам количественных и качественных характеристик, выявления зависимостей, тенденций развития изображенных на них объектов. Существует несколько групп П. а. к.: описания (descriptions, declarations) - способ качественной характеристики явлений, изображенных на карте; графические приемы (graphic(al) techniques) - построение по картам разного рода профилей, разрезов, графиков, диаграмм, блок-диаграмм, др. 2- и 3-мерных графических моделей; графонаналитические приемы (graphical and analytical techniques, graphical and analytical techniques methods), включающие картометрию и морфометрию, которые предназначены для измерения по картам координат, длин, углов, площадей, объемов, форм объектов и вычисления различных относительных показателей и коэффициентов, характеризующих пространственные свойства и особенности размещения объектов; приемы математико-картографического моделирования, включая приемы математической статистики, математического анализа, теории информации, теории графов и др.

Пространственные данные (spatial data, geographic(al) data, geospatial data, georeferenced data) - **географические данные** - цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах, пространственных и непространственных атрибутах. Обычно состоят из двух взаимосвязанных частей: позиционной (spatial, locational) и непозиционной (aspatial) составляющей данных, иначе описания пространственного положения (spatial location) и тематического содержания (thematic content) данных, тополого-геометрических и атрибутивных данных. П.д. вместе с их семантическим окружением составляют основу информационного обеспечения ГИС. Необходимость учета динамичности, изменчивости данных, их обновления требует, наряду с "пространственностью", учета временных аспектов данных (data temporality), расширяя понятие П.д. до пространственно-временных данных (spatio-temporal data, spatiotemporal data). Введение временной размерности данных (temporal dimension of data) - одно из проявлений многомерности П.д. и "многомерных", в частности, четырехмерных ГИС (4D GIS). Качество П.д. (spatial data quality) определяется их точностью (безошибочностью), надежностью, достоверностью, полнотой, непротиворечивостью. На множестве П.д. определены различные операции ввода, экспорта, импорта, обмена, предобработки, обработки, анализа, вывода,

визуализации и т.п., включаемых в состав функциональных возможностей ГИС.

Пространственный анализ (spatial analysis) - группа функций, обеспечивающих анализ размещения, связей и иных пространственных отношений пространственных объектов, включая анализ зон видимости/невидимости, анализ соседства, анализ сетей, создание и обработку цифровых моделей рельефа, П.а. объектов в пределах буферных зон и др.

Пространственный объект (feature, spatial feature, geographic(al) feature, object) - цифровое представление объекта реальности (entity), иначе цифровая модель объекта местности, содержащая его местоположение и набор свойств, характеристик, атрибутов (позиционных и непозиционных пространственных данных соответственно) или сам этот объект. Выделяют четыре основных типа П.о.: точечные (точки), линейные (линии), площадные или полигональные, контурные (полигоны) и поверхности (рельефы), 0-, 1-, 2- и трехмерные соответственно, а также тела. Точки, линии и полигоны объединяет понятие плоских, или планиметрических объектов (planimetric feature), поверхности (а также тела) относят к типу трехмерных объектов, или объемных объектов (volumetric feature). Совокупности простых П.о. (simple feature) могут объединяться в составной П.о. (complex feature). Полный набор однотипных объектов одного класса в пределах данной территории образует слой.

Разграфка карты (sheet line system) - **нарезка карты** - система деления многолистной карты на листы. Чаще всего применяются два вида Р. к.: прямоугольная Р. к., когда карта делится на прямоугольные или квадратные листы одинакового размера и трапецевидная Р. к., при которой границами листов служат меридианы и параллели. В некоторых случаях, для удобства пользования Р. к. может даваться с более или менее значительными перекрытиями листов, напр., для морских навигационных карт. Государственные топографические и тематические карты обычно имеют стандартную Р. к., которая кладется в основу системы номенклатуры карт.

Разрешение (resolution) - **разрешающая способность** - 1. способность измерительной системы (устройства съема данных - сенсора, съемника, приемника) или устройства отображения обеспечивать различение деталей объекта или его изображения и мера, используемая для оценки Р. как размера наименьшего из различаемых объектов и выражающаяся в числе точек на дюйм (например, для матричных

или лазерных принтеров), в числе линий на см, мм или дюйм, LPI (для систем дистанционного зондирования), устройств построчного сканирования изображений), в числе строк и столбцов растра видеоэкрана, в угловом или линейном размере пиксела, в размере наименьшего из различаемых объектов на местности (в м, км); - 2. в дистанционном зондировании - кроме Р. (1), называемого пространственным разрешением (spatial resolution) съемки (снимков), которое зависит от освещенности снимаемых объектов, их яркости, спектральных характеристик и технических параметров съемки, различают температурное, угловое, спектральное, радиометрическое, временное Р.

Распознавание образов (pattern recognition, icon identification) - процесс анализа графических изображений и отнесения их к определенному классу по отдельному отличительному признаку или совокупности признаков; один из разделов теории искусственного интеллекта.

Растр (raster) - 1. оптическая решетка с прозрачными и непрозрачными элементами (линиями с определенной частотой, называемой линейатурой Р.), используемая при полиграфическом воспроизведении полутоновых изображений; - 2. семейство горизонтальных параллельных линий, образующих изображение на электронно-лучевой трубке монитора или кинескопа телевизионного устройства; - 3. средство цифрового представления изображений в виде прямоугольной матрицы элементов изображения - пикселов, образующих основу растрового представления изображений или пространственных объектов; термин, служащий для образования производных терминов, связанных с растровыми представлениями пространственных объектов, растровыми форматами (пространственных) данных.

Растровое представление (raster data structure, tessellation data structure, grid data structure) - **растровая модель данных** (raster data model) - цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности ячеек раstra (пикселов) с присвоенными им значениями класса объекта в отличие от формально идентичного регулярно-ячейного представления как совокупности ячеек регулярной сети (элементов разбиения земной поверхности). Р.п. предполагает позиционирование объектов указанием их положения в соответствующей раstrу прямоугольной матрице единообразно для всех типов пространственных объектов (точек, линий, полигонов и поверхностей); в машинной реализации Р.п. соответствует растровый формат про-

странственных данных (raster data format). В цифровой картографии Р.п. соответствует матричная форма представления цифровой картографической информации.

Растрово-векторное преобразование (vectorization, raster to vector conversion) – **векторизация** - автоматическое или полуавтоматическое преобразование растрового представления пространственных объектов в векторное представление с помощью набора операций, включая, как правило, "скелетизацию" (skeletonization) растровой записи линии; ее "утонышение" (thinning); генерализацию с применением операторов разрядки, то есть устранения избыточных промежуточных точек в цифровой записи линий (weeding), их сглаживания, упрощения рисунка (smoothing); устранение разрывов (snapping); удаление "висячих" линий (dangle line). Р.в.п. поддерживается специализированными программными средствами - векторизаторами.

Регулярно-ячейчатое представление (cellular data model, tessellation) - цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности ячеек регулярной сети с присвоенными им значениями класса объекта в отличие от растрового представления как совокупности элементов растра (пикселей).

Сегмент (line segment, segment, chord) - 1. отрезок прямой линии, соединяющий две точки с известными координатами: промежуточные точки (vertex, pl. vertices) или узлы; - 2. элемент дуги в векторных представлениях пространственных объектов.

Синтетическая карта (synthetic map) - карта, дающая интегральное изображение объекта или явления в единых синтетических показателях. Чаще всего, С. к. отражают типологическое районирование территории по комплексу показателей.

Система управления базами данных, СУБД (data base management system, DBMS) - комплекс программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования баз данных. СУБД поддерживают, как правило, одну из трех наиболее распространенных моделей (схем) данных: реляционную (relational data model), иерархическую (hierarchical data model) или сетевую (network data model). Большинство современных коммерческих СУБД относится к реляционному типу. Необходимость хранения сложных данных, включающих видео, звук, привела к появлению объектно-реляционных СУБД. В многопользовательских, многозадачных операционных системах СУБД обеспечивают совместное использование

данных. Языковые или иные средства СУБД поддерживают различные операции с данными, включая ввод, хранение, манипулирование, обработку запросов, поиск, выборку, сортировку, обновление, сохранение целостности и защиту данных от несанкционированного доступа или потери. Используется как средство управления атрибутивной частью пространственных данных ГИС; как правило, это коммерческие реляционные СУБД (relational DBMS, RDBMS), в которых пользователь воспринимает данные как таблицы (называемые поэтому таблицами реляционных баз данных, или, не вполне правильно, - "реляционными таблицами", таблицами атрибутивных данных). Большинство программных средств ГИС имеет механизмы импорта данных из наиболее распространенных СУБД, включая dBASE, Foxbase, Informix, Ingres, Oracle, Sybase и др.

Сканер (scanner) - сканирующее устройство - 1. устройство аналого-цифрового преобразования изображения для его автоматизированного ввода в ЭВМ в растровом формате с высоким разрешением путем сканирования в отраженном или проходящем свете с непрозрачного и прозрачного оригинала соответственно (цветного и/или монохромного полутонового и штрихового). - 2. устройство, размещаемое на аэро- или космических (летательных) аппаратах для дистанционных съемок, выполняющее ее путем построочного сканирования объекта съемки с регистрацией собственного или отраженного излучения.

Сканирование (scanning) - аналого-цифровое преобразование изображения в цифровую растровую форму с помощью сканера; один из способов или этапов цифрования графических и картографических источников для их векторного представления, предваряющий процесс растрово-векторного преобразования (векторизации). Кроме сканера, при С. могут использоваться сканирующие головки графопостроителей, цифровые видеокамеры или фотоаппаратура.

