

Оглавление

Предисловие	7
Введение	8
I. Теоретическая часть.....	10
Тема 1. Геоинформационные системы, основные понятия, особенности. Классификация и функции геоинформационных систем	10
1. Геоинформатика и геоинформационные системы, основные понятия. Особенности геоинформационных систем.....	10
2. История становления геоинформационных систем.....	13
3. Данные, информация и знания в геоинформационных системах.....	14
4. Классификация геоинформационных систем.....	15
5. Функции геоинформационных систем.....	17
Контрольные вопросы.....	19
Тема 2. Основные компоненты геоинформационных систем. Источники и модели данных	20
1. Основные компоненты геоинформационных систем	20
2. Источники данных геоинформационных систем	21
3. Понятие цифровой карты, качество цифровых карт	23
4. Отображение объектов реального мира в геоинформационных системах.....	25
5. Структуры и модели данных геоинформационных систем.....	26
Контрольные вопросы.....	30
Тема 3. Управление базами данных.....	31
1. Особенности базы данных геоинформационных систем.....	31
2. Организация связи пространственной и атрибутивной информации в геоинформационных системах.....	34
3. Управление данными в геоинформационных системах.....	36
4. Системы управления базами данных в геоинформационных системах.....	37
5. Функции системы управления базы данных.....	38
Контрольные вопросы.....	41
Тема 4. Анализ пространственных данных.....	41
1. Цели и задачи пространственного анализа.....	41

2. Основные функции пространственного анализа данных	42
3. Анализ пространственного распределения объектов	46
4. Картографические способы отображения результатов анализа данных	48
Контрольные вопросы	49
Тема 5. Картографические проекции. Визуализация данных в ГИС	49
1. Картографические проекции	49
2. Электронные карты и атласы	55
3. Трехмерная визуализация	56
Контрольные вопросы	57
Тема 6. Цифровое моделирование рельефа	57
1. Поверхность и цифровая модель рельефа.....	57
2. Нерегулярные триангуляционные сети	59
3. Растровая цифровая модель местности.....	61
4. Интерполяции при создании цифровых моделей рельефа.....	62
5. Технология построения цифровых моделей рельефа.....	64
Контрольные вопросы	66
Тема 7. ГИС как основа интеграции пространственных данных и технологий	66
1. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли	66
2. Компьютерные методы обработки спутниковых данных	70
3. Геоинформационные системы и глобальные системы позиционирования.....	70
4. Геоинформационные системы и Интернет	72
Контрольные вопросы	75
Тема 8. Краткий обзор программных средств в области геоинформатики, используемых в России.....	75
1. Обзор инструментальных геоинформационных систем	75
2. Перспективы развития и будущее геоинформационных систем	79
Контрольные вопросы	82
II. Практическая часть.....	83
Тема 1. Программное обеспечение ArcGIS Desktop, общие сведения	83

Тема 2. Создание проекта	84
2.1. Понятие проекта	84
2.2. Режимы работы в проекте	85
2.3. Упражнение. Создание проекта и основные элементы интерфейса	85
Тема 3. Управление видом.....	90
3.1. Упражнение. Навигация в проекте.....	91
Тема 4. Системы координат и проекции	94
4.1. Географическая и спроектированная системы координат.....	95
4.2. Локальная система координат	96
4.3. Распространенные географические системы координат	96
4.4. Проекция	97
4.5. Переход между системами координат	97
4.6. Упражнение 1. Назначение спроектированной системы координат фрейму данных	98
4.7. Упражнение 2. Смена географической системы координат.....	101
4.8. Упражнение 3. Экспорт данных в другой системе координат (перепроектировка)	104
Тема 5. Данные геоинформационных систем.....	105
5.1. Общие требования к данным в ГИС.....	107
5.2. Упражнение 1. Обзор основных типов данных.....	107
Тема 6. Структура данных в ГИС.....	114
6.1. Упражнение 1. Организация данных в ГИС.....	115
Тема 7. Векторные, растровые данные.....	120
7.1. Упражнение 1. Загрузка и отображение векторных и растровых данных, элементарные составляющие этих типов данных.....	122
III. Лабораторная часть.....	128
Тема 1. Знакомство с интерфейсом ArcCatalog и ArcMap. Освоение начальных навыков работы в среде ArcGIS 10.0.....	128
Лабораторная работа № 1.....	128
Тема 2. Картографические проекции и системы координат. Управление отображением слоя, изменение легенды, надписывание объектов	134

