



ГЕОМАТИКА І

СОДЕРЖАНИЕ

В примечаниях к ГИС излагается базовая концепция, полезная для понимания того, каким образом этот метод может использоваться для объединения данных различного характера в рамках общей пространственной системы отсчета в целях выявления возможных причин заболеваний.

ERAMCA FEOMATHKA I

GIS

Указатель

1.	Вве	дение	3
2.	Обь	цая информация о географических информационных система	4
2	.1.	Понятие о географических информационных системах	. 4
2	.2.	"Данные", "информация", "знания" в географических информационных системах	4
2	.3.	Обобщенные функции ГИС систем	. 5
2	.4.	Классификация ГИС	. 5
2	.5.	Источники данных и их типы	. 6
3.	Осн	новные компоненты ГИС	. 7
3	.1.	Техническое обеспечение	. 7
3	.2.	Программное обеспечение	. 7
3	.3.	Информационное обеспечение	. 7
4.	Стр	уктуры и модели данных	. 8
4	.1.	Отображение реальных объектов в ГИС	8
4	.2.	Структура данных	9
4	.3.	Модели данных	11
4	.4.	Форматы данных	. 13
4	.5.	Базы данных и управление ими	13
5.	Texi	НОЛОГИИ ВВОДА ДАННЫХ	14
5	5.1.	Базы данных и управление ими	14
5	.2.	Преобразование исходных данных	15
5	.3.	Ввод данных дистанционного зондирования	16
6.	Анс	ализ пространственных данных	16
6	.1.	Задачи пространственного анализа	16
6	.2.	Основные функции пространственного анализа данных	16
6	.3.	Анализ пространственного распределения объектов	17
7.	Mo,	делирование поверхностей	18
7	.1.	Поверхность и цифровая модель	18
7	.2.	Источники данных для формирования ЦМР	18
7	.3.	Интерполяции	18
8.	Texi	нология построения цифровых моделей рельефа	22
8	.1.	Основные процессы	22
8	.2.	Требования к точности выполнения процессов	22
8	.3.	Использование ЦМР	23
9.	Me ⁻	тоды и средства визуализации	23





Курс ГЕОМАТИКА І – Основы ГИС

9.1.	Электронные карты и атласы	23
9.2.	Картографические способы отображения результатов анализа данных	
9.3.	Трехмерная визуализация	24
10. Уі	правление информацией ГИС	25
10.1.	Общие сведения	25
10.2.	ГИС - комплексные данные	25
10.3.	Компиляция данных ГИС является нетривиальным специализированным проц	цессом 25
10.4.	ГИС - транзакционная система	25
10.5.	Репликация с косвенной (нежесткой) связью	26
11. Г	1С - Распределенная информационная система	27
11.1.	Общие сведения	27
11.2.	Функциональная совместимость	27
11.3.	ГИС - сети	27
11.4.	Каталоги ГИС-порталов	28



1. Введение

Во все времена знания о пространственной ориентации физических объектов или, проще говоря, их географическом положении были необходимы людям. Например, первобытные охотники всегда знали местонахождение своей добычи, а жизнь или смерть исследователей и первопроходцев напрямую зависела от знания географии. Точно так же современное общество живет, работает и сотрудничает на основе информации о том, кто и где находится. Прикладная география в виде карт и информации о пространстве помогала совершать открытия, способствовала развитию торговли, повышала безопасность жизни человека на протяжении, по крайней мере, последних 3000 лет, а карты являются одними из самых красивых документов, рассказывающих об истории наших цивилизаций (Рис. 1).

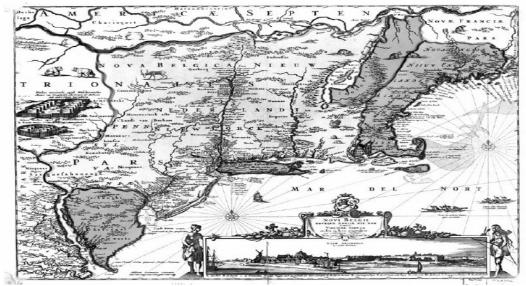


Рис. 1 - Карта Новой Англии, составленная в 1685 году Николасом Вишером.

Чаще всего наши знания из области географии применяются для решения повседневных задач, таких как поиск нужной улицы в незнакомом городе или расчет кратчайшего пешего пути к месту работы. Пространственная информация помогает нам эффективно производить сельскохозяйственную продукцию и промышленные товары, тепло и электричество, а также организовывать развлечения, которыми мы с удовольствием наслаждаемся.

В течение последних тридцати лет человечество интенсивно разрабатывало инструменты под названием географические информационные системы (ГИС), призванные содействовать расширению и углублению географических знаний. ГИС позволяет нам накапливать и использовать пространственные данные. Некоторые компоненты ГИС являются исключительно техническими; они включают современные хранилища пространственных данных, передовые телекоммуникационные сети связи и передовые компьютерные технологии. Однако существуют и другие простые методы ГИС. Например, они используют простой карандаш и листок бумаги для проверки специально смоделированных карт.

Как и многие аспекты нашей жизни за последние пятьдесят лет, процесс накопления и использования пространственных данных кардинально изменился благодаря интенсивному развитию микроэлектроники. Программно-аппаратная платформа ГИС является ведущим технологическим достижением этого процесса, поскольку получение и обработка пространственных данных значительно ускорились за последние три десятилетия и продолжают неустанно развиваться.

2. Общая информация о географических информационных системах

2.1. Понятие о географических информационных системах

Географическая информационная система или геоинформационная система (ГИС) - это информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, анализ и отображение пространственных данных и связанных с ними непространственных данных, а также получение на их основе информации и знаний о географическом пространстве. Считается, что географические или пространственные данные составляют более половины объема всей циркулирующей информации, используемой организациями, занимающимися различными видами деятельности, которым необходимо учитывать пространственное распределение объектов. ГИС ориентирована на обеспечение возможности принятия оптимальных управленческих решений на основе анализа пространственных данных.

Ключевыми словами в определении ГИС являются анализ пространственных данных или пространственный анализ. ГИС может ответить на следующие вопросы:

- Что находится в заданной области?
- Где находится территория, удовлетворяющая заданному набору условий?

Современные ГИС расширили возможности использования карт за счет хранения графических данных в отдельных тематических слоях и качественных и количественных характеристик составляющих их объектов в виде баз данных. Такая организация данных, при наличии гибких механизмов управления ими, предоставляет принципиально новые аналитические возможности.

2.2. "Данные", "информация", "знания" в географических информационных системах

Конкретизируя понятия "данные", "информация" и "знания" на предмет оперирования ими в информационной системе, можно отметить, что, имея много общего, эти понятия различаются по своей сути.

Данные - это набор фактов, известных об объектах или результаты измерения этих объектов. Данные, используемые в ГИС, характеризуются высокой степенью формализации. Данные являются как бы строительным элементом при создании информации, поскольку они получаются при обработке данных.

Применительно к ГИС под информацией понимается совокупность сведений, определяющих меру наших знаний об объекте.

В этом контексте знания можно рассматривать как результат интерпретации информации. Наиболее общее определение: знание - это результат познания действительности, подтвержденный на практике. Научные знания отличаются системностью, обоснованностью и высокой степенью структуризации.

Информационные системы можно рассматривать как эффективный инструмент для получения знаний.

Различия между терминами «данные», «информация» и «знания» прослеживаются в истории развития технических систем, так вначале появились банки данных, позднее информационные системы, затем появились системы, основанные на знаниях - интеллектуальные системы (экспертные системы).

В настоящее время на рынке программных продуктов представлено несколько видов систем, работающих с пространственно распределенной информацией, к ним в частности, относятся системы автоматизированного проектирования, автоматизированного картографирования и ГИС.





ГИС по сравнению с другими автоматизированными системами обладают развитыми средствами анализа пространственных данных.

