

Применение ГИС- технологий в организации транспортного процесса

СКИФ



Кафедра «Эксплуатация транспортных систем
и логистика»

Лекционный курс

Автор

Апальков А.Ф.

Аннотация

Лекционный курс предназначен для магистрантов. Раскрывает базовые знания для ведения научно-исследовательской работы и закладывает основы для подготовки к государственному экзамену и защите магистерской диссертации.

Апальков Александр Федосеевич

к.т.н., профессор

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекция 1	4
Лекция 2	9
Лекция 3	12
Лекция 4	14
Лекция 5	16

ЛЕКЦИЯ 1

Гис-технология

В последнее десятилетие технология Географических Информационных Систем (ГИС-технология):

- компьютерная технология ввода, хранения, обработки и представления пространственно координированной информации, получила широкое распространение во многих странах мира.

Среди них в первую очередь следует назвать США, Канаду, Швецию, Великобританию, Нидерланды, Францию и Германию, в которых к настоящему времени накоплен значительный опыт разработки и приложений ГИС-технологии. Ежегодно в мире проводятся десятки

международных конференций и семинаров разработчиков, пользователей и продавцов программного и аппаратного обеспечения ГИС. Можно « говорить о том, что в мире уже сформировалась целая индустрия ГИС, оборот которой измеряется многими миллиардами долларов США. Спектр приложения ГИС-технологии необычайно широк. Она находит применение не только в географии, как это можно предположить из названия, но также в кадастровых исследованиях, лесном, водном и сельском хозяйстве, инженерном проектировании, бизнесе, коммерции, региональном управлении и планировании, военном деле... Перечень этот может быть продолжен. Отметим только, что будучи синтезом современных достижений географии, картографии, математики, компьютерной графики, дистанционного зондирования, вычислительной техники, ГИС-технология является в настоящее время наиболее адекватным инструментом междисциплинарных проектов, к которым относятся все достаточно крупные

проекты, связанные с проблемами охраны и рационального использования природных ресурсов, включая контроль за состоянием, его анализ и оценку, прогноз изменений. К сожалению, в настоящее время в Украине практически полностью отсутствует научно-методическая литература по ГИС-технологии, что является одним из весьма существенных

факторов, сдерживающих ее распространение и развитие в стране. Необходимостью и желанием восполнить существующий пробел и обязана своим появлением настоящая работа, первая из задуманной авторами серии работ, посвященных технологии Географических информационных систем. Кроме технологических основ ГИС в ней дана характеристика наиболее известных и широко применяемых в мире, так называемых "коммерческих" ГИС-пакетов, таких как MAP/INFO,

IDRISI, ATLAS*GIS и некоторых других, которые представляют интерес для использования в Украине, а также рассмотрены научно-методические аспекты применения ГИС-технологии в решении достаточно широкого спектра задач - как наиболее типичных (тематическое картографирование, разработка кадастровых систем, информационное обеспечение мониторинга), так и перспективных (моделирование природных процессов, разработка географических экспертных систем и пространственных, систем поддержки решений) для приложения ГИС-технологии. При этом использован опыт, накопленный авторами в процессе работы с коммерческими ГИС-пакетами в лаборатории ГИС географического факультета Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова, а также на Географическом факультете Университета г. Утрехта (Нидерланды).

Геоинформационные системы

Глобализация и интернационализация экономики, уничтожение торговых барьеров между большим числом государств в Европе и Азии, широкое применение информационных технологий и информационных систем в деятельности государственных и коммерческих структур, появление и быстрое развитие глобальной сети Internet привело в середине 80-х годов XX века к появлению информационных систем, которые позволяли организовать в режиме On Line работу транснациональных корпораций, находящихся на разных континентах. Расстояния перестали быть препятствием для эффективной работы распределенных компаний - развивающиеся ИКТ обеспечивали практически мгновенную связь и доставку информации для анализа и принятия делового решения, реализуя известный принцип "7 x 24ч" ("7 дней в неделю, 24 часа в сутки"). Значительную часть этой информации практически в любой сфере деятельности мы получаем в виде рисунков и карт, планов, схем и пояснительных текстов.

Это могут быть схемы магистрального газового или нефтяного трубопровода из Сибири в Западную Европу, движения подводных лодок и самолетов боевого патрулирования вдоль границ России, схемы железнодорожных путей в масштабе страны или метро в городе, план здания или схема взаимосвязей между офисами компании, карта экологического мониторинга территории, атлас земельного кадастра или карта природных ресурсов и т. д.