Лабораторная работа № 2.....	134
Тема 3. Вид компоновки. Подготовка карты к выводу на печать	140
Лабораторная работа № 3.....	140
Тема 4. Редактирование существующих и создание новых пространственных данных.....	147
Лабораторная работа № 4.....	147
Тема 5. Редактирование атрибутов объектов. Топологическое редактирование.....	154
Лабораторная работа № 5.....	154
Тема 6. Векторная трансформация пространственных данных	162
Лабораторная работа № 6.....	162
Тема 7. Импорт данных САПР	168
Лабораторная работа № 7.....	168
Тема 8. Перенос атрибутов пространственных объектов	173
Лабораторная работа № 8.....	173
Вопросы для итогового контроля.....	179
Вопросы для экспресс-опроса контроля усвоения практической части.....	181
Вопросы для составления теста для оценки качества усвоения лабораторного курса.....	183
Вопросы для защиты отчета по лабораторным работам.....	188
Литература	190

Предисловие

Учебное издание ставит своей целью ввести читателя в сферу геоинформационных технологий, развить теоретические знания в области геоинформатики и помочь освоить практические навыки работы с программными комплексами геоинформационных систем. Издание базируется на основе детального материала учебно-методических трудов [3, 4, 5, 6] автором которых является Селюков В. И. и фундаментальных трудов в раскрываемой тематике [1, 2] авторов Капралова Е. Г., Кошкарева А. В., Тикунова В. С.

Данное учебное пособие предназначено для студентов среднего профессионального образования по специальностям: «Рациональное использование природохозяйственных комплексов»; «Природоохранное обустройство территорий» при освоении дисциплин в области информационных технологий, геоинформатики, геоинформационных систем. А также, будет полезно при освоении пакетов прикладных лицензионных и свободно распространяемых программных комплексов в области профессиональной деятельности выпускников.

Так как целью учебного издания поставлено развить теоретические знания и практические навыки в указанных областях учебное пособие разбито на три части, где первая часть «Теоретическая» посвящена изложению накопленных знаний в области геоинформатики, а вторая и третья части пособия «Практическая часть» носят прикладной характер, где раскрыто проведение практических занятий и лабораторных работ.

Введение

Географические информационные системы (геоинформационные системы) лежат в основе геоинформатики — новой современной научной дисциплины, изучающей природные и социально-экономические географические системы различных уровней иерархии посредством аналитической компьютерной обработки создаваемых баз данных различного типа и имеющих баз знаний.

Геоинформатика, как и другие науки о земной поверхности, направлена на изучение процессов и явлений, происходящих в геосистемах, но в отличие от других она завязана исключительно на своих современных технических средствах и специальных методах.

Основой геоинформатики является создание компьютерных геоинформационных систем, имитирующих процессы, происходящие в изучаемой географической системе (геосистеме). Для этого необходимо использование информации — как правило, фактического материала, который группируется и систематизируется в базах данных и базах знаний. Информация может быть самой разнообразной — картографической, точечной, векторной, статической, динамической описательной, качественной и любой другой, подходящей под требования геоинформатики.

Учитывая специфику предмета, в независимости от поставленной цели, обработка информации ее может производиться только с помощью существующих программных продуктов на основе различных методик.

Основные задачи изучения дисциплины включают: освоение базового понятийно-терминологического аппарата; методологии представления и обработки геоданных в специализированной вычислительной среде; изучение главных направлений применения технологии географических информационных систем; формирование навыков представления географических объектов средствами современной компьютерной графики; оценку и анализ географической информации с использованием технологии геоинформационных систем.

Карты и картографическая информация используются сотни лет, но сравнительно недавно, около 50 лет назад,

графическая и описательная информация были объединены для создания первой географической информационной системы. Этот принцип является одним из важнейших основополагающих принципов геоинформационных систем.

Первые геоинформационные системы появились в организациях связанных именно с управлением природными ресурсами и эта сфера их применения носит наиболее прикладной характер. В современном мире развитие геоинформационных систем, связано с бурным развитием информационных технологий и их технической оснащенности и производительности.

Ресурсная база первых геоинформационных систем представляла собой большие площади, занятые громоздкой аппаратурой и километрами коммуникаций. Основной функцией таких систем была пространственно-описательная информация об объектах — координаты объектов. Первой геоинформационной системой принято считать систему, созданную в 1962 году в Канаде, Аланом Томлинсоном, которая так и называлась Канадская географическая информационная система. Спустя годы появились первые общедоступные, полнофункциональные геоинформационные системы, способные работать на персональных электронно-вычислительных машинах имеющих современную конфигурацию, недавно — в 1994 г (Arcview 2.0), бурное развитие области геоинформационных систем следует связывать именно с ними.