Слой (layer, theme, coverage, overlay) - жарг. **Покрытие** - совокупность однотипных (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к одной теме (классу объектов) в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. По типу объектов различают точечные, линейные и полигональные С., а также С. с трехмерными объектами (поверхностями). Послойное, или "слоистое" (layered), или многослойное (multi-layered) представление является наиболее распространенным способом организации пространственных данных в послойно-организованных ГИС (layer-based

GIS). Для удобства хранения и обработки крупных наборов данных каждый из С. может быть разбит на фрагменты (tile) в результате операции фрагментирования (tiling), обратной сшивке. Логическая неразрывность полученного фрагментированного слоя обеспечивается средствами, поддерживающими бесшовные базы данных (logically continuous database, seamless database).

Совместимость геоизображений (compatibility of geoimages) - взаимная непротиворечивость графических образов на разных геоизображениях, проявляющаяся в единстве изображаемого объекта, информационной взаимодополняемости, возможности совместного анализа, обработки и получения синтетических графических образов.

Согласование карт (map adjustment, map reconciliation) - увязка пространственно взаимосвязанных и генетически взаимно обусловленных элементов содержания в процессе составления и редактирования карт и атласов. Согласованию подлежат взаимосвязанные элементы географической основы, географическая основа и тематическое содержание, разные тематические карты между собой. Взаимная согласованность - важнейшее условие получения надежных результатов при совместном анализе карт с применением ГИС.

Сшивка (mapjoin, mosaicking) - автоматическое объединение векторных цифровых записей двух отдельных смежных (листов) цифровых карт или слоев ГИС (mapjoin), а также монтаж отдельных цифровых снимков или иных цифровых изображений в растровом формате (mosaicking) в единую карту, изображение, слой; в этот процесс входит (или предшествует ему) операция сводки. Операция, обратная С., носит название фрагментирования (tiling).

Тело (body, solid object, solid body) - объемный пространственный объект (volumetric feature). Растровые трехмерные представления Т. основаны на конструкциях, известных под наименованием "вокселов" (см. пиксел), векторные - на трехмерных расширениях модели TIN.

Тематическая карта (thematic map) - отраслевая карта - карта, отражающая какой-нибудь один сюжет (тему, объект, явление, отрасль) или сочетание сюжетов. Различают Т.к. природных, общественных явлений и их взаимодействия (напр., карты геологические, этнографические, социально-экономические, экологические и т.п.). По степени обобщения изображаемых явлений выделяют аналитические, комплексные и синтетические карты.

Топологизация (topologization) - автоматическая или интерактивная процедура построения топологии (2) при преобразовании век-

торных нетопологических представлений (моделей) в векторные топологические; может входить в состав операций векторизации.

Точка (point, point feature) - **точечный объект** - 0-мерный объект, один из четырех основных типов пространственных объектов (наряду с линиями, полигонами и поверхностями), характеризуемый координатами и ассоциированными с ними атрибутами; совокупность точечных объектов образует точечный слой.

Трансформация проекций (projection change, projection transformation, projection conversion) - операция преобразования условных плановых прямоугольных координат пространственных объектов при переходе от одной картографической проекции к другой.

Узел (node, junction) - начальная точка (beginning point, start node) или конечная точка (ending point, end node) дуги в векторно-топологическом представлении (линейно-узловой модели) пространственных объектов типа линии или полигона; списки или таблицы У. содержат атрибуты, устанавливающие топологическую связь со всеми замыкающимися в нем дугами; узлы, образованные пересечением двух и только двух дуг или замыканием на себя одной дуги, носят название псевдоузлов (pseudo node).

Узел висячий - узел, принадлежащий только одной дуге, у которой начальная и конечная вершины не совпадают.

Узел нормальный - узел, принадлежащий трем и более дугам. Нормальным также является узел, принадлежащий двум дугам, одна из которых самозамкнута в этом узле, а другая примыкает к ней.

Условные обозначения (conventional sign, (cartographic) symbols, map symbols) - син. картографические условные знаки - графические символы, применяемые на картах для показа (обозначения) различных объектов и явлений.

Формат (format) - 1. способ расположения или представления данных в памяти, базе данных, документе или на внешнем носителе; 2. в ГИС, машинной графике и обработке изображений: общее наименование способа машинной реализации представления (модели) пространственных данных (векторный Ф., растровый Ф. и т.п.) или Ф. данных конкретной системы, программного средства, средства стандартизации, обмена данными. Выделяется несколько групп Ф. и стандартов обмена данными, или стандартов передачи данных (data transfer standard, data exchange standard, data interchange standard): Ф. и стандарты представления и обработки цифровых изображений, в том числе для векторной графики: IGES, DXB, DXF, CGM; растровой

графики: PCX, GIF, JPEG, TIFF; записи, обмена и передачи данных дистанционного зондирования: BIL, BIB, BIP, BSQ. Для передачи научных данных используется Ф. VICAR; передачи видеоизображения в рамках мультимедийного обмена - Ф. SIF. Ф. ГИС для представления и передачи пространственных данных (векторные, растровые и универсальные) образуют несколько групп: Ф. распространенных цифровых продуктов: NOTIGEO, SXF, AS/NZS 4270, CCOGIF VPF, DLG, GBF/DIME, TIGER - векторные, CFF, DFAD, DEM, CTG, LULC, LMIC, DOQ, - растровые, обменные Ф. отдельных программных продуктов - DXF, Generate/Ungenerate ArcInfo (ARCG), ARCE, ERDAS, HFA, MIF, MIF/MID (MapInfo), ADRG, ADRI, универсальные Ф., не ориентированные на какой-либо продукт, программную систему или область применений - американский стандарт SDTS, английский NTF, канадский SAIF и стандарт НАТО DIGEST, американский военный стандарт VPF. Стандарты обмена пространственными данными (вне зависимости от юридического статуса, страны разработки, распространенности, используемого физического способа обмена - DFT, DEM, DEMTS, DIGEST, SDTS, отраслевые стандарты ASDTS, SQL/MM, ATKIS, S57, INTERLIS, EDIFACT, GDF, SOSI, TSSDS. Отдельно выделяется группа Ф. и стандартов метаданных - ANZLIC, ASTM, FGDC, CSSM, DGM. Преобразование данных из одно Ф. в другой носит название конвертирования форматов.

Функциональные возможности ГИС (GIS functionality, GIS functions) - набор функций геоинформационных систем и соответствующих им программных средств ГИС. Ф.в. ГИС включают операции геоинформационных технологий и группы операций, отдельные функции и функциональные группы; в их числе: ввод данных в машинную среду (data input) путем их импорта из существующих наборов цифровых данных или с помощью цифрования источников; преобразование, или трансформация данных (data transformation), включая конвертирование данных из одного формата в другой, трансформацию картографических проекций, изменение систем координат; хранение, манипулирование и управление данными во внутренних и внешних базах данных; картометрические операции (см. картометрия), включая вычисление расстояний между объектами в проекции карты или на эллипсоиде, длин кривых линий, периметров и площадей полигональных объектов; операции обработки данных геодезических измерений (COGO); операции оверлея; операции "картографической алгебры" (map algebra) для логико-арифметической

обработки растрового слоя как единого целого; пространственный анализ (spatial analysis) - группа функций, обеспечивающих анализ размещения, связей и иных пространственных отношений объектов, включая анализ зон видимости/невидимости, анализ соседства, анализ сетей, создание и обработку цифровых моделей рельефа, анализ объектов в пределах буферных зон и др.; пространственное моделирование, или геомоделирование (spatial model(l)ing, geo-model(l)ing), включая операции, аналогичные используемым в математико-картографическом моделировании и картографическом методе исследования; визуализация исходных, производных или итоговых данных и результатов обработки, включая картографическую визуализацию, проектирование и создание (генерацию) картографических изображений; вывод данных (data output), графической, табличной и текстовой документации, в том числе ее тиражирование, документирование, или генерацию отчетов в целом (reporting); обслуживание процесса принятия решений (decision making). Кроме того, в число функций ГИС (точнее, программного обеспечения ГИС) может входить цифровая обработка изображений (данных дистанционного зондирования), средства экспертных систем, средства настройки на требования пользователя (customization), средства расширения Ф.в. ГИС: встроенные макроязыки, или макросы, инструментарии разработчика (developer's toolkit). Часть Ф.в. ГИС может дублировать функции автоматизированных картографических систем и систем обработки цифровых изображений, а также более широкого программного окружения геоинформационных технологий.

Цветоделение (colour separation) - процесс получения с многокрасочного оригинала карты отдельных изображений для каждой краски. Ц. выполняется либо с помощью ручной ретуши негативов, полученных с оригинала, когда на каждом негативе оставляются лишь элементы, печатаемые одной краской, либо фотомеханическим путем, при котором оригинал многократно фотографируется через специальные светофильтры, либо посредством автоматического разделения цветов при сканировании оригинала.