Выбор места для филиала компании за рубежом, проведение маркетинга и набор персонала в другой стране, координатная "привязка"

производства к той местности, где это наиболее выгодно с точки зрения наиболее эффективного использования ресурсов в большинстве случаев перестали быть трудно разрешимой задачей. Появилась насущная необходимость представлять географическую и сопутствующую информацию в удобном графическом виде, совмещая на экране монитора несколько листов сканированного изображения карты.

Быстрое развитие специализированных систем и технологий, получивших название географических информационных систем — ГИС (Geographical Information Systems — GIS), позволило к концу XX века успешно решать такие задачи.

Связанные технологии: GIS, GPS и ГЛОНАСС

Системы управления базами данных ГИС предназначены для хранения и управления всеми типами данных, включая географические (пространственные) данные. Эти данные получены чаще всего методами пространственного дистанционного зондирования — проведения измерений координат объектов на земной поверхности с использованием лазерных дальномеров на земных пунктах наблюдения и отражателей, расположенных борту искусственных спутников Земли (ИСЗ). Используются также приемники системы глобального позиционирования и другие радиометрические устройства, работающие на измерении эффекта Доплера. Эти устройства собирают данные в виде наборов координат или изображений (преимущественно цифровых) и обеспечивают широкие возможности обработки, анализа и визуализации полученных данных.

Разработки концепции NAVSTAR GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System) начались в 1973 году по инициативе Министерства обороны США. Самые современные на тот момент радионавигационные системы — наземные Logan-C и Omega и спутниковая Transit — перестали удовлетворять требованиям в отношении точности, всепогодности, круглосуточной работы и зоны охвата. В феврале 1978 года был запущен первый экспериментальный спутник GPS. К середине 1993 года на орбитах находились уже 24 спутника, что было достаточно для обеспечения непрерывной навигации в любой точке Земли. Об окончательном вводе системы в эксплуатацию объявили только в июле 1995 года

Система GPS состоит из трех частей: космической, наземной и пользовательского оборудования.

Космическая часть — это 24 спутника, движущихся по шести орбитам. Наклон орбит к земному экватору — 55 градусов, угол между плоскостями орбит — 60 градусов. Высота орбит 20180 км, период обращения — 12 ч.

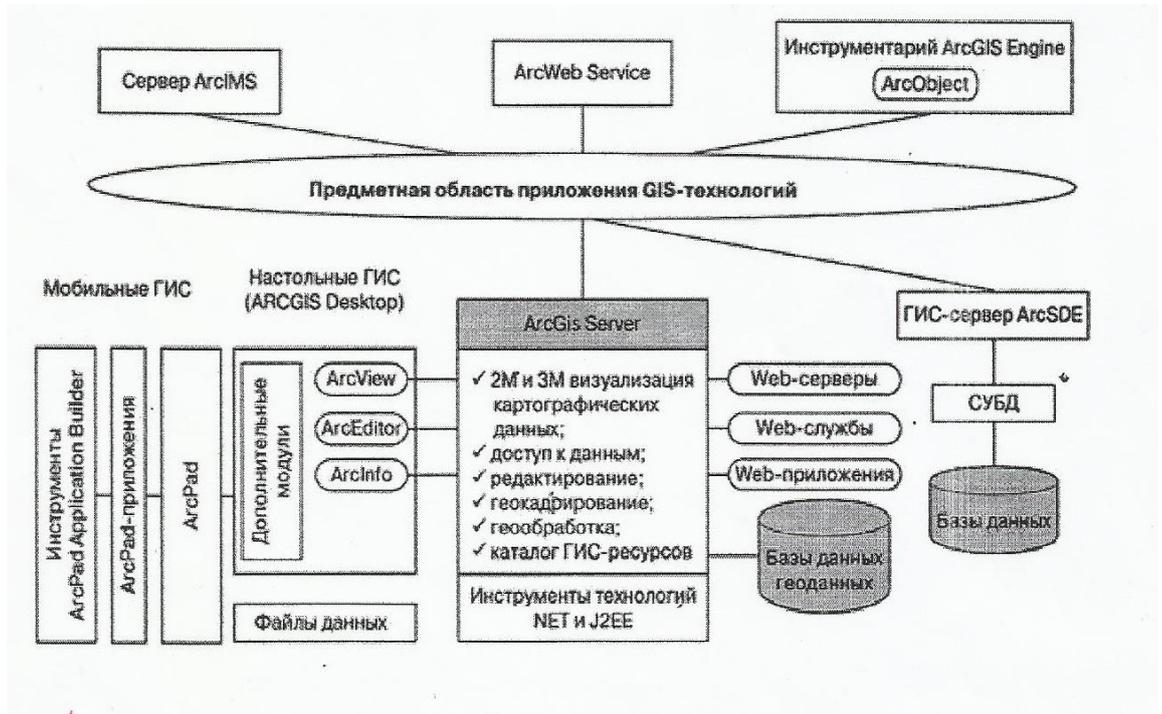
Мощность спутникового передатчика 50 Вт. Если один из них вышел из строя, то остальные способны, передвигаясь на орбитах, заполнять бреши в системе. Важным элементом спутника являются атомные часы, рубидиевые и цезиевые, по четыре на каждом, которые задают бортовую шкалу времени. Эти шкалы постоянно синхронизируются с наземными высокоточными стандартами времени. Каждый спутник идентифицируется номером (Pseudo Random Number — PRN), который отображается на приемнике GPS.