Считается, что геоинформационные системы является лучшим способом хранения информации об участке географического сегмента как суши, так и водной поверхности. Для всех современных организаций любой сферы деятельности, особенно для организаций непосредственно управляющими территориями, например, администрациям особо охраняемых природных территорий, отделами по природообустройству и водопользованию, управлений различного рода, геоинформационная система и ее компоненты становится инструментарием без которого невозможно вести качественную работу на современном уровне.

I. Теоретическая часть

Тема 1. Геоинформационные системы, основные понятия, особенности. Классификация и функции геоинформационных систем

План

1. Геоинформатика и геоинформационные системы, основные понятия. Особенности геоинформационных систем
2. История становления геоинформационных систем
3. Данные, информация и знания в геоинформационных системах
4. Классификация геоинформационных систем
5. Функции геоинформационных систем

1. Геоинформатика и геоинформационные системы, основные понятия. Особенности геоинформационных систем

Современные информационные системы, как правило, являются цифровыми, то есть, основаны на использовании компьютерной техники, и информация в них находится в цифровом виде. Информационные системы, создаются с использованием специального программного обеспечения, называемого системами управления базами данных (СУБД), а упорядоченные массивы данных, организованные с помощью СУБД, называются базами данных.

Существуют специализированные пространственные информационные системы для работы с информацией об объектах и явлениях, которые имеют привязку к определенной позиции в пространстве и для которых важную роль играет их положение, форма, размеры, взаиморасположение по отношению к другим объектам и явлениям. Такие системы относятся к классу геоинформационных систем.

Специфический отдел информатики, имеющий дело с такой пространственно привязанной информацией, **называется геоинформатикой**. Отсюда — географическая информационная система, геоинформационная система (далее по тексту — ГИС).

Разберем три части термина геоинформационная система.

Географическая — подразумевает работу с пространственными объектами, положение которых описывается системой координат, т. е. для ГИС характерны методы присущи географической науке, которая изучает и представляет закономерности присущие природным и антропогенным объектам в пределах географической оболочки земли. Географическая оболочка земли включает: литосферу, гидросферу, биосферу, атмосферу — пределы проникновения жизни.

Информационная — как такого определения не существует. Это совокупность данных и знаний, которые подлежат обработке и представлению. С точки зрения ГИС особым видом информации является знание, определенным образом упорядоченных данных и предписаний по их использованию.

Система — определенным образом упорядоченная совокупность компонентов, образующих функциональное целое. Целостность — универсальное свойство системы, функциональное — значит предназначено для чего-то.

Географическая информационная система или геоинформационная система (ГИС) — это информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, анализ и отображение пространственных данных и связанных с ними непространственных, а также получение на их основе информации и знаний о географическом пространстве.

Из определения следует, что данные для ГИС делятся на два отличительных класса:

- *пространственные данные;*
- *непространственные, атрибутивные данные.*

Пространственные представляют положение объекта в пространстве и содержат описание пространственного положения в принятой системе координат (карты, космо-, фото-, аэро-снимки, видеоизображение, результаты непосредственных геодезических измерений в виде снимков). Пространственные данные в ГИС хранятся в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе их географического положения. Такой гибкий подход и возможность геоинформационных систем работать как с векторными, так и с растровыми моделями данных.

Непространственные (атрибутивные) данные содержат характеристику свойств субъектов, которые представляются обычно в табличной форме и может содержать любые виды данных (текст, числовые значения, фото, видео — изображение, звуковые данные).

Пространственно-распределенная информация в ГИС кодируется в одной из моделей пространственных данных, а непространственная или атрибутивная информация — в виде реляционных таблиц, обрабатываемых СУБД.

Основной особенностью ГИС является географическая привязка обрабатываемых данных. ГИС объединяет традиционные операции при работе с базами данных — запрос и статистический анализ — с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта.

Эта особенность дает уникальные возможности для применения ГИС в решении широкого спектра задач, связанных с анализом явлений и событий, прогнозированием их вероятных последствий, планированием стратегических решений.

Геоинформационные системы тесно связаны с другими информационными системами и используют их данные для анализа объектов.

ГИС отличают:

- развитые аналитические функции;
- возможность управлять большими объемами данных;
- инструменты для ввода, обработки и отображения пространственных данных.