2.3. Обобщенные функции ГИС систем

Большинство современных ГИС осуществляют комплексную обработку информации, используя ниже приведенные функции:

- 1. Ввод и редактирование данных;
- 2. Поддержка моделей пространственных данных;
- 3. Хранение информации;
- 4. Преобразование систем координат и трансформация картографических проекций;
- 5. Растрово-векторные операции;
- 6. Измерительные операции;
- 7. Полигональные операции;
- 8. Операции пространственного анализа;
- 9. Различные виды пространственного моделирования;
- 10. Цифровое моделирование рельефа и анализ поверхностей;
- 11. Вывод результатов в разных формах.

2.4. Классификация ГИС

ГИС системы разрабатываются с целью решения научных и прикладных задач по мониторингу экологических ситуаций, рациональному использованию природных ресурсов, а также для инфраструктурного проектирования, городского и регионального планирования, для принятия оперативных мер в условиях чрезвычайных ситуаций др.

Множество задач, возникающих в жизни, привело к созданию различных ГИС, которые могут классифицироваться по следующим признакам:

По функциональным возможностям:

- полнофункциональные ГИС общего назначения;
- специализированные ГИС ориентированы на решение конкретной задачи в какой либо предметной области;
- информационно-справочные системы для домашнего и информационно-справочного пользования.

Функциональные возможности ГИС определяются также архитектурным принципом их построения:

- закрытые системы не имеют возможностей расширения, они способны выполнять только тот набор функций, который однозначно определен на момент покупки.
- открытые системы отличаются легкостью приспособления, возможностями расширения, так как могут быть достроены самим пользователем при помощи специального аппарата (встроенных языков программирования).

По пространственному (территориальному) охвату:

- Глобальные (планетарные);
- общенациональные;
- региональные;





• локальные (в том числе муниципальные).

По проблемно-тематической ориентации:

- общегеографический;
- экологические и природопользовательские;
- отраслевые (водных ресурсов, лесопользования, геологические, туризма и т.д.);

По способу организации географических данных:

- векторные;
- растровые;
- векторно-растровые ГИС.

2.5. Источники данных и их типы

В качестве источников данных для формирования ГИС служат:

- картографические материалы (топографические и общегеографические карты, карты административно-территориального деления, кадастровые планы и др.). Сведения, получаемые с карт, имеют территориальную привязку, поэтому их удобно использовать в качестве базового слоя ГИС. Если нет цифровых карт на исследуемую территорию, тогда графические оригиналы карт преобразуются в цифровой вид.
- данные дистанционного зондирования (ДДЗ) все шире используются для формирования баз данных ГИС. К ДДЗ, прежде всего, относят материалы, получаемые с космических носителей. Для дистанционного зондирования применяют разнообразные технологии получения изображений и передачи их на Землю, носители съемочной аппаратуры (космические аппараты и спутники) размещают на разных орбитах, оснащают разной аппаратурой. Благодаря этому получают снимки, отличающиеся разным уровнем обзорности и детальности отображения объектов природной среды в разных диапазонах спектра (видимый и ближний инфракрасный, тепловой инфракрасный и радиодиапазон). Все это обуславливает широкий спектр экологических задач, решаемых с применением ДДЗ. К методам дистанционного зондирования относятся и аэро- и наземные съемки, и другие неконтактные методы, например гидроакустические съемки рельефа морского дна. Материалы таких съемок обеспечивают получение как количественной, так и качественной информации о различных объектах природной среды.
- материалы полевых изысканий территорий, включают данные топографических, инженерно-геодезических изысканий, кадастровой съемки, геодезические измерения природных объектов, выполняемые нивелирами, теодолитами, электронными тахеометрами, GPS приемниками, а также результаты обследования территорий с применением геоботанических и других методов, например, исследования по перемещению животных, анализ почв и др.
- статистические данные содержат данные государственных статистических служб по самым разным отраслям народного хозяйства, а также данные стационарных измерительных постов наблюдений (гидрологические и метеорологические данные, сведения о загрязнении окружающей среды и т. д)).
- литературные данные (справочные издания, книги, монографии и статьи, содержащие разнообразные сведения по отдельным типам географических объектов).

В ГИС редко используется только один вид данных, чаще всего это сочетание разнообразных данных на какую-либо территорию.







3. Основные компоненты ГИС

К основным компонентам ГИС относят: техническое, программное, информационное обеспечение. Требования к компонентам ГИС определяются, в первую очередь, пользователем, перед которым стоит конкретная задача (учет природных ресурсов, либо управление инфраструктурой города), которая должна быть решена для определенной территории, отличающейся природными условиями и степенью ее освоения.

3.1. Техническое обеспечение

Техническое обеспечение - это комплекс аппаратных средств, применяемых при функционировании ГИС: рабочая станция или персональный компьютер (ПК), устройства ввода-вывода информации, устройства обработки и хранения данных, средства телекоммуникации.

Рабочая станция или ПК являются ядром любой информационной системы и предназначены для управления работой ГИС и выполнения процессов обработки данных, основанных на вычислительных или логических операциях. Современные ГИС способны оперативно обрабатывать огромные массивы информации и визуализировать результаты.

Ввод данных реализуется с помощью разных технических средств и методов: непосредственно с клавиатуры, с помощью дигитайзера или сканера, через внешние компьютерные системы. Пространственные данные могут быть получены электронными геодезическими приборами, непосредственно с помощью дигитайзера и сканера, либо по результатам обработки снимков на аналитических фотограмметрических приборах или цифровых фотограмметрических станциях.

Устройства для обработки и хранения данных сконцентрированы в системном блоке, включающем в себя центральный процессор, оперативную память, внешние запоминающие устройства и пользовательский интерфейс.

Устройства вывода данных должны обеспечивать наглядное представление результатов, прежде всего на мониторе, а также в виде графических оригиналов, получаемых на принтере или плоттере (графопостроителе), кроме того, обязательна реализация экспорта данных во внешние системы.

3.2. Программное обеспечение

Структурно программное обеспечение ГИС включает в себя основное и прикладное программное обеспечение.

Базовое программное обеспечение включает в себя операционные системы (ОС), программные среды, сетевое программное обеспечение и системы управления базами данных. Операционные системы предназначены для управления ресурсами компьютера и процессами, использующими эти ресурсы. В настоящее время центральными операционными системами являются Windows и Unix.

Любая ГИС работает с двумя типами данных - пространственными и атрибутивными. Для их обслуживания программное обеспечение должно включать систему управления базой тех и других данных (СУБД), в том числе модули для управления вводом и выводом данных, систему визуализации данных и модули для выполнения пространственного анализа.

Прикладные программные средства предназначены для решения технических задач в конкретной предметной области и реализуются в виде отдельных приложений и утилит.

3.3. Информационное обеспечение

Информационное обеспечение- это совокупность информационных массивов, систем кодирования и классификации информации. Информационное обеспечение состоит из реализованных решений по типам, объемам, размещению и формам организации информации, включая поиск и оценку источников данных, методы ввода данных, проектирование, ведение и метаподдержку баз данных.







Особенностью хранения пространственных данных в ГИС является их разделение на слои. Многослойная организация электронной карты с гибким механизмом управления слоями позволяет объединить и отобразить гораздо больше информации, чем на обычной карте. Данные о пространственном положении (географические данные) и связанные с ними табличные данные могут быть подготовлены пользователем или приобретены. Для такого обмена данными необходима инфраструктура пространственных данных.

Нормативно-правовые документы определяют инфраструктуру пространственных данных, механизмы организации и интеграции пространственных данных, а также их доступность для различных пользователей. Инфраструктура пространственных данных включает три основных компонента: базовую пространственную информацию, стандартизацию пространственных данных, базы метаданных и механизм обмена данными.

4. Структуры и модели данных

4.1. Отображение реальных объектов в ГИС

Объекты реального мира, рассматриваемые в геоинформатике, различаются по пространственным, временным и тематическим характеристикам.

Пространственные характеристики определяют положение объекта в заданной системе координат; главное требование к таким данным - точность.

Временные характеристики фиксируют время изучения объекта и необходимы для оценки изменения свойств объекта во времени. Основное требование к таким данным - актуальность, что означает возможность их использования для обработки; неактуальные данные - это устаревшие данные.

Тематические характеристики описывают различные свойства объекта, включая экономические, статистические, технические и другие свойства; главное требование - полнота.

Для представления пространственных объектов в ГИС используют пространственные и атрибутивные типы данных.

Пространственные данные - это информация, характеризующая расположение объектов в пространстве относительно друг друга и их геометрию.

Пространственные объекты представляются с помощью следующих графических объектов: точки, линии, области и поверхности.

Описание объектов осуществляется путем указания координат объектов и их составных частей.

Точечные объекты - это вид объектов, каждый из которых расположен только в одной точке пространства, представленной парой координат X и Y. В зависимости от масштаба отображения такими объектами могут считаться дерево, дом или город.

Линейные объекты представлены как одномерные, имеющие одно измерение - длину, ширина вещи не выражена в этом масштабе или не является значимой - примеры таких объектов: реки, границы муниципальных районов, контурные линии.

Области (полигоны) - это площадные объекты, представленные набором пар координат (X, Y) или группой объектов в виде линии, представляющих собой замкнутый контур. Такие объекты могут быть представлены территориями, занимаемыми определенным ландшафтом, городом или целым континентом.

Поверхность - при ее описании требуется добавление значений высоты к площадным объектам. Восстановление поверхностей осуществляется с помощью математических алгоритмов (интерполяции и аппроксимации) по исходному набору координат X, Y и Z.



Дополнительные непространственные данные об объектах образуют набор атрибутов.

Атрибутивные данные - это качественные или количественные характеристики пространственных объектов, обычно выраженные в алфавитно-цифровой форме.

Примеры таких данных: географическое название, видовой состав растительности, характеристики почвы и т.д.

Природа пространственных и атрибутивных данных различна, соответственно методы работы с ними (хранение, ввод, редактирование, поиск и анализ) для этих двух компонентов географической информационной системы также различны. Одной из основных идей, воплощенных в традиционных ГИС, является сохранение связи между пространственными и атрибутивными данными при их раздельном хранении и, частично, при обработке.

Общее цифровое описание пространственного объекта включает: наименование, указание местоположения, набор свойств, отношение с другими объектами. Наименование объекта - это его географическое название (при наличии), условный код или идентификатор, присвоенный пользователем или системой.

Сходные по пространственным и тематическим признакам объекты объединяются в слои цифровой карты, которые рассматриваются как отдельные информационные единицы, при этом возможно объединение всей имеющейся информации.

4.2. Структура данных

Для представления пространственных данных в ГИС используются векторные и растровые структуры данных.

Векторная структура - это представление пространственных объектов в виде набора пар координат (векторов), которые описывают геометрию объектов (Рис. 2).





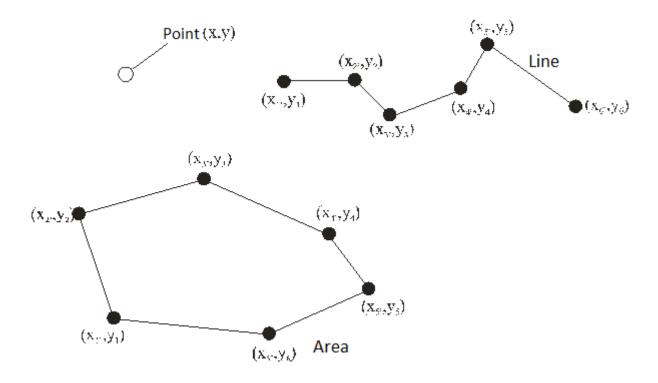


Рис. 2 - Векторное представление пространственных данных.

Растровая структура данных предполагает представление данных в виде двумерной сетки, каждая ячейка которой содержит только одно значение, характеризующее объект, соответствующий ячейке растра на местности или снимке. В качестве такой характеристики может использоваться код объекта (лес, луг и т.д.), высота или оптическая плотность.

Точность растровых данных ограничена размером ячейки. Такие структуры являются удобным средством анализа и визуализации различных типов информации.

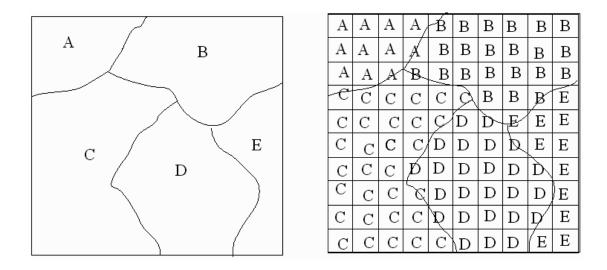


Рис. 3. Растровая структура данных



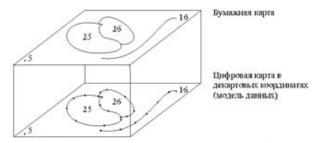


Для реализации растровых и векторных структур разработаны различные модели данных.

4.3. Модели данных

Модели пространственных данных - это логические правила для формализованного цифрового описания пространственных объектов.

Векторные модели данных. Существует несколько способов объединения векторных структур данных в векторную модель данных, которая позволяет исследовать взаимосвязи между объектами одного слоя или между объектами разных слоев. Самая простая модель векторных данных - это модель "спагетти" (Рис. 4). В этом случае графическое изображение карты переводится как "один к одному".



Объект	Номер	Положение
Точка	5	Одна пара координат (х,у)
Линия	16	Набор пар координат (х,у)
Область	25	Набор пар координат (х,у), Первая и последняя совпадают

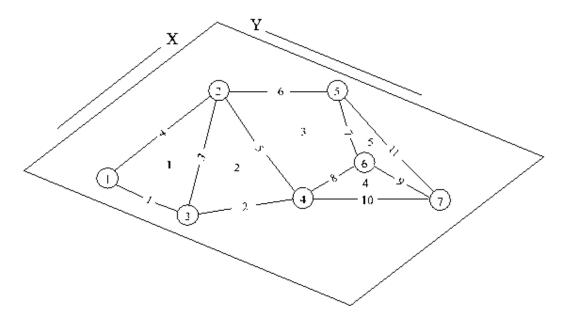
Рис. 4. Модель "Спагетти"

Данная модель не описывает отношения между объектами; каждый геометрический объект хранится отдельно и не связан с другими; например, общая граница объектов 25 и 26 записывается дважды, хотя используется один и тот же набор координат. Все связи между объектами должны вычисляться независимо, что усложняет анализ данных и увеличивает объем хранимой информации.

Векторные топологические модели (Рис. 5) содержат информацию о соседстве, близости объектов и другие характеристики взаимного расположения векторных объектов.







	Файл узла		Файл области		
Номер дуги	Файл областей	Список дуг	Номера областей	Список дуг	
1	19	6	1	1, 4, 3	
2	15	15	2	2, 3, 5	
3	27	13	3	5, 6, 7, 8	
4	24	19			

Файл дуг					
Номер дуги	Правый полигон	Левый полигон	Начальный узел	Конечный узел	
1	1	0	3	1	
2	2	0	4	3	
3	2	1	3	2	
4	1	0	1	2	
5	3	2	4	2	
6	3	0	2	5	

Рис. 5. Векторная топологическая модель данных

Топологическая информация описывается набором узлов и дуг. Узел - это пересечение двух или более дуг, а его номер используется для обозначения любого угла, к которому он принадлежит. Каждый поворот начинается и заканчивается либо в точке пересечения с другой дугой, либо в узле, который не принадлежит другим дугам. Дуги образуются последовательностью отрезков, соединенных промежуточными точками. При этом каждый отрезок имеет два набора чисел: пары координат промежуточных точек и номера узлов. Кроме того, каждая дуга имеет свой идентификационный номер, который указывает, какие узлы представляют ее начало и конец.

Также были разработаны другие модификации векторных моделей, в частности, существуют уникальные векторные модели для представления моделей поверхностей, которые будут рассмотрены ниже.

Растровые модели используются в двух случаях. В первом случае - для хранения исходных изображений местности. Во втором случае, для оперативного анализа или визуализации, для хранения тематических слоев, пользователей интересуют не отдельные пространственные объекты, а набор точек в пространстве с различными характеристиками (высоты или глубины, влажность почвы и т.д.).

Существует несколько способов хранения и адресации отдельных значений растровых ячеек и их атрибутов, имен слоев и легенд.

При использовании растровых моделей актуальным является вопрос сжатия растровых данных, для чего разработаны методы группового кодирования, блочного кодирования, цепного кодирования и представления в виде квадродерева.

4.4. Форматы данных

Форматы данных определяют способ хранения информации на жестком диске, а также способ ее обработки. Модели данных и форматы данных определенным образом связаны между собой.

Существует большое количество форматов данных. Можно отметить, что многие ГИС поддерживают основные форматы хранения растровых данных (TIFF, JPEG, GIF, BMP, WMF, PCX), а также spot, GeoTIFF, позволяющий передавать информацию о привязке растрового изображения к абсолютным географическим координатам, и MrSID для информации о сжатии. Наиболее распространенным векторным форматом является DXF.

Все системы поддерживают обмен пространственной информацией (экспорт и импорт) со многими ГИС и САПР системами через центральные форматы обмена: SHP, E00, GEN (ESRI), VEC (IDRISI), MIF (MapInfo Corp.), DWG, DXF (Autodesk), WMF (Microsoft), DGN (Bentley). Только несколько отечественных систем поддерживают российские обменные форматы - F1M (Роскартография) и SXF (Военно-топографическая служба).

Довольно часто для эффективной реализации одних компьютерных операций предпочтительнее векторный формат, а для других - растровый. Поэтому в некоторых системах реализована возможность манипулирования данными в обоих форматах и функции преобразования векторных форматов в растровые, и наоборот, растровых в векторные.

4.5. Базы данных и управление ими

Цифровые данные о пространственных объектах образуют набор пространственных данных и составляют содержание баз данных.

База данных (БД) - это совокупность данных, организованных в соответствии с определенными правилами, устанавливающими общие принципы описания, хранения и манипулирования данными.

Создание базы данных и доступ к ней (по запросу) осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД).

Выбранная модель базы данных определяет логическую структуру элементов базы данных. Наиболее распространенными моделями баз данных являются иерархическая, сетевая и реляционная, а также объектно-ориентированная.

Иерархические модели представляют собой древовидную структуру, в которой каждая запись связана только с одним доступом на более высоком уровне.





Такая система хорошо иллюстрируется системой классификации растений и животных. Примером может служить структура хранения информации на дисках ПК. Центральным понятием такой модели является уровень. Количество групп и их состав зависит от классификации, принятой при создании базы данных. Доступ к любой из этих записей осуществляется путем прохождения четко определенной цепочки узлов. При такой структуре поиск необходимых данных не составляет труда, но если описание изначально неполное или отсутствует критерий поиска, то он становится невозможным. Такая система адекватна для простых задач, но практически непригодна для использования в сложных системах с онлайн обработкой запросов.

Сетевые модели были разработаны для устранения некоторых недостатков иерархических моделей. В сетевой модели каждая запись в каждом узле сети может быть связана с несколькими другими узлами. Записи, составляющие сетевую структуру, содержат указатели, которые определяют местонахождение других связанных записей. Эта модель позволяет ускорить доступ к данным, но изменение структуры базы данных требует значительных усилий и времени.

Реляционные модели собирают данные в единые таблицы. Таблице присваивается уникальное имя в базе данных. Каждый столбец представляет собой поле, названное в честь атрибута, который он содержит. Каждая строка в таблице соответствует записи в файле. Одна и та же область может находиться в нескольких таблицах. Поскольку строки в таблице не упорядочены, определяется один или несколько столбцов, значения которых однозначно идентифицируют каждую строку. Такой столбец называется первичным ключом. Внешние ключи поддерживают связи между таблицами. Манипулирование данными осуществляется с помощью операций, создающих таблицы. Пользователь может быстро вводить новые данные в базу данных, объединять таблицы, выбирая отдельные поля и записи, и формировать новые таблицы для отображения на экране.

Объектно-ориентированные модели применяют, если геометрия определенного объекта способна охватывать несколько слоев, атрибуты таких объектов могут наследоваться, для их обработки применяют специфические методы.

Для обработки данных, размещенных в таблицах необходимы дополнительные сведения о данных, их называют метаданными.

Метаданные - данные о данных: каталоги, справочники, реестры и иные формы описания наборов цифровых данных.

5. Технологии ввода данных

5.1. Базы данных и управление ими

В соответствии с используемыми техническими средствами различают два метода ввода данных: дигитализация и векторизация. Для ручного ввода пространственных данных используется дигитайзер. Он состоит из планшета (стола) с электронной сеткой, к которой прикреплено устройство, называемое курсором. Курсор похож на графический манипулятор - мышь, он имеет прицел, расположенный на прозрачной пластине, с помощью которого оператор осуществляет точное наведение на отдельные элементы карты. Курсор имеет кнопки, позволяющие фиксировать начало и конец линии или границы области, количество кнопок зависит от уровня сложности дигитайзера. Дигитайзеры бывают разных форматов и обеспечивают разрешение 0,03 мм с общей точностью 0,08 мм на расстоянии 1,5 м. Существуют автоматические дигитайзеры, которые обеспечивают автоматическое отслеживание линий.



Наиболее широко для ввода данных используются сканеры. Они позволяют вводить в компьютер растровое изображение карты. Существуют различные типы сканеров, которые различаются: по способу подачи исходного материала (планшетные и протяжные (барабанного типа); по способу считывания информации (передача или отражение); по радиометрическому разрешению или глубине цвета; по оптическому (или геометрическому) разрешению. Последняя характеристика определяется минимальным размером элемента изображения, который выделяет сканер.

Процесс оцифровки растрового изображения на экране компьютера называется векторизацией. Существует три способа векторизации: ручная, интерактивная и автоматическая. При ручной векторизации оператор обводит мышью каждый объект на изображении, при интерактивной векторизации некоторые операции выполняются автоматически. Так, например, при векторизации контурных линий достаточно задать начальную точку и направление для отслеживания линий, после чего векторизатор будет сам отслеживать эту линию, пока не встретит на своем пути неоднозначные ситуации, например, разрыв линии. Возможности интерактивной векторизации напрямую зависят от качества исходного материала и сложности карты. Автоматическая векторизация подразумевает прямое преобразование из растрового формата в векторный с помощью специальных программ с последующим редактированием. Это необходимо потому, что даже самая совершенная программа может неправильно распознать объект, принять, например, символ за группу точек и т.д.

5.2. Преобраование исходных данных

Отсканированные исходные карты были созданы в определенной картографической проекции и системе координат. При оцифровке эта сложная проекция сводится к набору пространственных координат. Поэтому необходимо преобразовать карту в ее исходную проекцию. Для этого информация об используемой проекции вводится в ГИС (обычно ГИС позволяет работать с большим количеством проекций) и выполняется ряд преобразований. Три основных из них, которые часто выполняются одновременно, - это перенос, поворот и масштабирование.

Перенос - это просто перемещение всего графического объекта в другое место на координатной плоскости. Он выполняется путем добавления определенных значений к координатам X и Y объекта:

$$X' = X + T_{x}, Y' = Y + T_{y}$$

Масштабирование также очень полезно, так как часто сканируются карты разных масштабов, для этого используют соотношение:

$$X' = X \cdot S_x, Y' = Y \cdot S_y$$

Поворот выполняется с использованием тригонометрических функций:

$$X' = X \cos \theta + Y \sin \theta, Y' = X \sin \theta + Y \cos \theta$$

Все необходимые преобразования могут быть выполнены и использованием этих трех основных графических операций по координатам опорных точек.