Наземная часть состоит из 4 станций слежения, расположенных на тропических островах. Они отслеживают видимые спутники и передают данные на Главную станцию управления и контроля на авиабазе в Колорадо-Спрингс для обработки на сложных программных моделях орбит, которые называются эфемеридами. Через наземные станции данные передаются обратно на спутники, а затем спутник передает их пользовательским приемникам GPS.

Пользовательская часть включает в себя приемник сигналов со спутника, дешифратор и программный модуль для вычисления координат объекта, на котором находится приемник. Точность определения координат зависит от многих факторов — точности передающих и принимающих устройств, бортовых и наземных шкал. ГИС- технологии получили широкое распространение и применение в науке, технике, бизнесе. Координатно-временная привязка объектов использования в геодезии, картографии, геологии, мореходном деле. Обработка и сведение в единую систему фотографических снимков из космоса в научных и военных целях, обработка данных геофизики и геодинамики, использование в народном хозяйстве (составление городских, региональных и федеральных земельных кадастров) и многое другое производится с применением ГИС- технологий. Многочисленные определения понятия « геоинформационная система» и «геоинформационная технология» отражают многоплановость понятий.



Анализируя эти определения и убирая повторяющиеся фразы, можно выделить основные ключевые слова, относящихся к современному понятию ГИС-технологии. Это – «информационная система», «географическая информация», «программно-аппаратные средства», «интерактивные системы», «математические статичные и динамичные модели», «пространственно-координированные данные», «управление, анализ, манипулирование данными», «образное отображение (визуализация) данных в виде карт или таблиц», «тематические карты-слои», «картографические базы данных».



ЛЕКЦИЯ 2

ГИС включает в себя возможности СУБД, редакторов растровой и векторной графики и аналитических средств и применяются в картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне.

По территориальному охвату различают глобальные ГИС (global GIS), субконтинентальные ГИС, национальные ГИС, зачастую имеющие статус государственных, региональные ГИС (regional GIS), субрегиональные ГИС и локальные, или местные ГИС(local GIS).

Гис различаются предметной областью информационного моделирования, к примеру, городские ГИС, или муниципальные ГИС, МГИС (urban GIS), природоохранные ГИС(environment GIS), среди них особое наименование, как особо широко распространенные, получили земельные информационные системы. Проблемная ориентация ГИС определяется решаемыми в ней задачами (научными и прикладными), среди них инвентаризация ресурсов (в том числе кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений. Интегрированные ГИС, ИГИС (integrated GIS, IGIS) совмещают функциональные возможности ГИС и систем цифровой обработки изображений (данных дистанционного зондирования) в единой интегрированной среде.

Полимасштабные, или масштабно-независимые ГИС (multiscale GIS) основаны на множественных, или полимасштабных представлениях пространственных объектов (multiple representation), обеспечивая графическое или картографическое воспроизведение данных на любом из избранных уровней масштабного ряда на основе единственного набора данных с наибольшим пространственным разрешением. Пространственно-временные ГИС (spatio-temporal GIS) оперируют пространственно – временными данными. Реализация геоинформационных проектов (GIS project), создание ГИС в широком смысле слова, включает этапы: предпроектных исследований (feasibility study), в том числе изучение требований пользователя (user requirements) и функциональных возможностей используемых программных средств ГИС, технико-экономическое обоснование, оценку соотношения «затраты/прибыль» (cost/benefits); системное проектирование ГИС (GIS designing)? Включая стадию пилот- проекта (pilot-project), разработку ГИС (GIS development); ее тестирование на небольшом территориальном фрагменте, или тестовом участке (test area), прототипирование, или создание опытного образца, или прототипа (prototype);внедрение ГИС (GIS implementation); эксплуатацию и