Распространено мнение, утверждающее тождественность понятий «географические информационные системы» и «пространственные (пространственно-координированные, пространственно-распределенные) информационные системы», т. е. слово «географические» в данном контексте имеет смысл не обозначения науки, а характеристики пространственности. При таком подходе нельзя поставить в один ряд с географическими системами геологические, геофизические и другие системы, что также встречается в литературе. Они все являются пространственными, а следовательно, и географическими.

Естественно и то, что ГИС объединяет в единую систему пространственную информацию и информацию других типов для решения пространственных задач.

2. История становления геоинформационных систем

Первый этап развития ГИС 60-ые г. XX в.. в недрах Пентагона США и СССР ВПК (военно-промышленный комплекс) зарождаются основы цифровой картографии, система создания картографических данных на основе использования компьютерных технологий — исследования носят закрытый характер. Информация накапливается, разрабатываются способы ее обработки в компьютерных системах и способы представления, визуализации.

Второй этап середина 70-ых г. XX в. Это первые опыты использования ГИС для решения хозяйственных нужд.

Первыми использовали ГИС лесники. Они первыми внедрили ГИС для учета и планирования лесотехнических работ. После этого началось внедрение ГИС в другие отрасли. В первую очередь в политику, потом и в землеустройство, геологию (особенно в части геологоразведки), в водное хозяйство и др.

Характерные черты развития ГИС на этом этапе:

- техника начинает развиваться;
- относительная недоступность вычислительной техники, ее было мало;
- низкий уровень быстродействия;
- отсутствие специалистов в области информационной технологии.

Третий этап 80–90-ые гг. интенсивное внедрение ГИС и формирование рынка геоинформационной системы услуг. Характерно внедрение ГИС в сферу управления территориального развития передовых стран Европы и Азии, начал формироваться потребитель ГИС.

MicrStation — первая фирма. В этот период компьютеры стали доступнее, возрастает быстродействие вычислительных систем, возрастает объем памяти при компактных размерах компьютера.

Четвертый этап начало 90-ых г. Стремительное развитие ГИС их проникновение во все сферы хозяйственной

деятельности. Причины «бума»: удешевление компьютеров, формирование грамотного потребителя, большого количества специалистов, увеличение объемов памяти.

3. Данные, информация и знания в геоинформационных системах

Термины «данные», «информация» и «знания», применительно геоинформационным системам, хотя и имеют много общего, заметно разнятся по своей сути.

Под данными понимается совокупность фактов, известных об объектах, либо результаты измерения этих объектов. В составе элемента данных ГИС выделяют три основных компонента [1]:

- 1) атрибутивные сведения, которые содержат описательную информацию об объекте;
- 2) географические сведения, характеризующие его положение в пространстве относительно других данных;
- 3) временные сведения, описывающие момент или период времени, для которого предоставляются данные.

В составе ГИС данные выступают как сырье, которое путем обработки можно превратить в информацию, т. е. данные — это как бы строительный элемент в процессе создания информации.

Что же касается термина «информация», здесь складывается парадоксальная ситуация — разработаны количественные методы вычисления информации, имеется множество определений понятия «информация», но при этом существующие теории не дают адекватного, качественного понимания ее смысловой сущности. В практическое понимание «информации» в настоящее время в основном включаются процессы обмена разнообразными сведениями между людьми, человеком и автоматом, процессы взаимодействия объектов живой и неживой природы и др.

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

В таком контексте **знания можно рассматривать** как результат интерпретации информации. *Наиболее общее опреде-*

ление: **знание** — это результат познания действительности, получивший подтверждение в практике. Научное знание отличается своей систематичностью, обоснованностью и высокой степенью структуризации.

Информационные системы можно рассматривать как эффективный инструмент 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.

4. Классификация геоинформационных систем

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.