Цифрование (digitizing, digitising, digitalization) - **оцифровка, дигитализация, отцифровка, жарг. сколка, скалывание** - 1. процесс аналого-цифрового преобразования данных, то есть перевод аналоговых данных в цифровую форму, доступную для существования в цифровой машинной среде (computer-readable form, machine-readable form) или хранения на машино-читаемых средствах

(computer-readable media) с помощью цифрователей (дигитайзеров) различного типа. - 2. в геоинформатике, компьютерной графике и картографии: преобразование аналоговых графических и картографических документов (оригиналов) в форму цифровых записей, соответствующих векторным представлениям пространственных объектов. По методу Ц. различают: а) Ц. с помощью дигитайзера с ручным обводом (tablet-based digitizing); б) Ц. с использованием сканирующих устройств (сканеров) с последующей векторизацией растровых копий оригиналов (automatic vectorization of raster files); в) ручное Ц. манипулятором типа "мышь" по растровой картографической подложке (map background) или полуавтоматическое видеоэкранный Ц. (on-screen digitizing), а также гибридные методы. По степени автоматизации различают ручное (manual), полуавтоматическое (semi-automated) и автоматическое (automatic) цифрование. Процесс Ц. обслуживается программными средствами, называемыми графическими векторными редакторами, в функции которых обычно входит назначение режима Ц., добавление, перемещение и удаление оцифрованных объектов, их аннотирование, атрибутирование и маркировка, замыкание линий в узлах, контроль качества Ц.

Цифровая карта (digital map) - цифровая модель карты, созданная путем цифрования картографических источников, фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования, цифровой регистрации данных полевых съемок или иным способом. Ц.к. служит основой для изготовления обычных бумажных, компьютерных, электронных карт, она входит в состав картографических баз данных, составляет один из важнейших элементов информационного обеспечения ГИС и может быть результатом функционирования ГИС.

Цифровое изображение (digital image) - изображение, представленное в цифровом виде как растровые файлы, получаемое либо непосредственно по радиоканалам с воздушных или космических (летательных) аппаратов для дистанционных съемок, либо путем цифрования аналоговых изображений с помощью сканера, теле- или видеокамеры. В зависимости от типа источника данных и программных средств автоматического дешифрирования, для представления Ц.и. используются различные форматы графических данных, специальные форматы "плоского" растра, специализированные форматы с использованием "пирамидных слоев" (pyramid layers, reduced resolution datasets). Ц.и. являются одним из основных источников

пространственных данных для ГИС, применяются для составления и обновления карт как картографические источники.

Шкалы (на картах) (scale, graduation) - графическое изображение последовательности изменения цвета, насыщенности, количественных характеристик условных знаков. Цветовая шкала (colour wedge, colour scale) определяет цвет и оттенки красок, используемых на карте для послойной окраски изолиний, способов количественного фона и картограмм. Для передачи нарастающих количественных признаков применяют Ш. возрастающей насыщенности цвета. При изображении рельефа для окраски ступеней высот используют гипсометрические шкалы (hypsometric tint scale, elevation tints box, layer box). Для выбора цветов при оформлении карт используют шкалы цветового охвата (colour chart) - специальные вспомогательные таблицы, показывающие цвета, которые могут быть получены при печати данными тремя красками путем их перекрытия. На картах со значками, локализованными диаграммами и на картодиаграммах используют абсолютные и относительные шкалы значков (graduated point symbols), устанавливающие их размеры в соответствии с величинами изображаемых объектов (показателей).

Экспертная система, ЭС (expert system) - система искусственного интеллекта, включающая в себя базу знаний с набором правил и механизм, или машину вывода (inference engine), позволяющих на основании правил и предоставляемых пользователем фактов распознать ситуацию, поставить диагноз, сформулировать решение или дать рекомендацию.

Ячейка (cell, grid cell, tile) - **регулярная ячейка** - двухмерный пространственный объект, элемент разбиения земной поверхности линиями регулярной сети, то есть регулярно-ячеистого представления пространственных объектов, в отличие от пиксела (как элемента растрового представления), образуемого разбиением линиями раstra изображения (а не земной поверхности); это различие не общепризнанно, хотя закреплено, к примеру, в стандарте SDTS; Я. характеризуется правильной геометрической формой (треугольник, четырехугольник, шестиугольник (гексагон), сферическая или сфероидическая трапеция при построении сети на сфере или эллипсоиде соответственно), абсолютными размерами в линейной или градусной мере, определяющими пространственное разрешение образующей регулярной сети, относительными размерами (равновеликие, неравновеликие, квазиравновеликие Я.).

10. Англоязычные аббревиатуры, применяемые в ГИС технологиях

ACS - 1. Automated Cartographic System - автоматизированная картографическая система, АКС, 2. Advanced Cartographic System - улучшенная картографическая система.

A/D - Analog/Digital - аналого-цифровой.

ADF - Automatic Direction Finding - автоматическое определение направления.

ADR - Analog Digital Recorder - аналого-цифровой регистратор.

ADRG - ARC (Arc second Raster Chart/map) Digitized Raster Graphics формат файла для распространения цифровых копий бумажных карт в записях на CD-ROM, используемый в рамках организации-разработчика: Картографического управления Министерства обороны США.

ADRI - ARC Digital Raster Imagery формат файла, аналогичный по происхождению и назначению формату ADRG, для хранения и распространения цифровых изображений панхроматического канала СПОТа, ортотрансформированных на основе цифровой модели рельефа DTED I.

AI - Artificial Intelligence - искусственный интеллект.

AM/FM - Automated Mapping/Facilities Management система, поддерживающая функции автоматизированной картографии и ГИС в приложении к управлению сетями предприятий коммунального хозяйства (газовыми, водопроводными, электро- и телекоммуникациями).

AMS - Automated Mapping System - автоматизированная картографическая система, АКС, син. ACS (1), CAM (2).

ARC - Arc second Raster Chart/map проекция, используемая для представления цифровых продуктов DMA в формате ADRI.

ARCE - ARC/INFO Interchange (Export) format закрытый текстовый формат файла компании ESRI Inc. для обмена данными между версиями программного средства ГИС ARC/INFO на разных платформах. Дает исчерпывающее описание всех данных, хранящихся в слое ARC/INFO, включая дополнительную информацию о картографической проекции и таблицы условных знаков. Для передачи атрибутивной информации использует реляционные таблицы. Служит средством обмена данными с иными программными продуктами.

ARCG - ARC/INFO Generate format открытый формат компании ESRI Inc. для обмена позиционными данными с программным средством ГИС ARC/INFO, не предназначенный для передачи атрибутивных данных и какой-либо дополнительной информации. Поддерживает векторную нетопологическую модель пространственных данных.

ASCII - American Standard Code for Information Interchange американский стандартный семиразрядный код, обеспечивающий 128 различных битовых комбинаций для обмена информацией и используемый в большинстве вычислительных систем. Разработка ANSI.

AZM – AziMuth - азимут.

AZLAN - AZimuth and LANge - азимут и дальность.

BIL - Band Interleaved by Line один из основных форматов для передачи данных дистанционного зондирования.

BIP - Band Interleaved by Pixel один из основных и наиболее старый из форматов для передачи данных дистанционного зондирования.

BMP - BitMaP, bit map, bitmap, син. DIB - битовый массив, битовый образ простой и широко распространенный формат файла для хранения растровых изображений в виде битового двоичного массива, разработанный фирмой Microsoft. Используется также для экспорта и импорта изображений между приложениями операционных систем Windows и OS/2. Файлы аппаратно независимого BMP могут содержать изображения с глубиной пиксела 1, 4, 8 или 24 бита. Обеспечивает передачу 2, 16, 256 или 16 млн цветов.

BPI - Bits Per Inch - число бит на дюйм мера плотности хранения данных.

BPS - Bits Per Second - число бит в секунду мера скорости передачи данных.

BSQ - Band interleaved SeQUential формат файла, используемый для хранения данных дистанционного зондирования на 9-дорожечной 8-миллиметровой магнитной ленте и CD-ROM.

CAD - 1. Computer-Aided Design автоматизированное проектирование; система автоматизированного проектирования (САПР); - 2. Computer-Aided Drafting автоматизированное черчение, система автоматизированного черчения.

CADD - Computer-Aided Design and Drafting система автоматизированного проектирования и черчения (изготовления чертежей).

CAD/CAM - Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing система автоматизированного проектирования и производства.

CAM - 1. Computer-Aided Manufacturing система автоматизированного производства, автоматизированная система управления производством, АСУП; -2. Computer-Aided Mapping автоматизированная картографическая система, АКС, син. ACS (1), AMS.

CFF - Cartographic Feature File формат файла, разработанный Службой лесов Министерства сельского хозяйства США (U.S. Forest Service, Geometronics Service Center) и предназначенный для хранения и распространения карты PBS (USFS Primary Base Series). Формат CFF поддерживает векторную нетопологическую модель представления

точечных и линейных пространственных объектов с угловой точностью 0.005", не содержит атрибутивных данных.

CGM - Computer Graphics Metafile - метафайл компьютерной графики единственный официальный стандарт графических файлов ANSI/ISO 8632, разработанный ANSI и используемый для хранения и обмена графическими изображениями в большинстве САПР-приложений и графических программах.

СМΥК - Cyan, Magenta, Yellow, Black - голубой-пурпурный-желтый-черный четыре первичных цвета в субтрактивной схеме представления цветного изображения (СМΥК-модели) для их невидеоэкранный воспроизведения (при многокрасочном растровом воспроизведении в полиграфии, при выводе на принтер, графопостроитель), аналогичная СМΥ-модели с добавлением черного "цвета" (красящего элемента) для получения более качественного результата печати.

COGO - Coordinate Geometry - координатная геометрия математические и программные средства, используемые для автоматизации обработки данных геодезических съемок; одна из функциональных групп программных средств ГИС.

COM - компонентная модель объекта.

