

Лекция 10. Географические информационные системы

1. Эволюция географических информационных систем (ГИС)
2. Задачи ГИС
3. Классификация ГИС
4. Функциональные возможности ГИС
5. Ключевые составляющие ГИС
6. ГИС-моделирование
7. Преобразование данных в ГИС

1. Эволюция географических информационных систем (ГИС)

Географические информационные системы — это возможность нового взгляда на окружающий нас мир с помощью современной компьютерной технологии для картирования и анализа объектов реального мира, а также событий, происходящих на нашей планете. Эта технология объединяет традиционные операции работы с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

Понятие географической информационной системы сформировалось еще до появления компьютеров. Ранние ГИС использовали нарисованные от руки и накладываемые друг на друга слои из прозрачного материала (кальки), которые содержали информацию о почвах, рельефе и растительности. Разглядывая их на просвет, ландшафтные архитекторы и градостроители могли принимать обоснованные решения о наилучших местах для размещения новых сооружений, учитывая практические потребности и параметры окружающей среды. В начале 1960-х гг. разработанные в Гарвардском университете и Массачусетском технологическом институте (США) универсальные компьютеры и программное обеспечение сформировали основу для автоматизированной обработки географической информации.

Первая реально работающая ГИС появилась в Канаде в начале 1960-х гг. ГИС развивались на базе информационно-поисковых систем и позднее — картографических банков данных. Информационные системы рассматривались как первый этап автоматизированного создания карт, позднее в функции стали включать блоки математико-картографического моделирования и автоматизированного воспроизведения карт. Большинство ГИС и сейчас включают в свои задачи создание карт или используют картографические материалы как источник базовой информации.

Понятие «географическая информационная система» очень комплексно и сильно меняется во времени. Приведем одно из его определений:

Географическая информационная система — информационная система, Географическая информационная система — система технических средств, программного обеспечения и процедур, предназначенная для сбора пространственных данных, управления и манипулирования ими, для анализа, моделирования и отображения в целях решения комплекса задач по планированию и управлению.

Научным обоснованием, проектированием, созданием, эксплуатацией и использованием географических информационных систем, разработкой геоинформационных технологий и прикладными аспектам или приложениями ГИС для практических или научных целей занимается *геоинформатика*. В ее задачи входят как научные и технологические разработки, так и производственная деятельность.

2. Задачи ГИС

Основные задачи, которые решаются с помощью ГИС:

- ведение комплексного и отраслевого кадастра;
- поиск и рациональное использование природных ресурсов;
- мониторинг экологических ситуаций;
- контроль условий жизни населения (здравоохранение, социальное обслуживание);
- картографирование - создание тематических карт, национальных и региональных атласов, обновление карт);
- территориальное и отраслевое планирование и управление промышленностью, сельским хозяйством, транспортом, энергетикой и многие другие.

3. Классификация ГИС

Существуют различные *классификации ГИС*, например по территориальному охвату (общенациональные и региональные ГИС); по целям (многоцелевые, специализированные, в том числе информационно-справочные, инвентаризационные, для нужд планирования, управления); по тематической ориентации (общегеографические, отраслевые, в том числе водных ресурсов, использования земель, лесопользования, рекреации и др.).

4. Функциональные возможности ГИС:

- ввод данных в машинную среду путем импорта из существующих наборов цифровых данных или с помощью оцифровки источников данных;
- преобразование данных, включая их конвертирование из одного формата в другой, трансформацию картографических проекций, изменение систем координат;
- хранение, манипулирование и управление данными во внутренних и внешних базах данных;
- картометрические операции;
- средства персональных настроек пользователей.

Следует заметить, что *ГИС — это не инструмент для выдачи решений, а средство, помогающее ускорить и повысить эффективность процедуры*

принятия решений, обеспечивающее ответы на запросы и функции анализа пространственных данных, представления результатов анализа в наглядном и удобном для восприятия виде. ГИС помогает, например, в решении таких задач, как предоставление разнообразной информации по запросам органов планирования, разрешение территориальных конфликтов, выбор оптимальных (с разных точек зрения и по разным критериям) мест для размещения объектов и т.д. Требуемая для принятия решений информация может быть представлена в лаконичной картографической форме с дополнительными текстовыми пояснениями, графиками и диаграммами. Можно достаточно быстро рассмотреть несколько вариантов решения и выбрать наиболее эффективный и эффективный.

5. Ключевые составляющие ГИС

Работающая ГИС включает в себя пять ключевых составляющих: аппаратные средства, программное обеспечение, данные, исполнителей и методы.

Аппаратные средства — это компьютер, на котором работает ГИС. В настоящее время ГИС работают на различных типах компьютерных платформ — от персональных компьютеров до централизованных серверов.

Программное обеспечение ГИС содержит функции и инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической (пространственной) информации. Ключевые компоненты программных продуктов: инструменты для ввода и оперирования географической информацией; система управления базой данных (DBMS, или СУБД); инструменты поддержки пространственных запросов, анализа и визуализации (отображения); графические пользовательские программы (GUI, или ГИП) для легкого доступа к инструментам.

Данные (информационное обеспечение). Данные о пространственном положении (географические данные) и связанные с ними табличные данные могут собираться и подготавливаться самим пользователем либо приобретаться. В процессе управления пространственными данными ГИС интегрирует пространственные данные с другими типами и источниками данных, а также может использовать СУБД, применяемые многими организациями для упорядочивания и поддержки имеющихся в их распоряжении данных. Часто используются геодезические, кадастровые данные, материалы дистанционного зондирования, текстовые данные и т.д.

Исполнители. Пользователями ГИС могут быть как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, так и конечные пользователи, которым ГИС помогает решать различные задачи.

Методы. Методы работы ГИС и эффективность их применения во многом зависят от правильно составленного плана и правил работы, которые обусловлены спецификой решаемых задач.

6. ГИС-моделирование — создание многослойной электронной карты, в которой опорный слой описывает географию определенной территории, а каждый из остальных слоев — один из аспектов состояния этой территории. Выявление взаимосвязей, прогнозирование, оценка объектов и явлений

осуществляются на основе различного сочетания и сопряженного анализа этих слоев.

ГИС хранит информацию о реальном мире в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе географического положения. Этот простой, но очень гибкий подход доказал свою ценность при решении разнообразных реальных задач: для отслеживания передвижения транспортных средств и материалов, детального отображения реальной обстановки и планируемых мероприятий, моделирования глобальной циркуляции атмосферы.

Слой — совокупность однотипных пространственных объектов, относящихся к одной теме или классу объектов в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев.

Данные, встречающиеся на карте, представляют собой связанные объекты. Каждый *объект* может быть описан одним или несколькими геометрическими примитивами и атрибутами. К геометрическим примитивам относятся прежде всего точки, линии и площади. Атрибуты — это числовые или символьные характеристики, содержащиеся в базе данных, они могут относиться как к самим примитивам, так и к объектам.

Совокупность примитивов и атрибутов образует простой объект. Совокупность простых объектов образует сложный, или составной, объект. Все объекты и примитивы должны иметь свой номер или идентификатор, при помощи которого можно привязать к графической информации тематическую.

Любая географическая информация содержит сведения о пространственном положении, будь то привязка к географическим или другим координатам, ссылки на адрес, почтовый индекс, избирательный округ или округ переписи населения, идентификатор земельного или лесного участка, название дороги и т. п. При использовании подобных ссылок для автоматического определения местоположения или местоположений объектов применяется процедура, называемая *геокодированием*. С ее помощью можно быстро определить и посмотреть на карте, где находится интересующий вас объект или явление.

7. Преобразование данных в ГИС

ГИС может работать с двумя существенно различающимися типами данных — *векторными* и *растровыми*. В векторной модели информация о точках, линиях и полигонах кодируется и хранится в виде набора координат X , Y . Местоположение точки (точечного объекта), например буровой скважины, 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 или областей обслуживания, хранятся в виде замкнутого набора координат. Векторная модель особенно удобна для описания дискретных объектов и меньше подходит для описания непрерывно меняющихся свойств, таких как типы почв или доступность объектов. Растровая модель оптимальна для работы с непрерывными свойствами. Растровое изображение представляет

собой набор значений для отдельных элементарных составляющих (ячеек), оно подобно отсканированной карте или картинке. Обе модели имеют свои преимущества и недостатки. Современные ГИС могут работать как с векторными, так и с растровыми моделями.

ГИС обычно выполняет с данными пять процедур: ввод, манипулирование, управление, запрос и анализ, визуализацию.

Ввод. Для использования в ГИС данные должны быть преобразованы в подходящий цифровой формат. Процесс преобразования данных с бумажных носителей в компьютерные файлы называется оцифровкой. В современных ГИС этот процесс может быть автоматизирован с применением сканерной технологии, что особенно важно при выполнении крупных проектов, либо, при небольшом объеме работ, данные можно вводить с помощью диджитайзера. Многие данные уже переведены в форматы, напрямую воспринимаемые ГИС-пакетами.

Манипулирование. Часто для выполнения конкретного проекта имеющиеся данные нужно дополнительно видоизменить в соответствии с требованиями вашей системы. Например, географическая информация может быть в разных масштабах (осевые линии улиц — в масштабе 1:100 000, границы округов переписи населения — в масштабе 1:50 000, а жилые объекты — в масштабе 1:10 000). Для совместной обработки и визуализации все данные удобнее представить в едином масштабе. ГИС-технология предоставляет разные способы манипулирования пространственными данными и выделения данных, нужных для конкретной задачи.

Управление. В небольших проектах географическая информация может храниться в виде обычных файлов. Но при увеличении объема информации и росте числа пользователей для хранения, структурирования и управления данными эффективнее применять системы управления базами данных. В ГИС наиболее удобно использовать реляционную структуру, при которой данные хранятся в табличной форме.

Запрос и анализ. В ГИС вы сможете получать ответы на простые вопросы (Кто владелец данного земельного участка? На каком расстоянии друг от друга расположены эти объекты? Где расположена данная промзона?) и более сложные, требующие дополнительного анализа, запросы (Где есть места для строительства нового дома? Каков основной тип почв под еловыми лесами? Как повлияет на движение транспорта строительство новой дороги?). С помощью ГИС можно выявлять и задавать шаблоны для поиска, проигрывать сценарии по типу «что будет, если». Современные ГИС имеют множество мощных инструментов для анализа, среди них наиболее значимы два: анализ близости и анализ наложения. Для проведения анализа близости объектов друг относительно друга в ГИС применяется процесс, называемый *буферизацией*. Он помогает ответить на вопросы типа: Сколько домов находится в пределах 100 м от этого водоема? Сколько покупателей живет не далее 1 км от данного магазина? Какова доля добытой нефти из скважин, находящихся в пределах 10 км от здания руководства данного НГДУ? Процесс наложения включает интеграцию данных, расположенных в

разных тематических слоях. В простейшем случае это — операция отображения, но при ряде аналитических операций данные из разных слоев объединяются физически. Наложение, или пространственное объединение, позволяет, например, интегрировать данные о почвах, уклоне, растительности и землевладении со ставками земельного налога.

Визуализация. Для многих типов пространственных операций конечным результатом служит представление данных в виде карты. Это очень эффективный и информативный способ хранения, представления и передачи географической (имеющей пространственную привязку) информации. С помощью ГИС визуализация самих карт может быть легко дополнена отчетными документами, трехмерными изображениями, графиками и таблицами, фотографиями и другими средствами (например, мультимедийными).

Литература:

1. Гершензон, В.Е. Информационные технологии в управлении качеством среды обитания: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений/ В.Е. Гершензон, Е. В. Смирнова, В. В. Элиас; под ред. В.Е. Гершензона. М.: Издат. центр «Академия», 2003. – 288 с.
2. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии (Учебное пособие). - Самара: Самарский научный центр РАН, 2000. - 396 с.
3. Цхай, А. А. Введение в экологическое моделирование. / А. А. Цхай, М. Пулян, Л. Н. Бельдеева, Дж. Ганулис, И. В. Жерелина, В. И. Квон, В. В. Кириллов, С. А. Ляхова, Х.-П. Нахтнебел, Н. З. Нечай. – Барнаул: Изд-во «Азбука», 2001. – 315 с.