5.3. Ввод данных дистанционного зондирования

В ГИС используются не первичные материалы ДЗ, полученные в ходе съемки, а производные, образованные в результате их обработки. Спутниковые данные проходят предварительную цифровую обработку для устранения радиометрических и геометрических искажений, атмосферных эффектов и т.д. Для улучшения визуального качества исходных изображений могут применяться процедуры изменения яркости и контрастности, фильтрации для устранения шума или выделения контуров и мелких деталей. При использовании аэрофотоснимков следует обратить внимание на искажения, вызванные углами наклона снимков и рельефом местности, которые могут быть устранены в процессе трансформации или ортофототрансформации.

6. Анализ пространственных данных

6.1. Задачи пространственного анализа

Инструменты пространственного анализа включают различные процедуры манипулирования пространственными и атрибутивными данными, которые выполняются при обработке запросов пользователей. (Например, операции наложения графических объектов, инструменты для анализа сетевых структур или выделения объектов по заданным характеристикам).

Каждый ГИС-пакет характеризуется собственным набором инструментов пространственного анализа, обеспечивающих решение конкретных задач пользователя, в то же время можно выделить ряд базовых функций, присущих практически каждому ГИС-пакету. Это, прежде всего, организация отбора и объединения объектов в соответствии с заданными условиями, выполнение операций вычислительной геометрии, анализ оверлеев, построение буферных зон, сетевой анализ.

6.2. Основные функции пространственного анализа данных

Выбор объектов по запросу: простейшей формой запроса является получение характеристик объекта, на который указывает курсор на экране, и обратная операция, когда отображаются объекты с заданными атрибутами. Более сложные запросы позволяют отбирать объекты по нескольким критериям, например, по удаленности одних объектов от других, совпадению объектов, но расположенных в разных слоях и т.д. SQL-запросы используются для отбора данных в соответствии с определенными условиями. Для выполнения запросов различной сложности при составлении запросов можно использовать математические и статистические функции, а также географические операторы, позволяющие выбирать объекты на основе их взаимного расположения в пространстве (например, находится ли анализируемый объект внутри другого объекта или пересекается с ним).

Обобщение данных может осуществляться по равенству значений определенного атрибута, в частности для зонирования территории. Другим способом группировки является объединение объектов одного тематического слоя в соответствии с их размещением внутри полигональных объектов других тематических слоев.

Геометрические функции: включают в себя вычисления геометрических характеристик объектов или их относительного положения в пространстве, при этом используются формулы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве. Так для ареальных объектов вычисляются занимаемые ими площади или периметры границ, для линейных объектов - длины, а также расстояния между объектами и т.д.

Операции наложения (топологическое наложение слоев) являются одним из наиболее распространенных и эффективных средств. В результате наложения двух тематических слоев образуется еще один дополнительный слой в виде графической композиции исходных слоев. Учитывая, что анализируемые объекты могут быть разных типов (точка, линия, многоугольник), возможны различные формы анализа: точка к точке, точка к многоугольнику и т.д. Наиболее часто анализируется совмещение полигонов.

Построение буферных зон. Одним из средств анализа близости объектов является построение буферных зон. Буферные зоны - это области (полигоны), граница которых находится на заданном расстоянии от границы исходного объекта. Границы таких зон рассчитываются на основе анализа соответствующих атрибутивных характеристик. При этом ширина буферной зоны может быть как постоянной, так и переменной. Например, буферная зона вокруг источника электромагнитного излучения будет иметь форму круга, а зона загрязнения от дымовой трубы завода, с учетом розы ветров, будет иметь форму, близкую к эллипсу.

Сетевой анализ позволяет пользователю анализировать пространственные сети связанных линейных объектов (дорог, линий электропередач и т.д.). Как правило, анализ сети используется для определения ближайшего, наиболее выгодного пути, определения уровня загрузки сети, определения адреса объекта или маршрута по заданному адресу и других задач.

6.3. Анализ пространственного распределения объектов

Анализ пространственного распределения объектов. По сути, во многих случаях необходимо знать не только объем пространства, занимаемого объектами, но и расположение объектов в пространстве, которое может характеризоваться количеством объектов в определенной области, например, распределение населения. Наиболее распространены анализа распределения точечных методы объектов. распределения точечных объектов является плотность. Она определяется как результат деления количества точек на величину площади территории, на которой они расположены. Помимо ПЛОТНОСТИ распределения, ОНЖОМ оценить распределения. Распределение точек происходит в одном из четырех возможных вариантов: равномерное (если количество точек в каждой небольшой подобласти такое же, как в любой другой подобласти), регулярное (если точки, разделенные одинаковыми интервалами по всей территории, расположены в узлах сетки), случайное, кластерное (если точки собраны в плотные группы).

Распределение точек может быть описано не только количеством точек в субрегионах. Часто анализируются локальные связи внутри пар точек. Вычисление этой статистики предполагает определение среднего расстояния до ближайшей соседней точки среди всех возможных пар ближайших точек. Этот метод позволяет оценить степень разреженности точек в распределении.

Распределение линий также оценивается по плотности. Обычно расчеты проводятся для сравнения различных географических областей, например, по плотности гидрографической сети. Линии также можно оценивать по близости и возможным пересечениям. Другими важными характеристиками являются ориентация, направленность и связанность.

Анализ распределения полигонов аналогичен анализу распределения точек, однако при оценке плотности определяется не количество полигонов на единицу площади, а относительная доля площади, занимаемая полигоном.

7. Surface modeling

7.1. Поверхность и цифровая модель

Основой для представления данных о земной поверхности являются цифровые модели рельефа.

Поверхности - это объекты, которые чаще всего представлены значениями высоты Z, распределенными по площади, определяемой координатами X и Y.

Цифровые модели рельефа (ЦМР) используются для компьютерного представления земных поверхностей.

ЦМР - это средство цифрового представления формы земной поверхности.

Построение ЦМР требует определенной формы представления исходных данных (набора координат точек X, Y, Z) и метода их структурного описания, позволяющего восстановить поверхность путем интерполяции или аппроксимации исходных данных.

7.2. Источники данных для формирования ЦМР

Исходные данные для формирования ЦМР могут быть получены с карт - путем оцифровки контурных линий, со стереопар изображений, а также в результате геодезических измерений или лазерного сканирования местности. Первый метод является наиболее распространенным, поскольку сбор изображений по стереопарам трудоемок и требует специального программного обеспечения, но в то же время он позволяет обеспечить нужную степень детализации в представлении земной поверхности. Лазерное сканирование - это перспективный современный метод, но достаточно дорогой.

7.3. Интерполяции

Построение ЦМР требует определенной структуры данных, причем исходные точки могут быть распределены в пространстве по-разному. Сбор данных может осуществляться по точкам регулярной сетки, вдоль структурных линий рельефа или случайным образом. Первичные данные с помощью определенных операций приводят к одной из самых распространенных структур в ГИС для представления поверхностей: GRID, TIN или TGRID.

TIN (Triangulated Irregular Network) - нерегулярная триангуляционная сеть, система неперекрывающихся треугольников. Вершины треугольников являются исходными опорными точками. Рельеф в этом случае представляется многогранной поверхностью, каждая грань которой описывается либо линейной функцией (полиэдральная модель), либо полиномиальной, коэффициенты которой определяются значениями в вершинах граней треугольника. Чтобы получить модель поверхности, необходимо соединить пары точек ребрами определенным образом, называемым триангуляцией Делоне (Рис. 6).





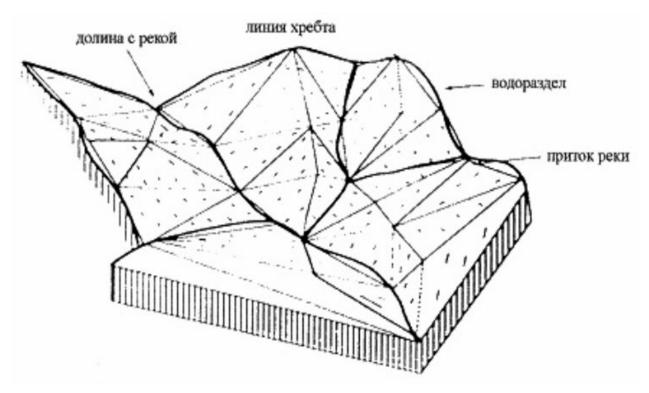


Рис. 6 - Модель TIN

Триангуляция Делоне в применении к двумерному пространству формулируется следующим образом: система взаимосвязанных неперекрывающихся треугольников имеет наименьший периметр, если ни одна из вершин не попадает ни в одну из окружностей, описанных вокруг образованных треугольников (Рис. 7).

Полученные треугольники максимально приближены к равносторонним. Каждая из сторон образованных треугольников из противоположной вершины видна под максимальным углом из всех возможных точек соответствующей полуплоскости. Интерполяция выполняется вдоль образованных граней.

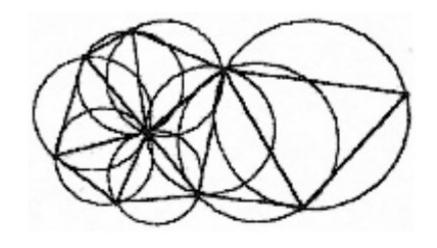


Рис. 7 – Триангуляция Делоне

Отличительной особенностью и преимуществом триангуляционной модели является то, что в ней отсутствуют преобразования исходных данных. С одной стороны, это не позволяет использовать такие модели для детального анализа, но с другой стороны, исследователь всегда знает, что эта модель не содержит привнесенных ошибок, которыми грешат модели, полученные с помощью других методов интерполяции. Это самый быстрый метод интерполяции. Однако, если в ранних версиях большинства ГИС основным был метод триангуляции, то сегодня широко используются модели в виде регулярной матрицы значений высот.

GRID - модель, представляет собой регулярную матрицу значений высоты, полученных путем интерполяции исходных данных. Для каждой ячейки матрицы рассчитывается высота на основе интерполяции. По сути, это сетка, размеры которой задаются в соответствии с требованиями к точности конкретной решаемой задачи. Регулярная сетка соответствует земной поверхности, а не изображению.

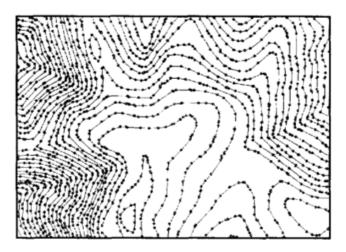


Рис. 8 - Плотность точек в модели GRID

TGRID (триангулированная сетка) - это модель, сочетающая в себе элементы моделей TIN и GRID. Такие модели имеют свои преимущества, например, они позволяют использовать дополнительные данные для описания сложных форм рельефа (обрывы, скальные выступы).

Восстановление поверхностей осуществляется на основе интерполяции исходных данных.

Интерполяция - это восстановление функции на заданном интервале по ее известным значениям из конечного множества точек, принадлежащих этому интервалу.

В настоящее время известны десятки методов интерполяции поверхностей, наиболее распространенными являются: линейная интерполяция; метод взвешивания обратного расстояния, кригинг; сплайн-интерполяция; тренд-интерполяция.

Кригинг. Метод интерполяции, основанный на использовании методов математической статистики. В его реализации используется идея регионализированной переменной, т.е. переменной, которая изменяется от места к месту с некоторой видимой непрерывностью, поэтому не может быть смоделирована только одним математическим уравнением. Поверхность рассматривается как три независимые величины. Первая - это тренд, который характеризует изменение поверхности в определенном направлении. Далее предполагается, что существуют небольшие отклонения от общей тенденции, такие как небольшие пики и впадины, которые являются случайными, но все же пространственно связаны друг с другом.

Случайный шум (например, валуны). С каждой из трех переменных надо оперировать в отдельности. Тренд оценивается с использованием математического уравнения, которое наиболее близко представляет общее изменение поверхности, во многом подобно поверхности тренда.

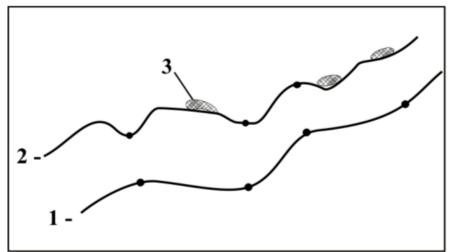


Рис. 9 – Элементы кригинга: 1- тренд; 2- случайные, но связанные высотные колебания; 3- случайный шум

Ожидаемое изменение высоты измеряется с помощью полувариограммы, которая показывает расстояние между показаниями на горизонтальной оси и полудисперсию на вертикальной оси. Полудисперсия определяется как половина дисперсии между высотами исходных точек и высотами соседних точек. Затем через точки данных проводится кривая наилучшего соответствия. Дисперсия в какой-то точке достигает максимума и остается постоянной (выявляется предельный радиус корреляции).

Метод обратных взвешенных расстояний. Этот метод основан на предположении, что чем ближе друг к другу находятся исходные точки, тем ближе их значения. Для точного описания рельефа набор точек, от которых будет производиться интерполяция, должен быть выбран в определенной окрестности определяемой точки, так как они оказывают наибольшее влияние на ее высоту. Это достигается следующим образом. Введите максимальный радиус поиска или количество точек, наиболее близких по расстоянию от начальной (определяемой) точки. Затем значению высоты в каждой выбранной точке присваивается вес, рассчитываемый в зависимости от квадрата расстояния до определяемой точки. Это гарантирует, что более близкие точки вносят больший вклад в определение интерполированной высоты, чем более удаленные.

Интерполяция трендов. В некоторых случаях исследователя интересуют общие тенденции поверхности, которые характеризуются поверхностью тренда.

Подобно методу обратных взвешиваний расстояний, поверхность тренда использует набор точек в пределах заданной окрестности. В пределах каждой окрестности строится поверхность наилучшего соответствия на основе математических уравнений, таких как полиномы или сплайны.

Поверхности тренда могут быть плоскими, показывающими общую тенденцию, или более сложными. Тип используемого уравнения или степень полинома определяет степень волнистости поверхности. Например, поверхность тренда первого порядка будет выглядеть как плоскость, пересекающая всю поверхность под некоторым углом. Если поверхность имеет один изгиб, то такая поверхность называется поверхностью тренда второго порядка.

Сплайн-интерполяция. Возможность описания сложных поверхностей полиномами низких степеней обусловлена тем, что при сплайн-интерполяции вся территория делится на небольшие непересекающиеся участки. Аппроксимация полиномами выполняется отдельно для каждого участка. Обычно используется полином третьей степени - кубический сплайн. Затем строится общая функция "склейки" для всего участка с заданием условия непрерывности на границах участков и непрерывности первой и второй частных производных, т.е. обеспечивается гладкость полиномов склейки. Сглаживание с помощью сплайн-функций особенно удобно при моделировании поверхностей, осложненных разрывными дефектами, и позволяет избежать искажений, таких как "краевые эффекты".

8. Технология построения цифровых моделей рельефа

8.1. Основные процессы

Основными процессами построения ЦМР по картам являются::

- 1. Преобразование исходных карт в растровые, т.е. сканирование. При сканировании важно выбрать разрешение получаемого изображения, чрезмерно высокое разрешение требует больших объемов памяти для хранения исходной информации, в то же время разрешение должно обеспечивать необходимую точность сбора информации, которая определяется целями формирования ЦМР.
- 2. Монтаж растровых фрагментов. Монтаж или "сшивка" это соединение нескольких изображений свободной формы в одно таким образом, что границы между исходными изображениями становятся невидимыми. Во время монтажа растровые данные подвергаются привязке. ГИС имеет различные модули для решения этой задачи.
- 3. Векторизация растрового изображения. Векторизация или оцифровка контурных линий может выполняться в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах. Для различных ГИС разработаны отдельные модули, реализующие эту задачу в автоматическом режиме, например, Map Edit.
- 4. Формирование ЦМР. ЦМР создается на основе методов интерполяции и может быть представлена в различных форматах.
- 5. Визуализация результатов. ЦМР обеспечивает визуализацию информации о поверхностях в различных формах.

8.2. Требования к точности выполнения процессов

В общем, можно сказать, что чем больше исходных точек, тем точнее будет интерполяция, и тем больше вероятность того, что построенная модель поверхности будет адекватно отображать земную поверхность. Однако существует ограничение на количество точек (дискретность), поскольку для любой поверхности избыточное количество точек обычно не приводит к существенному улучшению качества результата, а лишь увеличивает объем данных и время вычислений. В некоторых случаях избыточные данные в отдельных областях могут привести к неравномерному представлению поверхности и, следовательно, к неравномерной точности. Другими словами, большее количество точек не всегда повышает точность.

Конечно, чем сложнее поверхность, тем больше опорных точек требуется. А для сложных объектов, таких как впадины и речные долины, требуются дополнительные точки для обеспечения представления с достаточной детализацией. Особая проблема интерполяции точек на границе исследуемых областей, например, на границе листа карты.





В этом случае для интерполяции следует использовать большую область перекрытия между соседними листами.

8.3. Использование ЦМР

Цифровые модели рельефа (ЦМР) важны для решения ряда прикладных экологических задач. Для прогнозирования чрезвычайных ситуаций, например, наводнений, оценки степени изменения ландшафта и т.д. По результатам анализа ЦМР с помощью средств ГИС получают карты углов наклона (уклонов) местности и экспозиций склонов, формируют продольные и поперечные профили в заданном направлении, оценивают зоны видимости с обозначенными точками обзора и т.д. Для отображения ЦМР используются различные формы.

9. Методы и средства визуализации

9.1. Электронные карты и атласы

Визуализация (графическое воспроизведение, отображение) - формирование изображений, в том числе картографических, и другой графики на устройствах отображения (в основном на мониторе) на основе преобразования исходных цифровых данных с помощью специальных алгоритмов.

Карты остаются наиболее компактным и привычным способом представления географической информации.

Электронная карта (ЭК) - это картографическое изображение, выводимое на монитор на основе цифровых карт или баз данных ГИС.

Электронный атлас (ЭА) - это система визуализации в виде электронных карт, электронный картографический продукт, функционально аналогичный электронной карте. Поддерживается таким программным обеспечением, как картографические браузеры, обеспечивающие покадровый просмотр растровых изображений карт, картографические визуализаторы, настольные картографические системы. Помимо картографического изображения и легенд, электронные атласы обычно включают обширные текстовые комментарии, табличные данные, а также мультимедийные электронные атласы - анимацию, видеоряд и звук.

Таблицы и графики, включающие различные характеристики объектов (атрибуты) или их соотношения, могут использоваться как самостоятельные или дополнительные к другим средствам визуализации.

Для показа динамических процессов используется анимация, то есть последовательный показ нарисованных статических изображений (кадров), в результате чего создается иллюзия непрерывной смены изображений.

9.2. Картографические способы отображения результатов анализа данных

Для отображения результатов анализа данных в ГИС реализован ряд методов, которые используются при создании тематических карт.

Метод размерных символов (иконок) - анализируемые характеристики объектов отображаются специальными символами, размер которых передает количественную информацию, а форма и цвет - качественную.

Качественный или (количественно-фоновый) метод - в этом случае данные с похожими значениями группируются, а созданным группам присваиваются определенные цвета, виды символов или линий.

Точечный метод - визуальный инструмент представляет собой набор точек одинакового размера, каждая из которых имеет определенное значение количественного показателя.

Столбчатые и круговые локализованные диаграммы - позволяют отобразить соотношение нескольких характеристик, при этом диаграммы имеют географическую привязку (например, в точке, где расположен пост наблюдения, они показывают соотношение загрязняющих веществ).

Метод изолиний является одним из наиболее широко используемых способов отображения различных показателей. С их помощью формируются карты изогипс (топографические и гипсометрические), карты изотерм, изобары, изокорреляты и т.д. С помощью изолиний выделяются территории, которые характеризуются одинаковыми свойствами (температуры, давление, осадки, одновременность наступления событий, одинаковая величина аномалий, одинаковые скорости тектонических движений и т.д.).

При этом выделяют две группы изолиний: истинные изолинии (характеризуют непрерывное изменение показателя, к ним относятся горизонтальные линии) и псевдоизолинии, которые отображают данные статистического характера (например, дискретные значения от источников выбросов). Для представления изолиний используются различные визуальные средства: линии разных типов, толщины и цвета, послойное окрашивание фона (или штриховка) промежутков между изолиниями.

9.3. Трехмерная визуализация

Трехмерное изображение поверхности (3D-поверхность) - это средство цифрового трехмерного представления поверхностей в виде проволочных диаграмм, при этом используются различные типы проекции, а изображение можно вращать и наклонять с помощью простого графического интерфейса.

Для отображения рельефа на основе данных ЦМР могут быть созданы растровые изображения.

Растровая поверхность (изображение) - формируется в соответствии с Grid-моделью, при этом каждому пикселю присваивается значение, пропорциональное высоте соответствующей ячейки сетки.

Теневой рельеф (аналитическое затенение холмов) - это растровое отображение ЦМР, при формировании которого, помимо высоты каждого участка сетки Grid-модели, учитывается освещенность склонов.

Реализована возможность совмещения 3D - поверхностей с другими тематическими слоями. Для достижения реалистичного отображения объектов местности 3D-поверхности комбинируются с картографическими или ортоизображениями.

Виртуальная модель местности (ВММ) - это модель местности, содержащая информацию о рельефе земной поверхности, ее спектральной яркости и объектах, расположенных на данной территории, предназначенная для интерактивной визуализации. ВММ позволяет обеспечить эффект присутствия на местности, может отображаться как трехмерная статическая сцена (3D вид) или в режиме имитации полета над местностью, когда наблюдатель находится в точке с заданными координатами.



10. Управление информацией ГИС

10.1. Общие сведения

При управлении ГИС-информацией используются многие концепции и характеристики стандартной архитектуры информационных технологий, которые хорошо работают в централизованной корпоративной компьютерной среде. Например, наборы данных ГИС могут управляться в реляционных базах данных, как и прочая корпоративная информация. Для оперирования данными, хранящимися в системе управления базами данных (СУБД), используется современная логика взаимодействия приложений. Подобно другим корпоративным информационным системам, работа которых основана на транзакциях, ГИС широко используются для постоянного изменения и обновления баз географических данных. Тем не менее, технология ГИС имеет ряд важных особенностей.

10.2. ГИС - комплексные данные

Данные ГИС, как правило, имеют большой объем и включают большое количество крупных элементов. Например, простой запрос к базе данных для заполнения типичной коммерческой формы вернет несколько строк данных, а для создания карты потребуется запросить сотни или даже тысячи записей из базы данных. Кроме того, объем отображаемой векторной или растровой графической информации может составлять многие мегабайты. Кроме того, данные ГИС имеют сложные взаимосвязи и структуры, такие как транспортные сети, топография местности и топология.

10.3. Компиляция данных ГИС является нетривиальным специализированным процессом

Для построения и обслуживания графических наборов данных в ГИС необходимы продвинутые инструменты редактирования. А для поддержания целостности и поведения географических векторных объектов и растров необходима их специализированная обработка на основе специальных географических правил и команд. Поэтому компиляция данных в ГИС требует больших затрат. Это одна из причин, побуждающих пользователей к совместной работе над наборами данных ГИС.

10.4. ГИС - транзакционная система

Как и в других системах управления базами данных, база данных ГИС постоянно пополняется различными данными. Поэтому база данных ГИС, как и другие базы данных, должна поддерживать подобные транзакции. Однако у пользователей ГИС есть некоторые особые требования к транзакциям. Одним из основных условий является способность поддерживать длительные транзакции.

В ГИС одна операция редактирования может изменить многие строки данных во многих таблицах. Пользователи должны иметь возможность отменять и повторять операции редактирования. Сеанс редактирования может длиться часами или даже днями. Часто редактирование приходится выполнять в системе, отделенной от центральной, общей базы данных.

Во многих случаях основные обновления базы данных выполняются поэтапно. Например, в приложении к коммунальным службам эта работа обычно включает такие этапы, как "разработка", "предложение", "приемка", "реконструкция" и "сдача". Этот процесс в значительной степени цикличен.

Сначала составляется техническое задание и передается инженеру, затем постепенно изменяется по мере реализации отдельных этапов, и, наконец, все внесенные изменения возвращаются обратно в корпоративную базу данных.





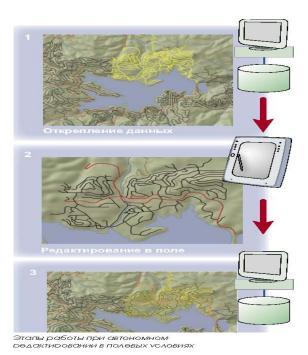


Рис. 10 - Распределенные географические базы данных

Рабочий процесс обновления и передачи данных может занимать дни или месяцы. Однако база данных ГИС должна оставаться доступной для поддержки повседневных операций и текущих обновлений, а пользователи должны иметь доступ к своим версиям общей базы данных ГИС. Вот еще примеры рабочих процессов управления данными в ГИС:

Техническое задание сначала составляется и передается инженеру, затем постепенно изменяется по мере реализации отдельных этапов, и, наконец, все внесенные изменения возвращаются обратно в корпоративную базу данных.

Оффлайн-редактирование: Некоторым пользователям необходима возможность "отделять" фрагменты базы данных ГИС и реплицировать (перемещать) их в другое место на независимой, отдельной системе. Например, чтобы отредактировать некоторые данные в полевых условиях, нужно взять часть данных с собой, отредактировать и обновить их на месте, а затем перенести изменения в основную базу данных.

Региональная база данных может быть частичной копией соответствующего "куска" основной базы данных ГИС предприятия. Эти базы данных должны периодически синхронизироваться для обмена изменениями, внесенными в каждую из них.

10.5. Репликация с косвенной (нежесткой) связью

Репликация с нежесткой связью в СУБД. Часто пользователи хотят синхронизировать контекст данных ГИС в нескольких копиях базы данных (называемых репликами), причем в каждом месте поддерживаются собственные локальные обновления базы данных. Время от времени пользователи хотят перенести эти обновления из каждой реплики базы данных в другие и синхронизировать их содержимое. Однако СУБД могут быть разными (например, SQL ServerTM, Oracle® и IBM® DB2®).

11. ГИС - Распределенная информационная система

11.1. Общие сведения

Сейчас в большинстве географических информационных систем данные слоев и таблиц поступают из разных организаций. Каждая организация разрабатывает более или менее весомую часть, а не все информационное наполнения своей ГИС. Обычно хотя бы некоторые слои данных поступают из внешних источников. Потребность в данных является стимулом для пользователей получать новые данные наиболее эффективными и быстрыми способами, в том числе приобретая части баз данных для своих ГИС у других ГИС-пользователей. Таким образом, управление данными ГИС осуществляется несколькими пользователями.

11.2. Функциональная совместимость

Распределенный характер ГИС подразумевает широкий диапазон совместимости между многими организациями и системами ГИС. Сотрудничество и взаимодействие между пользователями очень важно для ГИС.

Пользователи ГИС уже давно полагаются на взаимовыгодный обмен данными и совместную деятельность. Реальным отражением этой фундаментальной потребности являются непрекращающиеся усилия по созданию стандартов ГИС. Соблюдение отраслевых стандартов и общих принципов построения ГИС имеет решающее значение для успешного развития и широкого распространения этой технологии. ГИС должна поддерживать наиболее важные стандарты и быть способной адаптироваться по мере появления новых стандартов.

11.3. ГИС - сети

Многие наборы географических данных могут быть собраны и управляться как общий информационный ресурс и совместно использоваться сообществом пользователей. Кроме того, пользователи ГИС имеют собственное видение того, как можно обмениваться популярными наборами данных через Интернет.

Ключевые веб-сайты, называемые порталами каталогов ГИС, позволяют пользователям как размещать собственную информацию, так и искать доступную географическую информацию для использования. В результате ГИС-системы все больше подключаются к Всемирной паутине и получают новые возможности для обмена и использования информации.

Это видение укоренилось в сознании людей за последнее десятилетие и нашло отражение в таких концепциях, как Национальная инфраструктура пространственных данных (NSDI) и Глобальная инфраструктура пространственных данных (GSDI). Эти концепции постоянно развиваются и постепенно внедряются не только на национальном и глобальном уровнях, но и на уровне районов и муниципалитетов. В обобщенном виде эти концепции входят в понятие Инфраструктуры пространственных данных (SDI,Spatial Data Infrastructure).

ГИС-сеть, по сути, является одним из методов реализации и продвижения принципов SDI. Она объединяет множество пользовательских сайтов, способствует публикации, поиску и обмену географической информацией через Всемирную паутину.

Географические знания по своей природе распределены и плохо интегрированы. Вся необходимая информация редко содержится в одном экземпляре базы данных с собственной схемой данных. Пользователи ГИС взаимодействуют друг с другом, чтобы получить недостающие части своих данных ГИС. Через ГИС-сети пользователям легче устанавливать контакты и обмениваться накопленными географическими знаниями.



Три ключевых строительных блока в ГИС-сети

Рис. 11 - Сеть ГИС

В состав сети ГИС входят три основных строительных блока:

- Порталы каталогов метаданных, где пользователи могут провести поиск и найти ГИС-информацию в соответствии с их потребностями;
- ГИС-узлы, где пользователи компилируют и публикуют наборы ГИС-информации;
- Пользователи ГИС, которые ведут поиск, выявляют, обращаются и используют опубликованные данные и сервисы

11.4. Каталоги ГИС-порталов

Важным компонентом сети ГИС является каталог ГИС-портала с систематическим реестром различных мест хранения данных и наборов информации. Некоторые пользователи ГИС выступают в роли распорядителей данных, составляя и публикуя свои наборы данных для обмена между организациями. Они регистрируют свои информационные наборы в каталоге портала. С помощью поиска по этому каталогу другие пользователи могут найти и получить доступ к нужным им информационным наборам.

Портал каталога ГИС - это веб-сайт, на котором пользователи ГИС могут искать и находить необходимую им информацию ГИС. Предоставляемые возможности зависят от набора предлагаемых услуг сети данных ГИС, картографических услуг и услуг метаданных. Периодически сайт-портал каталога ГИС может проводить обзор каталогов связанных с ним сайтов-участников для публикации и обновления одного центрального каталога ГИС. Таким образом, каталог ГИС может содержать ссылки на источники данных, доступные как на данном сайте, так и на других сайтах. Предполагается, что будет создана серия таких каталожных узлов, и на их основе будет сформирована общая сеть - Инфраструктура пространственных данных.



Рис. 12 - Каталоги ГИС-порталов



ГИС-данные и сервисы документируются в виде каталожных записей в каталоге ГИС-портала, по которому можно проводить поиск кандидатов для использования в разных ГИС-приложениях.

Одним из примеров портала ГИС-каталога является портал правительства США (Geospatial One-Stop, см. www.geodata.gov). Этот портал позволит правительственным органам всех уровней и широкой общественности проще, быстрее и с меньшими затратами обращаться к географической информации.