CORINE - Co-ORdinated INformation on the (European) Environment общеевропейская геоинформационная программа, принятая Европейским экономическим сообществом. Предполагает сбор и обработку разнообразной природно-ресурсной и социально-экономической информации на территорию стран Европейского союза и за его пределами в рамках разномасштабных региональных и локальных геоинформационных проектов различной ориентации (к примеру, проект оценки экологических проблем Средиземноморского региона).

CPI - Characters Per Inch - число символов текста на дюйм, мера плотности печати.

CTG - Composite Theme Grid формат файла Геологической съемки США, предназначенный для хранения карт. Используется как один из форматов для распространения продукта LULC USGS. Поддерживает растровую модель данных.

DB - Data Base, Database - база данных, БД.

DBMS - Data Base Management System - система управления базами данных, СУБД.

DCW - Digital Chart of the World, DCW/VPF - цифровая карта-основа мира масштаба 1 : 1 000 000 создана путем цифрования издательских оригиналов карты ONC (для суши) и морской обзорной карты GEBCO (для акваторий) с привлечением иных источников корпорацией ESRI Inc. (США) по контракту с Министерством обороны США в формате VPF. Является набором слоев ГИС, идентичным по объектовому со-

ставу картам-источникам. Распространяется в записях на CD-ROM в сопровождении картографического визуализатора. Образует основу производных цифровых продуктов, включая версию DCW производства ESRI Inc. в формате ГИС ARC/INFO на CD-ROM, и электронный атлас мира Microsoft Encarta на CD-ROM.

DEM - Digital Elevation Model(s) 1. цифровая модель рельефа, ЦМР, син. DTM, DTED; - 2 стандарт Геологической съемки США на цифровые модели рельефа. Применяется для их представления в растровом формате в виде матрицы высотных отметок в узлах регулярной сети, распространения и последующего использования в качестве основы для пространственного анализа во многих растровых ГИС. В стандарте DEM распространяются 5 типов цифровых продуктов DMA, идентичных по логической структуре данных, но различающихся по угловому размеру ячеек сети, системе координат, охвату территории и точности.

DEMTS - Digital Electronic Maps Transfer Standard стандарт обмена пространственными данными, разработанный в Министерстве обороны РФ. Включает требования к построению и содержанию системы классификации и кодирования, правилам цифрового описания и форматам обмена пространственными данными, системам условных знаков электронных карт. Поддерживает векторную нетопологическую, растровую модели пространственных данных и представление изображений. Позволяет передавать некоторые элементы векторной топологии объектов. Для передачи атрибутивных данных использует иерархический классификатор. Дополнительно позволяет передавать данные о системе координат, проекции, качестве данных, условные знаки.

DFAD - Digital Feature Analysis Data векторный формат файла, разработанный Министерством обороны США и предназначенный для хранения данных о пространственных объектах. Каждому хранимому объекту в файле соответствует одна запись. Каждая запись содержит закодированные атрибуты и координаты объекта.

DGM - Digital Geospatial Metadata стандарт на метаданные, разрабатываемый Федеральным комитетом по географическим данным США (FGDC).

DLG - Digital Line Graph стандарт Геологической съемки США, разработанный Национальным картографическим управлением в 1980 г. Предназначен для распространения цифровых карт, составляющих Национальную цифровую картографическую базу данных, включающую информацию по границам, транспортной инфраструктуре, гидрографической сети. Стандарт поддерживает векторную топологическую модель данных и может передавать сетевые и полигональные структуры.

- DPI - Dots Per Inch - число точек на дюйм, мера разрешения устройства отображения или сканера.
- DSM - Digital Surface Model - цифровая модель поверхности цифровая модель внешней оболочки земной поверхности (крон деревьев, зданий и сооружений и других "рельефоидов"), полученная путем цифровой стереофотограмметрической обработки аэро- или космических снимков и требующая трансформации в цифровую модель рельефа. Промежуточный этап создания или эрзац ЦМР.
- DTED - Digital Terrain Elevation Data формат файла для передачи цифровой модели рельефа, разработанный Картографическим управлением Министерства обороны США для распространения его продуктов. Поддерживает растровую модель данных с глубиной пиксела при передаче растра 16 бит. Дополнительно позволяет передавать характеристику точности данных.
- DTM - Digital Terrain Mode - 1. цифровая модель рельефа, ЦМР, син. DEM (1), DTED; - 2. цифровая модель местности, ЦММ.
- DWF - Drawing Web Format открытый формат компании Autodesk Inc., предназначенный для передачи по Интернету и встраивание в браузеры 2-мерной графики. Используется в визуализаторе WHIP! компании Autodesk Inc.
- DX90 - (Specifications for the Exchange of Digital Hydrographic Data - 1990) - прежнее название стандарта S57.
- DXB - Drawing Interchange (eXchange) Binary открытый, упрощенный по сравнению с DXF формат файла компании Autodesk Inc., предназначенный для обмена данными САПР. Формат используется относительно редко. Соответствует версии 13 базового пакета AutoCAD.
- DXF - Drawing Interchange (eXchange) Format открытый формат файла компании Autodesk Inc., предназначенный для обмена данными САПР. Формат является самым популярным для обмена данными, предусмотренного в большинстве коммерческих программных средств ГИС. В настоящее время используется версия 13. Формат поддерживает векторную нетопологическую модель пространственных данных, САПР. Позволяет передавать фиксированное число атрибутов вместе с элементом векторного изображения.
- ECDB - Electronic Chart Data Base база данных электронных морских навигационных карт, формируемая Международной гидрографической организацией (ИГО).
- ED - European Datum - Европейские исходные геодезические даты.
- EPPL7 - Environmenal Planning and Programming Language, release 7 векторный формат программного средства ГИС EPPL7. Разработан Информационным центром по землеустройству (Land Management Information Center, LMIC), шт. Миннесота, США. Поддерживает век-

торную нетопологическую модель пространственных данных с возможностью передачи одного атрибута.

ERDAS - Earth Resources Data Analysis System формат файла для хранения и передачи данных дистанционного зондирования, разработанный фирмой ERDAS Inc. Поддерживает растровую модель данных.

ESRI - Институт исследований систем окружающей среды.

FFT - Fast Fourier Transform - быстрое преобразование Фурье одна из операций фильтрации при цифровой обработке снимков.

GCP - Ground Control Point - опознаки " опознают на снимках и картах в целях их привязки и трансформирования.

GEBCO - General Bathymetric Chart of the Oceans - Генеральная (обзорная) международная карта океанов.

GELOP - Geometric Line of Position - геометрическая линия положения в засечке, см. LOP.

GEMS - Global Environmental Monitoring System - Глобальная система мониторинга окружающей среды, ГСМОС, см. GRID.

GeoTIFF - Tagged Image File Format, син. DRG расширение формата файла TIFF, предназначенное для передачи изображений, имеющих GIF - Graphics Interchange Format - формат обмена графикой формат обмена растровыми графическими данными по сети CompuServe в режиме реального времени. Разработан CompuServe Inc. Поддерживает 24-битный цвет, реализованный в виде палитры RGB вплоть до 256 цветов, прозрачность. Предельный размер изображения 64 000 * 64 000 пикселей. Формат допускает создание последовательности или перекрытия множества изображений, отображение с чередованием строк, перекрывающийся текст.

GINA - GeoVision's General Interchange and Archive Format векторный формат файла.

GIS - Geographical Information System - географическая информационная система, ГИС.

GKS - Graphical Kernel System - ядро графической системы, базовая графическая система международный стандарт на интерфейс прикладных программ с системами графического ввода/вывода.

GLONASS - Глобальная навигационная спутниковая система, ГЛОНАСС.

GPPS - Global Positioning Postprocessing Software - программное обеспечение постобработки результатов GPS позиционирования.

GPS - Global Positioning System - Глобальная система позиционирования, см. системы спутникового позиционирования.

GRIB - GRIdded Binary (GRid in Binary) protocol широко используемый и претендующий на роль стандарта формат файла для хранения и передачи больших объемов упакованных метеорологических данных. Разработан Международной метеорологической организацией (World

Meteorological Organization). Поддерживает растровую модель пространственных данных, допуская передачу фиксированного числа атрибутов вместе с элементом изображения, а также дополнительной информации (дата, географическое положение, происхождение данных, сведения о владельце и т.п.).

GRID- Global Resource Information Database - Глобальная природно-ресурсная база данных.

HPPS - High Precision Positioning Service - высокоточное позиционирование.

IBIS - Image-Based Information System file format формат файла для хранения и обработки данных дистанционного зондирования (спутниковых изображений), изначально применяемый в системе IBIS, а в настоящее время используемый и в ГИС-приложениях.

IMW - International Map of the World on the million scale - Международная карта мира масштаба 1 :1 000 000 аэронавигационная карта мира, послужившая основой для создания глобальной цифровой модели рельефа.

ISFF - Intergraph Standard File Formats набор открытых форматов компании Intergraph DGN, IGDS (Interactive Graphics Design System), используемых для обмена данными с программным обеспечением ГИС Microstation. Описания форматов открыты с 1990 г., последняя версия относится к 1994 г. Форматы поддерживают представления САПР, векторную нетопологическую модель пространственных данных и представление изображений. Произвольная атрибутивная информация передается вместе с элементом чертежа или путем ссылки на внешнюю базу данных. Возможна также передача параметров графики.

JPEG - Joint Photographic Experts Group - объединенная экспертная группа по фотографии рабочая группа по созданию стандартов видео- и мультипликационных изображений, в частности одноименного формата и стандарта JPEG для сжатия (упаковки) изображений на основе алгоритма косинусного преобразования DCT (Discrete Cosine Transform). В целом JPEG определяет семейство нескольких технологий. Изображения JPEG формируются в большинстве случаев как автономные файлы JFIF и файлы JPEG-TIFF. Формат представляет собой сжатый BMP. Позволяет передавать до 16 млн цветов с глубиной пиксела до 32 бит. Несмотря на медленную программную распаковку и упаковку, обеспечивает наилучшее сжатие за счет кодирования с большими потерями.