На самом общем уровне следует различать системы, распространяемые коммерчески т. е. универсальные средства для разработки конкретных геоинформационных систем и заказные разработки, выполненные под индивидуальные проекты ориентированные на конкретного пользователя, и не обладающие необходимой универсальностью, поддержкой развития, изданной и популярно написанной документацией и рядом других свойств, характерных для рыночного товара. Таким образом, **по функциональным возможностям** выделяют три типа ГИС:

1) **полнофункциональные ГИС общего назначения или инструментальные ГИС.** Предназначены для самых

разнообразных задач: для организации ввода информации (как картографической, так и атрибутивной), ее хранения (в том числе и распределенного, поддерживающего сетевую работу), обработки сложных информационных запросов, решения пространственных аналитических задач, построения производных карт и схем и, наконец, для подготовки к выводу на печать оригинал-макетов картографической и схематической продукции. Как правило, инструментальные ГИС поддерживают работу, как с растровыми, так и с векторными изображениями, имеют встроенную базу данных для цифровой основы и атрибутивной информации или поддерживают для хранения атрибутивной информации одну из распространенных баз данных: Paradox, Access, Oracle и др.;

2) **специализированные ГИС** т.е. разработанные под конкретного пользователя, обеспечивают пользование созданными с помощью инструментальных ГИС базами данных. Как правило, такие системы предоставляют пользователю (если предоставляют вообще) крайне ограниченные возможности пополнения баз данных. Они имеют широкий но фиксированный набор запросов к базе данных и предназначены для отображения и анализа существующей в базе данных пространственной и атрибутивной информации. Такие ГИС всегда входят составной частью в средние и крупные проекты, позволяя сэкономить затраты на создание части рабочих мест, не наделенных правами пополнения базы данных;

3) **информационно-справочные системы** для домашнего и информационно-справочного пользования.

Классификация ГИС по архитектуре построения включает два типа систем:

1) **закрытые системы** — не имеют возможностей расширения, они способны выполнять только тот набор функций, который однозначно определен на момент покупки.

2) **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 различают:

- глобальные (планетарные);

- общенациональные;
- региональные;
- локальные (в том числе муниципальные).

По проблемно-тематической ориентации:

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

По способу организации географических данных:

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

5. Функции геоинформационных систем

Функциональность отдельно взятой ГИС определяется программным обеспечением этой системы. Самые общие функции, присущие любой ГИС это:

- получение данных, их ввод в цифровую среду;
- хранение (в том числе обновление, или актуализация) данных;
- обработка данных;
- вывод, распространение и использование данных, включая принятие решений на их основе.

Большинство современных ГИС осуществляют комплексную обработку данных и информации. Общую технологическую схему ввода, обработки и вывода данных в ГИС можно представить в виде набора обобщенных функций ГИС:

1. Ввод и редактирование данных. Сюда входит аналого-цифровое преобразование данных, в том числе методы и технологии *цифрования* картографических источников с помощью *цифрователей (дигитайзеров)* с ручным обводом или путем *сканирования* аналоговых оригиналов с последующей *векторизацией*, а также импорт готовых цифровых данных.

2. Поддержка моделей пространственных данных. Полученная цифровая модель может существовать, храниться и обрабатываться в рамках определенных моделей (представлений); к ним относят *растровую, векторную* и иные двух- и трехмерные *модели данных*.

3. Хранение данных. Проектирование и ведение баз данных (БД) атрибутивной информации ГИС, поддержка функций систем управления базами данных (СУБД), включая ввод, хранение, манипулирование, обработку запросов (в том числе пространственных), поиск, выборку, сортировку, обновление, сохранение целостности и защиту данных.

4. Преобразование систем координат и трансформация картографических проекций. Наиболее распространенные задачи — переход от условных декартовых прямоугольных координат источника к географическим координатам, пересчет координат пространственных объектов из одной картографической проекции в другую.

5. Растрово-векторные операции. Обслуживают возможности совместного использования двух наиболее употребительных моделей пространственных данных — растровой и векторной, экспорт и импорт в среду других программных продуктов, ввод или вывод данных. Автоматическое или полуавтоматическое преобразование (конвертирование) растрового представления пространственных объектов в векторное (*векторизация*), векторного — в растровое (*растеризация*) и графическое совмещение растровых и векторных слоев данных.

6. Измерительные операции и операции аналитической (координатной) геометрии. Вычисление длин отрезков прямых и кривых линий, площадей, периметров, объемов, характеристик форм объектов и т. п., автоматизация обработки данных геодезических измерений.

7. Полигональные операции. Включают определение принадлежности точки полигону, линии полигону, наложение полигонов, уничтожение границ и слияние полигонов.

8. Пространственно-аналитические операции (операции пространственного анализа). Одна из базовых функциональных групп ГИС, включающая анализ близости (окрестности), расчет и анализ зон видимости/невидимости, анализ сетей (сетевой анализ), расчет и построение буферных зон (буферизация).

9. Пространственное моделирование (геомоделирование). Построение и использование моделей пространственных объектов и их взаимосвязей.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru