

Базовые информационные технологии: геоинформационные технологии

1. Геоинформационные технологии

Геоинформационные технологии – технологии, обеспечивающие сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно- координатных данных.

Геоинформационная система – это географическая информационная система, отображающая информацию на электронной карте. Эти системы являются новейшим классом информационных систем, интенсивно развивающихся в настоящее время.

Составные части ГИС:

- аппаратные средства;
- программное обеспечение;
- данные;
- исполнители;
- методы.

ГИС различаются предметной областью информационного моделирования:

- геоинформационные системы федерального и муниципального управления;
- природоохранные ГИС;
- системы проектирования;
- системы военного назначения и т.д.

Проблемная ориентация ГИС определяется решаемыми в ней задачами (научными и прикладными) среди них инвентаризация ресурсов (кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений.

Научные, технические, технологические и прикладные аспекты проектирования, создания и использования ГИС изучаются геоинформатикой.

В качестве примера рассмотрим ГИС муниципального управления, т. е. информационную систему большого города. Эта система должна обеспечивать информацией городские власти, органы охраны правопорядка, транспортников, энергетиков, связистов, торговлю, медицинские службы, образование и прочее. Следовательно, соответствующая информационная система, представляющая собой совокупность баз данных и географических карт (схем), причем такая, что каждая база данных привязана к точке на карте и представляет собой **муниципальную ГИС**.

Системы управления регулируют деятельность технических и социальных систем, функционирующих в некотором операционном пространстве (географическом, экономическом и т.п.) с явно выраженной пространственной природой. При решении задач социального и технического регулирования в системах управления используется масса пространственной информации: ***топография, гидрография, инфраструктура, коммуникации, размещение объектов.***

Таким образом, геоинформационные технологии **предназначены** для широкого внедрения в практику методов и средств работы с пространственно-временными данными, представляемыми в виде системы электронных карт, и предметно-ориентированных сред обработки разнородной информации для различных категорий пользователей.

Основной проблемой при реализации геоинформационных приложений является трудность формализованного описания конкретной предметной области и ее отображения на электронной карте.

Графическое представление какой-либо ситуации на экране компьютера подразумевает отображение различных графических образов. Сформированный на экране ЭВМ графический образ состоит из двух различных с точки зрения среды хранения частей – графической «подложки» или графического фона и других графических объектов. По отношению к этим другим графическим образам «образ-подложка» является «площадным», или пространственным двухмерным изображением.

Графическая информация, которая хранится в ГИС, не является статической. Она часто подвергается манипуляциям типа «сжать» и «растянуть» и более сложным и поэтому хранится, как правило, в векторном (а не в растровом) формате. Если исходная карта вводится в компьютер путем сканирования, то первоначальный растровый формат изображения подвергается специальной обработке, называемой **векторизацией**, т. е. между линиями и точками, составляющими изображение, устанавливаются геометрические и формульные соотношения.

Основным классом данных геоинформационных систем (ГИС) являются *координатные данные*, содержащие геометрическую информацию и отражающие пространственный аспект. Основные типы координатных данных: ***точка*** (узлы, вершины), ***линия*** (незамкнутая), ***контур*** (замкнутая линия), ***полигон*** (ареал, район). На практике для построения реальных объектов используют большее число векторных данных (например, ***висячий узел, псевдоузел, нормальный узел, покрытие, слой*** и др.).

Местоположение точки (точечного объекта) описывается парой координат (X,Y). Линейные объекты, такие как дороги, реки или трубопроводы, сохраняются как наборы координат X,Y. Полигональные

объекты, типа речных водосборов, земельных участков хранятся в виде замкнутого набора координат.

Рассмотренные типы данных имеют большее число разнообразных связей, которые можно условно разделить на три группы:

- взаимосвязи для построения сложных объектов из простых элементов;
- взаимосвязи, вычисляемые по координатам объектов;
- взаимосвязи, определяемые с помощью специального описания и семантики при вводе данных.

1.1. Векторные и растровые модели

Основой визуального представления данных при использовании ГИС-технологий является графическая среда, основу которой составляют векторные и растровые (ячеистые) модели.

Векторные модели основаны на представлении геометрической информации с помощью векторов, занимающих часть пространства, что требует при реализации меньшего объема памяти. Другим достоинством этих моделей является то, что векторные рисунки могут быть увеличены или уменьшены без потери качества. Это возможно, т. к. изменение размера рисунка производится с помощью простого умножения координат точек графических объектов на коэффициент масштабирования. Используются векторные модели в транспортных, коммунальных, маркетинговых приложениях ГИС.

Эти модели создаются в векторных графических редакторах. Так как векторные модели состоят из отдельных графических объектов, то они легко редактируются (каждый из объектов может быть перемещен, удален, увеличен или уменьшен и т. д.).

Векторными графическими редакторами являются системы компьютерного черчения. Использование систем компьютерного черчения позволяет создавать чертежи с гораздо большей точностью, а также измерять расстояния, углы, периметры и площади начерченных объектов. Векторными графическими редакторами являются также системы автоматизированного проектирования.

Широко распространенным форматом векторных графических файлов является формат WMF, который используется для хранения коллекции графических изображений Microsoft Clip Gallery. Некоторые программы обработки изображений используют оригинальные форматы, которые распознаются только самой создающей программой (например, векторный редактор StarOffice Draw сохраняет файлы в собственном формате SDA).

Мощные векторные графические редакторы содержат конверторы, которые позволяют преобразовывать растровые изображения в векторные рисунки.