LPI - Lines Per Inch - число строк на дюйм мера плотности печати.

LULC - Land Use and Land Cover file один из четырех форматов файла, предназначенный для представления карт использования земель, соз-

данных Геологической съемкой США в рамках национальной картографической программы и распространяемых центром ESIC.

MBR - Minimum Bounding Rectangle, син. **MER** - габаритный, или ограничивающий прямоугольник &127; наименьший прямоугольник, охватывающий геометрический объект (вырожденный или невырожденный полигон) на плоскости, со сторонами, параллельными главным координатным осям; соответствует ограничивающему параллелепипеду в трехмерном пространстве.

MIF/MID - MapInfo Data Interchange Format открытый формат файла компании MapInfo Corp., предназначенный для обмена данными системы MapInfo с другими пакетами. Существуют две версии формата, поддерживающего векторную нетопологическую модель пространственных данных, элементы САПР. Атрибутивная информация передается в таблицах. Каждый геометрический элемент может быть снабжен графическими параметрами (цвет, тип линии и т.п.).

MPEG - Moving Pictures Expert Group - экспертная группа по кинематографии разработчик одноименного стандарта на упаковку (сжатие) движущихся видеоизображений на основе дискретного косинусного преобразования DCT (Discrete Cosine Transform) в реальном масштабе времени с синхронизированным звуком для мультимедиа/гипермедиа. Сложен обычно для приложений, работающих в реальном масштабе времени, реализуется только аппаратными средствами. Для обработки требует существенной вычислительной мощности. Использует как покадровое (временное), так и внутрикадровое сжатие.

NES - National Standard for the Exchange of Digital Geo-referenced Information формат файла для обмена пространственной информацией, разрабатываемый Южно-Африканской национальной информационной службой землеустройства (South African National Land Information Services). Поддерживает растровую и векторную модели пространственных данных.

NOTIGEO - Norma de Trasferencia de Informacion Geografica формат файла для обмена мелко- и среднемасштабными топографическими картами (1 : 25 000, 1 : 1 000 000), разрабатываемый Национальным географическим институтом Испании (Instituto Geografical Nacional). Формат поддерживает векторную топологическую модель пространственных данных.

NTF - National (Neutral) Transfer Format национальный британский стандарт (British Standard BS 7567), описывающий формат файла для обмена пространственной информацией в Великобритании.

OCR - Optical Character Recognition - оптическое распознавание символов восприятие растрового представления текстового печатного докумен-

та, сформированного сканером, и преобразование его в текстовой файл с помощью специального программного обеспечения.

OGIS – Open Geodata Interoperability Specification – открытая спецификация обмена геоданными.

OLE - Object Linking and Embedding - связывание и встраивание (внедрение) объектов технология разделения объектов между прикладными программами, разработанная фирмой Microsoft. OLE-технология позволяет встраивать или связывать объект с составными документами, содержащими текст, графику, звуковые сообщения и т.п.

PCX один из самых старых и наиболее широко используемых растровых форматов для персональных компьютеров, разработанный фирмой Zsoft Corporation. Поддерживает полноцветные изображения (24-битовые цвета), которые реализуются либо в качестве палитры, имеющей до 256 цветов, либо как полный 24-битовый RGB, с размерами до 64 000 * 64 000 пикселей. Поддерживается настольными издательскими системами, графическими редакторами, программами захвата видео-кадров.

PIС - Picture Image Compression - сжатие (упаковка) изображений крайне простой и широко распространенный формат файла для хранения изображений, разработанный фирмой Lotus Development Corp.

Ppm - parts per million - миллионные доли " относительная погрешность в линейных мерах: 1 ppm - 1мм на 1км расстояния.

PPS - Precise Positioning Service - точное позиционирование " две частоты.

RDBMS - Relational DataBase Management System, Relational DBMS, RDBMS - система управления базами данных реляционного типа, реляционная СУБД.

RGB - Red-Green-Blue - красный, зеленый, синий три первичных цвета в аддитивной схеме смешения цветов (RGB-схеме, RGB-модели), используемой для визуализации цветных изображений на дисплее.

S57 - (ИГО Transfer Standard for digital hydrographic data (Special publication No. 57)) - новое название стандарта DX90 стандарт Международной гидрографической организации (ИГО), описывающий формат файла для передачи цифровых морских навигационных карт. Соответствующий ему формат поддерживает векторную топологическую модель пространственных данных, включая информацию о номенклатуре листа карты.

SGS - Satellite Geodetic System - спутниковая геодезическая система, см. системы спутникового позиционирования.

SIF - Standard Interchange Format - стандартный формат обмена формат файла для хранения видеоизображений. Поддерживает векторную модель пространственных данных, позволяет помещать атрибуты, символы и метки.

SL - Sea Level - уровень моря.

SQL - Structured Query Language - язык структурированных запросов язык доступа к базам данных, одно из наиболее распространенных средств разработки реляционных БД и обслуживания систем типа "клиент-сервер". В США принят в качестве национального стандарта.

SQL/MM - Structured Query Language, MultiMedia Extention проект международного стандарта, представляющего собой расширение языка SQL. Стандарт поддерживает различные модели пространственных данных, используемые в большинстве широко распространенных ГИС-продуктов. Работа с атрибутивными данными осуществляется с помощью реляционных таблиц.

SXF - Storage and eXchange Format формат файла для хранения цифровой информации о местности, создания цифровых и электронных карт, обмена данными между различными системами и решения прикладных задач, разрабатываемый Топографической службой ВС РФ (текущая версия 3.0). Формат поддерживает векторную нетопологическую модель пространственных данных, использует иерархический классификатор для передачи атрибутивной информации. Позволяет также передавать номенклатуру листа, проекцию, систему координат, систему высот, масштаб и другие характеристики передаваемой цифровой карты.

TIFF - Tagged Image File Format платформенно-независимый формат файла, предназначенный для обмена изображениями высокого качества между настольными издательскими системами и связанными с ними приложениями. Разрабатывается Aldus Corporation. Предполагает два варианта: основной и расширенный. Данные изменяются согласно фотометрическому типу и методу сжатия (CCITT, LZW, JPEG). Многочисленные расширения формата принимают форму дополнительных тегов в структуре файла. Формат TIFF считается одним из лучших форматов для bitmap: компактен и хорошо оперирует черно-белыми и цветными изображениями, а также изображениями в градациях серого. Допускает передачу видеоданных: характеристики прозрачности. Основным недостатком формата является большое количество расширений, что требует точной передачи в заголовке типа расширения. Перспективен в качестве формата передачи растровых данных между ГИС системами в рамках разрабатываемого на основе 6 версии расширения GeoTIFF.

UTM - Universal Transverse Mercator projection - универсальная поперечная проекция Г.Меркатора " используется для топографических карт, космических снимков и введения плоских прямоугольных координат, которые именуют северным и восточным положениями.

VPF - Vector Product Format, VRF военный стандарт США, описывающий формат файлового обмена векторной пространственной информацией. Разработан Картографическим управлением Министерства обороны США. Формат поддерживает векторную нетопологическую и векторную топологическую модели пространственных данных и позволяет передавать атрибуты через реляционные таблицы. Дополнительно передаются сведения о качестве данных. Используется для хранения цифровой карты мира DCW.

2D – 2-Dimensional – двухмерный объект

3D – 3-Dimensional – трехмерный объект

Иллюстрации

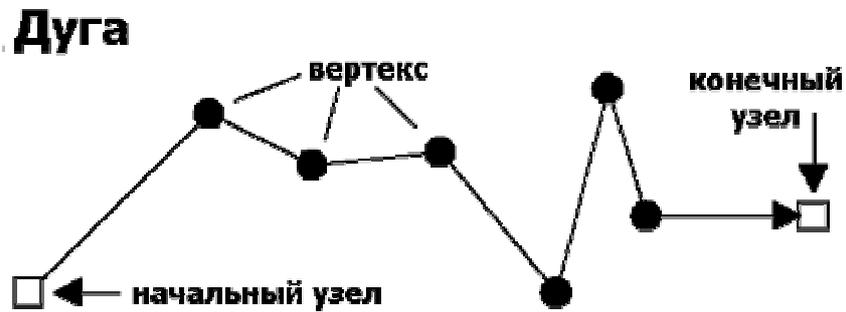


Рис. 1. Пример векторного представления пространственных объектов

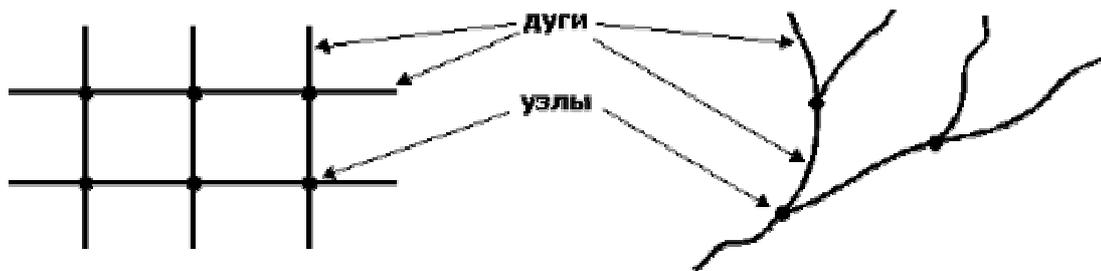


Рис. 2. Пример изображений, составленных из пространственных объектов линейного типа

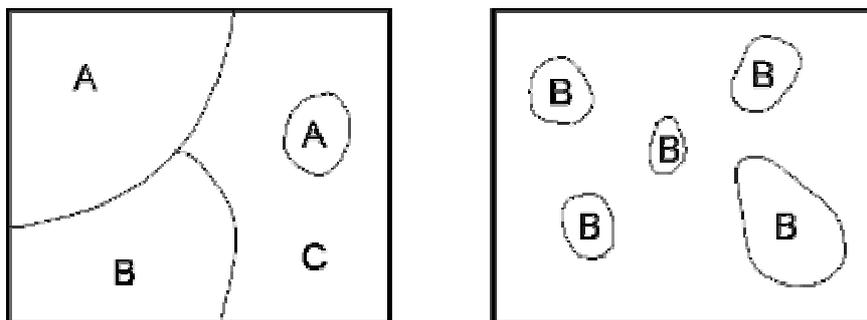
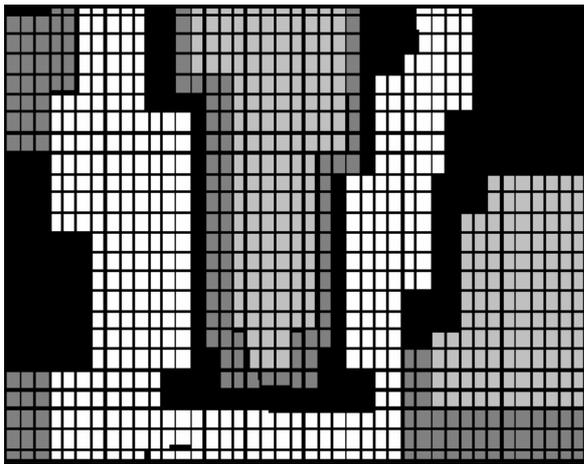


Рис. 3. Примеры изображений, составленные из пространственных объектов полигонального типа



Растровый вид



Векторный вид

Рис. 4. Примеры векторного и растрового изображений

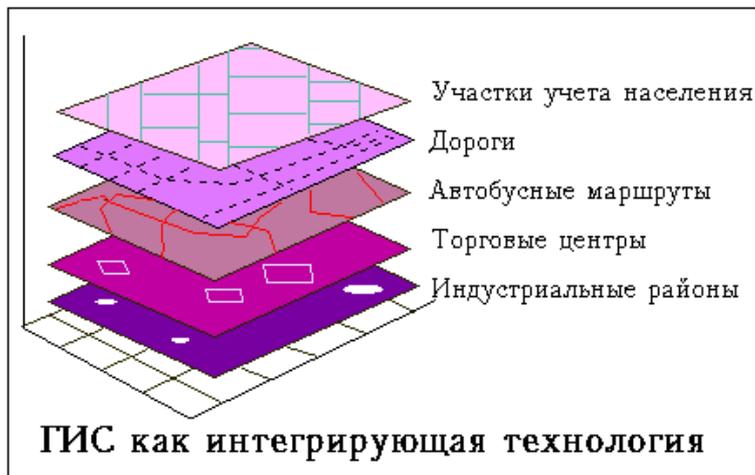


Рис. 5. Концептуальная схема организации данных в ГИС

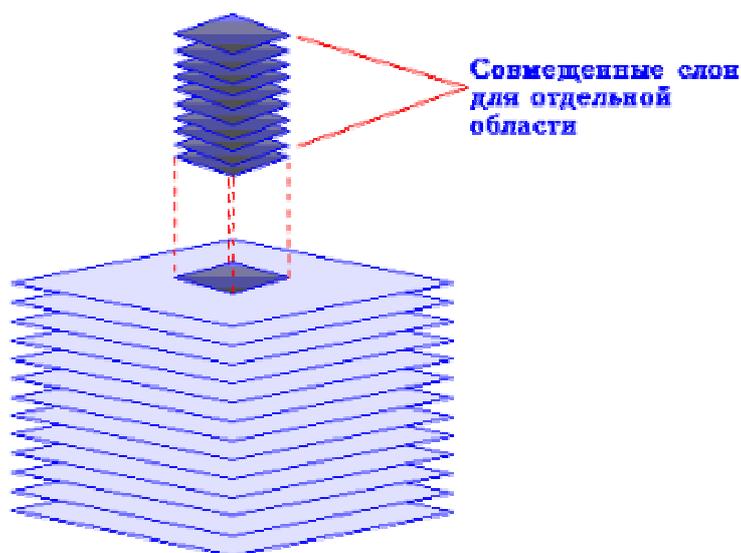


Рис. 6. Пространственная выборка (уточнение территории)

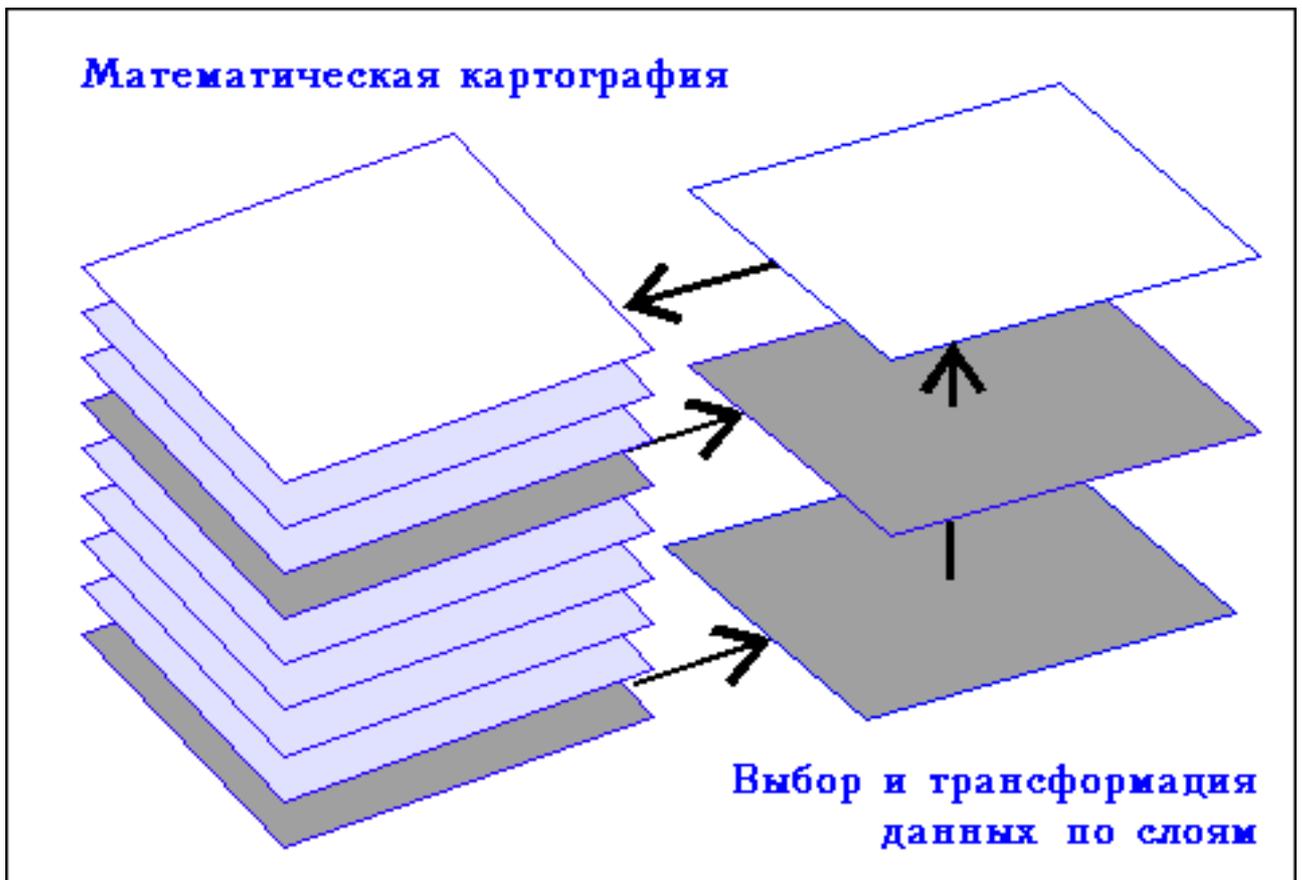
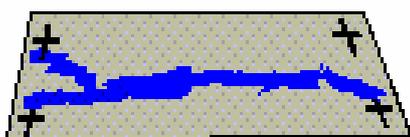


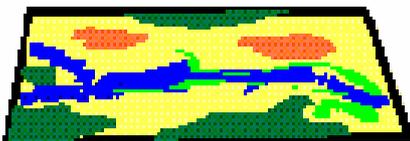
Рис. 7. Тематическая выборка (проблемно-ориентированная)

Накопление ошибок при создании электронной карты



A

Исходная карта не позиционирована



B

Экологическая карта позиционирована по карте-основе



C

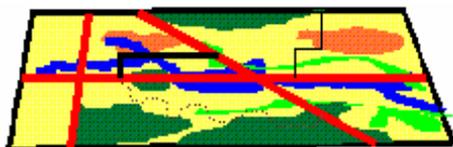
Ошибки позиционирования возрастают при выделении ареалов



D

Карта С накладывается на карту дорог.

Ошибки накапливаются



E

Некорректный результат

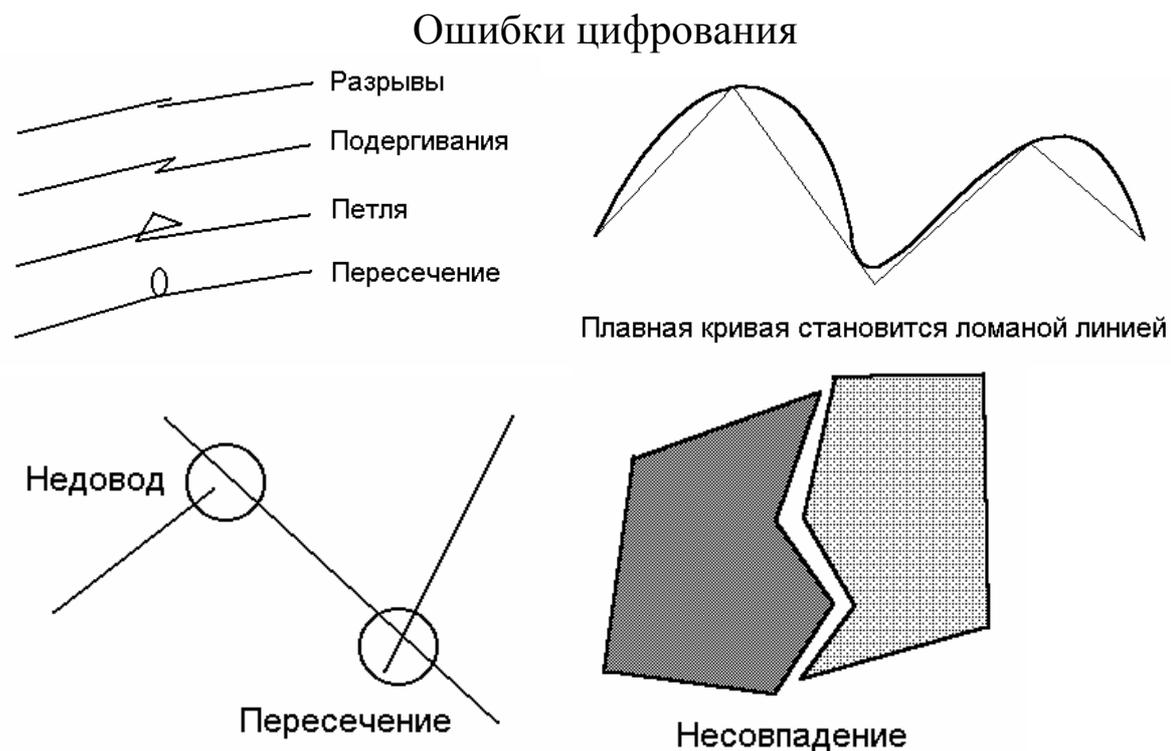


Рис. 8. Ошибки при цифровании картографических материалов

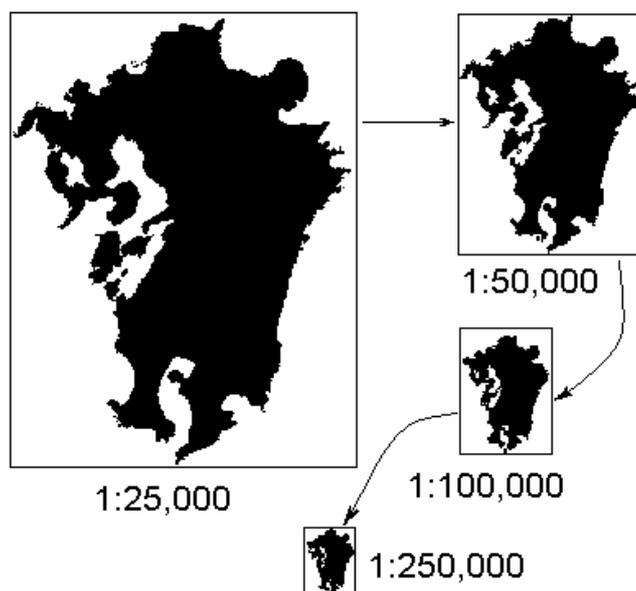


Рис. 9. Увеличение потребностей в генерализации в зависимости от уменьшения масштаба

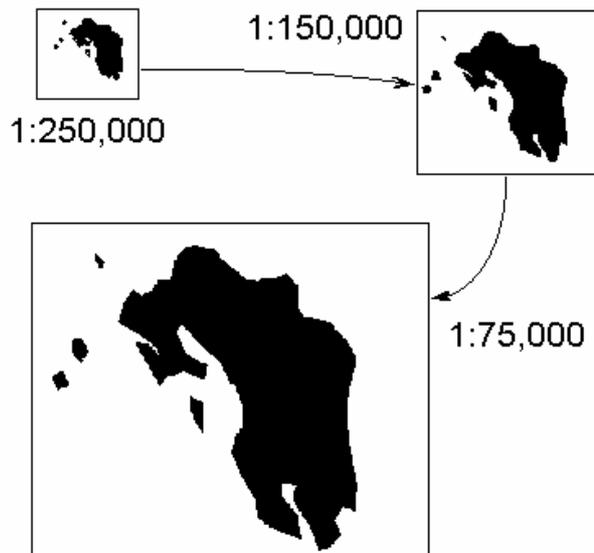


Рис. 10. Увеличение детальности изображения объектов при увеличении масштаба

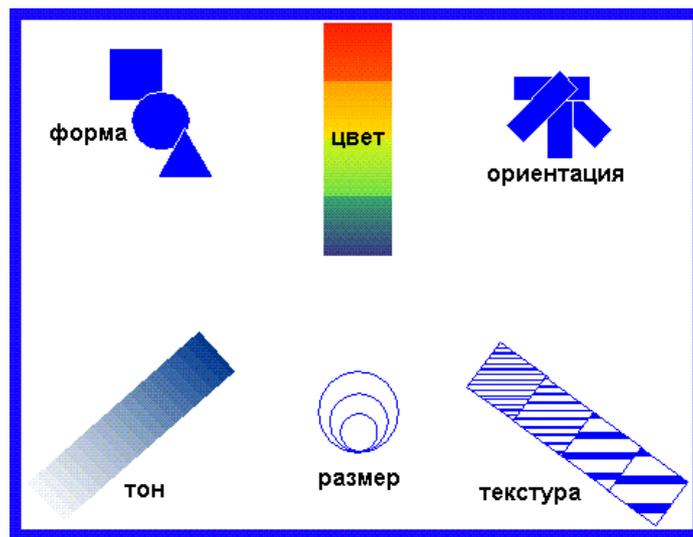


Рис. 11. Представление характеристик пространственных объектов

Точечные условные знаки различаются по:

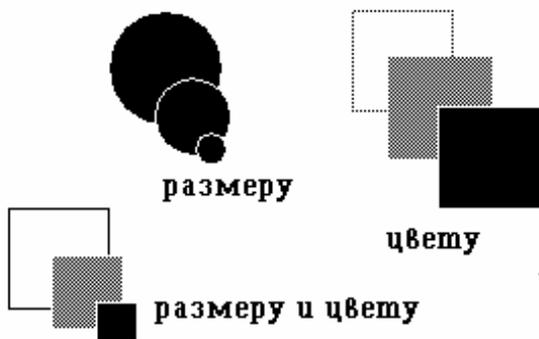


Рис. 12. Картографическое отображение точечных объектов

Примеры использования цветов и штриховок для показа количественных различий между ареалами