В *растровых* моделях объект (территория) отображается в пространственные ячейки, образующие регулярную сеть. Каждой ячейке растровой модели соответствует одинаковый по размерам, но разный по характеристикам (цвет, плотность) участок поверхности. Ячейка модели характеризуется одним значением, являющимся средней характеристикой участка поверхности. Эта процедура называется пикселизацией. Растровые модели делятся на регулярные, нерегулярные и вложенные (рекурсивные или иерархические) мозаики. Плоские регулярные мозаики бывают трех типов: квадрат, треугольник и шестиугольник. Квадратная форма удобна при обработке больших объемов информации, треугольная – для создания сферических поверхностей. В качестве нерегулярных мозаик используют треугольные сети неправильной формы (Triangulated Irregular Network – TIN) и полигоны Тиссена. Они удобны для создания цифровых моделей отметок местности по заданному набору точек.

Универсальным форматом растровых графических файлов является формат BMP. Растровые графические файлы в этом формате имеют большой информационный объем, так как в них хранятся коды цветов всех точек изображения.

Для размещения изображений на Web-страницах в Интернете используются форматы растровых графических файлов, в которых используется сжатие. В растровом графическом формате GIF используется метод сжатия, который позволяет неплохо сжимать файлы, в которых много одноцветных областей изображения (логотипы, надписи, схемы). Файлы в формате GIF могут содержать не одну, а несколько растровых картинок, которые показываются одна за другой с указанной в файле частотой, чем достигается иллюзия движения (GIF-анимация). Недостатком формата GIF является ограниченная палитра, в которой не может быть больше 256 цветов.

Растровый графический формат PNG использует метод сжатия без потери данных и является усовершенствованным вариантом формата GIF, т. к. позволяет использовать в PNG-палитре до 16 миллионов цветов. При сохранении файлов в этом формате можно указать требуемую степень сжатия на шкале «высокая степень сжатия и плохое качество изображения – низкая степень сжатия и высокое качество изображения».

Для сжатия цифровых и отсканированных фотографий используется формат JPEG. Компьютер обеспечивает воспроизведение более 16 млн различных цветов, тогда как человек вряд ли способен различить более сотни цветов и оттенков. В формате JPEG отбрасывается «избыточное» для человеческого восприятия разнообразие цветов соседних пикселей. Применение этого формата позволяет сжимать файлы в десятки раз, однако

приводит к необратимой потере информации (файлы не могут быть восстановлены в первоначальном виде).

Процедуры создания графических образов в растровом и векторном редакторах практически одинаковы, однако существенно различаются результаты рисования. В растровом графическом редакторе созданный объект перестает существовать как самостоятельный элемент в конце процесса создания и становится лишь группой пикселей на рисунке. В векторном редакторе этот объект продолжает сохранять свою индивидуальность, и можно его копировать, перемещать, изменять его размеры, цвет и прозрачность.

Примеры графических редакторов изображены на рис. 4

Таким образом, векторная модель содержит информацию о местоположении объекта, а растровая о том, что расположено в той или иной точке объекта. Векторные модели относятся к бинарным или квазибинарным. Растровые позволяют отображать полутона. Основной областью использования растровых моделей является обработка аэрокосмических снимков.

Цифровая карта может быть организована в виде множества слоев (покрытий или карт подложек). Слои в ГИС представляют набор цифровых картографических моделей, построенных на основе объединения (типизации) пространственных объектов, имеющих общие функциональные признаки. Совокупность слоев образует интегрированную основу графической части ГИС.

Важным моментом при проектировании ГИС является размерность модели. Применяют двухмерные модели координат (2D) и трехмерные (3D). Двухмерные модели используются при построении карт, а трехмерные – при моделировании геологических процессов, проектировании инженерных сооружений (плотин, водохранилищ, карьеров и др.), моделировании потоков газов и жидкостей. Существуют два типа трехмерных моделей: псевдотрехмерные, когда фиксируется третья координата и истинные трехмерные.

Трёхмерная графика оперирует с объектами в трёхмерном пространстве. Обычно результаты представляют собой плоскую картинку, проекцию.

В трёхмерной компьютерной графике все объекты обычно представляются как набор поверхностей или частиц. Минимальную поверхность называют полигоном. В качестве полигона обычно выбирают треугольники.

Всеми визуальными преобразованиями в 3D-графике управляют матрицы (см. также: аффинное преобразование в линейной алгебре). В компьютерной графике используется три вида матриц:

- матрица поворота

- матрица сдвига
- матрица масштабирования

Любой полигон можно представить в виде набора из координат его вершин. Так, у треугольника будет 3 вершины. Координаты каждой вершины представляют собой вектор (x, y, z) . Умножив вектор на соответствующую матрицу, мы получим новый вектор. Сделав такое преобразование со всеми вершинами полигона, получим новый полигон, а преобразовав все полигоны, получим новый объект, повернутый/сдвинутый/промасштабированный относительно исходного.

Трёхмерное изображение отличается от плоского построением геометрической проекции трёхмерной модели сцены на экране компьютера с помощью специализированных программ.

При этом модель может как соответствовать объектам из реального мира (автомобили, здания, ураган, астероид), так и быть полностью абстрактной (проекция четырёхмерного фрактала).

Для получения трёхмерного изображения требуются следующие шаги:

- моделирование — создание математической модели сцены и объектов в ней.
- рендеринг (русск. визуализация) — построение проекции в соответствии с выбранной физической моделью.

1.2. Назначение и основные области использования ГИС

Большинство современных ГИС осуществляет комплексную обработку информации:

- сбор первичных данных;
- накопление и хранение информации;
- различные виды моделирования (семантическое, имитационное, геометрическое, эвристическое);
- автоматизированное проектирование;
- документационное обеспечение.

Основные области использования ГИС:

- электронные карты;
- городское хозяйство;
- государственный земельный кадастр;
- экология;
- дистанционное зондирование;
- экономика;
- специальные системы военного назначения.