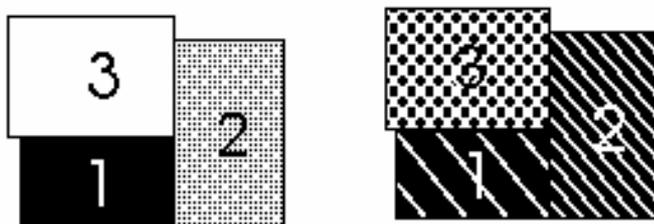


Рис. 13. Картографическое отображение площадных объектов

Линейные знаки отличаются

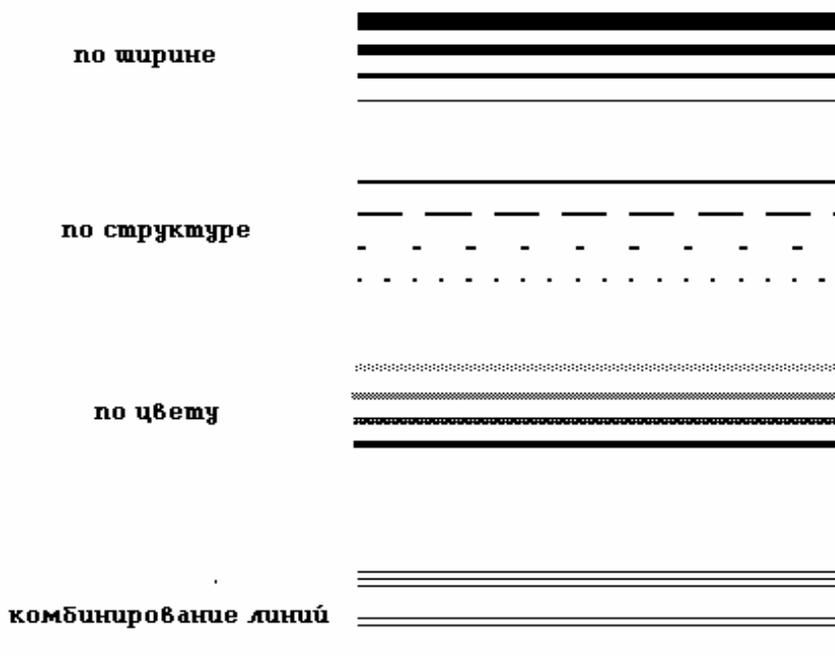


Рис. 14. Картографическое отображение линейных объектов

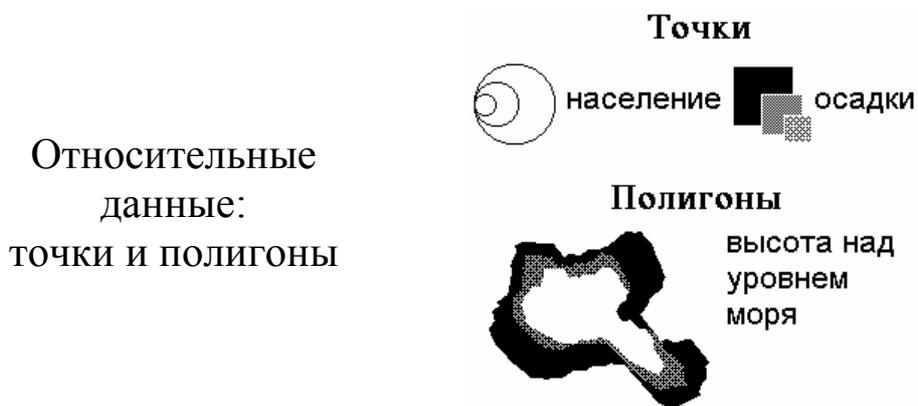


Рис. 15. Картографическое отображение относительных характеристик точечных и площадных объектов

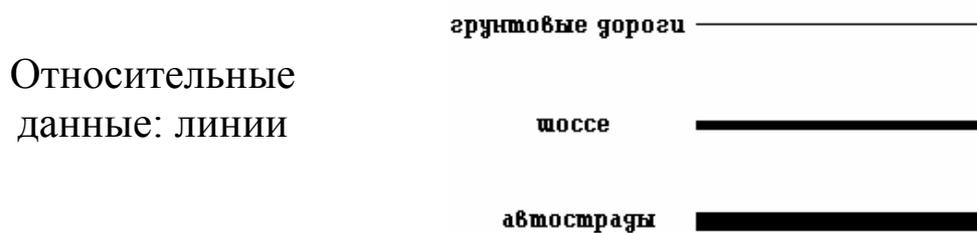


Рис. 16. Картографическое отображение относительных характеристик линейных объектов

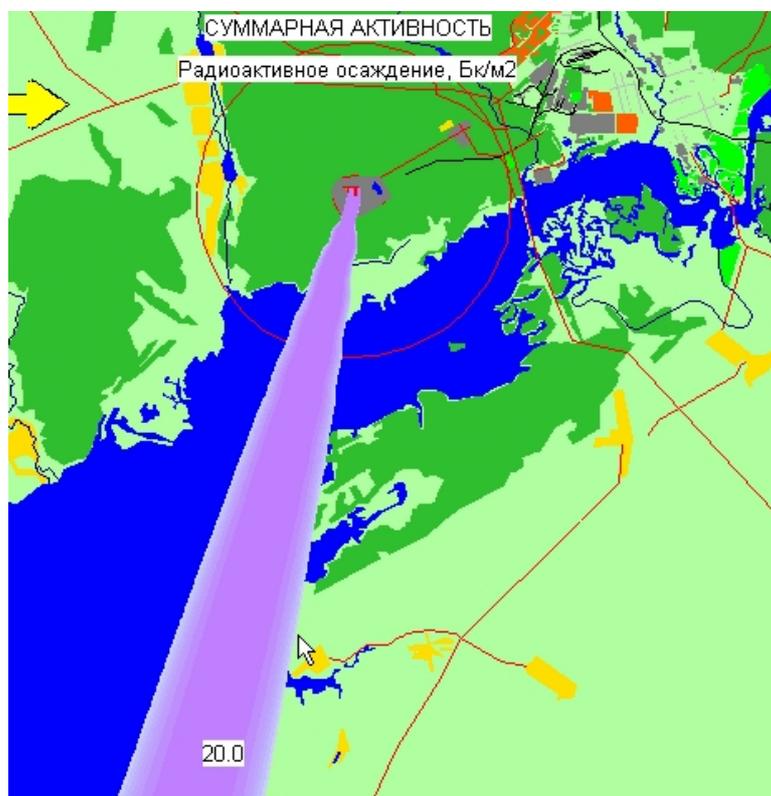


Рис. 17. Результаты расчета комплексом Zone факела загрязнения при выбросе радионуклидов

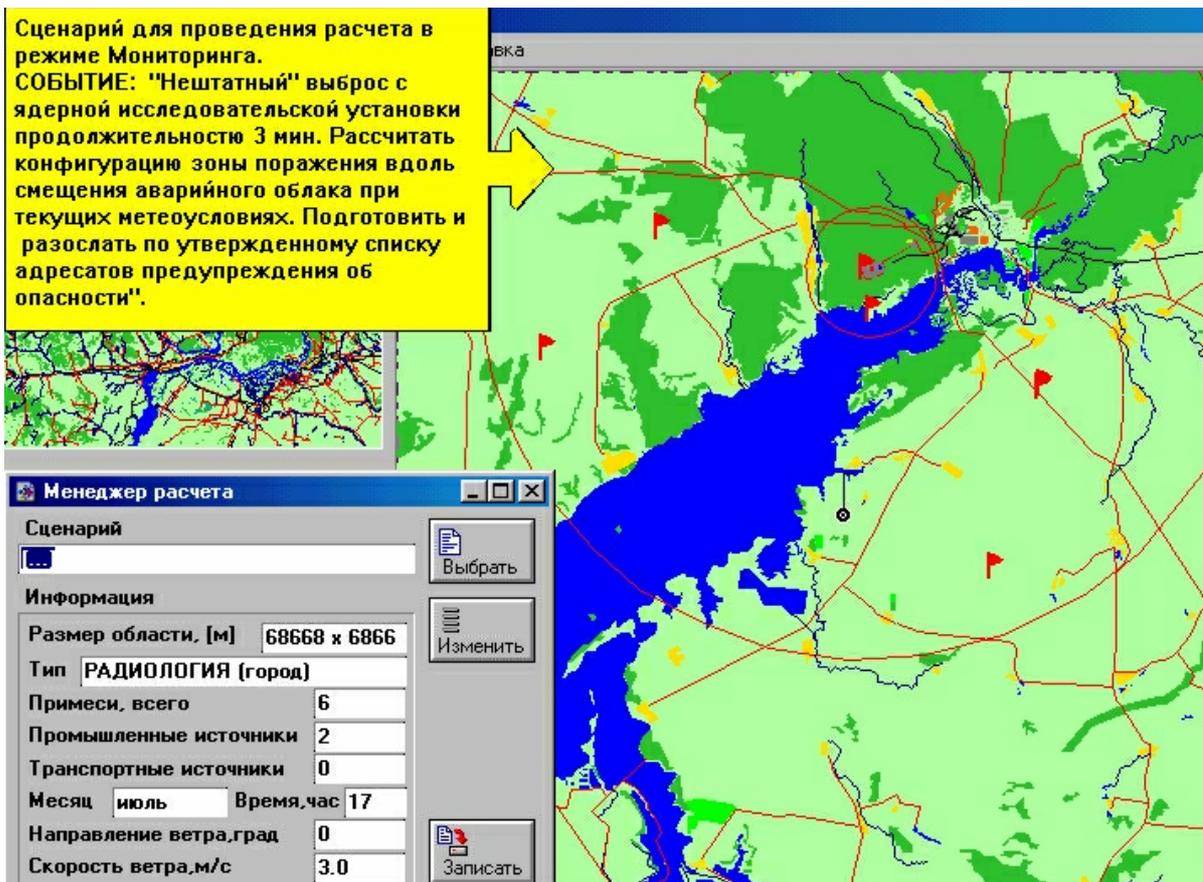


Рис. 18. Моделирование радиоактивного выброса с использованием комплекса Zone

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Базовые определения и понятия ГИС	4
2. Классификация, структура и представление данных в ГИС	9
3. Схема организации данных в ГИС.....	18
4. Ввод данных в ГИС	22
5. Картографические основы ГИС-технологий	27
6. Анализ данных в ГИС.....	28
7. Программные средства ГИС	32
8. Применение ГИС в природоохранной деятельности.....	40
9. Словарь англо- и русскоязычных терминов и сокращений, используемых в ГИС-технологиях	42
10. Англоязычные аббревиатуры, применяемые в ГИС технологиях	75
Иллюстрации.....	86

Учебное издание

Орлов Владимир Юрьевич

**Основные понятия и применение геоинформационных систем
в природоохранной деятельности**

Редактор, корректор А.А. Аладьева
Компьютерная верстка И.Н. Ивановой

Подписано в печать 10.05.2003. Формат 60x84/16.
Бумага тип. Усл. печ. л. 5,58. Уч.-изд. л. 5,42.
Тираж 100 экз. Заказ .

Оригинал-макет подготовлен в редакционно-издательском отделе ЯрГУ.

Ярославский государственный университет.
150 000 Ярославль, ул. Советская, 14.

Отпечатано
ООО «РА "Вандейк"»
150054 Ярославль, ул. Чкалова, 2. 1106.