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

Задачи ГИС

- Ввод данных. Для использования в ГИС данные должны быть преобразованы в подходящий цифровой формат (оцифрованы). В современных ГИС этот процесс может быть автоматизирован с применением сканерной технологии, либо, при небольшом объеме работ, данные можно вводить с помощью дигитайзера.

- Манипулирование данными (например, масштабирование).

- Управление данными. В небольших проектах географическая информация может храниться в виде обычных файлов, а при увеличении объема информации и росте числа пользователей для хранения, структурирования и управления данными применяются СУБД.

- Запрос и анализ данных- получение ответов на различные вопросы(например, кто владелец данного земельного участка? На каком расстоянии друг от друга расположены эти объекты? Где расположена данная промышленная зона? Где есть места для строительства нового дома? Каков основной тип почв под еловыми лесами? Как повлияет на движение транспорта строительство новой дороги?).

- Визуализация данных. Например, представление данных в виде карты или графика.

Возможности ГИС

Гис включает в себя возможности СУБД, редакторов растровой и векторной графики и аналитических средств и применяется в картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне. ГИС позволяет решать широкий спектр задач – будь то анализ таких глобальных проблем как перенаселение, загрязнение территории, сокращение лесных угодий, природные катастрофы, так и решение частных задач, таких как поиск наилучшего маршрута между пунктами, подбор оптимального расположения нового офиса, поиск дома по его адресу, прокладка трубопровода на местности, различные муниципальные задачи.

ГИС-система позволяет:

- Определить какие объекты располагаются на заданной территории;

- Определить местоположение объекта (пространственный анализ);

- Дать анализ плотности распределения по территории како-то явления (например плотность расселения);
- Определить временные изменения на определенной площади;
- Смоделировать, что произойдет при внесении изменений в расположение объектов (например, если добавить новую дорогу).

Классификация ГИС

По территориальному охвату:

- Глобальные ГИС;
- Субконтинентальные ГИС;
- Национальные ГИС;
- Региональные ГИС;
- Субрегиональные ГИС;
- Локальные или местные ГИС.
- По уровню управления:
- Федеральные ГИС;
- Региональные ГИС;
- Муниципальные ГИС;
- Корпоративные ГИС;

По функциональности:

- Полнофункциональные;
- ГИС для просмотра данных;
- ГИС для ввода и обработки данных;
- Специализированные ГИС;

ЛЕКЦИЯ 3

Если помимо функциональных возможностей ГИС в системе присутствуют возможности цифровой обработки изображений, то такие системы называются интегрированными ГИС (ИГИС). Полимасштабные, или масштабно-независимые ГИС основаны на множественных, или полимасштабных представлениях пространственных объектов, обеспечивая графическое или картографическое воспроизведение данных на любом из избранных уровней масштабного ряда на основе единственного набора данных с наибольшим пространственным разрешением. Пространственно-временные ГИС оперируют пространственно-временными данными.

Области применения ГИС

- Управление земельными ресурсами, земельные кадастры. Для решения проблем, имеющих пространственную привязку и начали создавать ГИС. Типичные задачи — составление кадастров, классификационных карт, определение площадей участков и границ между ними и т. д.

- Инвентаризация, учет, планирование размещения объектов распределенной производственной инфраструктуры и управление ими. Например, нефтегазодобывающие компании или компании, управляющие энергетической сетью, системой бензоколонок, магазинов и т. п.

- Проектирование, инженерные изыскания, планировка в строительстве, архитектуре. Такие ГИС позволяют решать полный комплекс задач по развитию территории, оптимизации инфраструктуры строящегося района, требующегося количества техники, сил и средств.

- Тематическое картографирование.

- 1 • Управление наземным, воздушным и водным транспортом. ГИС позволяет решать задачи управления движущимися объектами при условии выполнения заданной системы отношений между ними и неподвижными объектами. В любой момент можно узнать, где находится транспортное Л средство, рассчитать загрузку, оптимальную траекторию движения, время прибытия и т. п.

- Управление природными ресурсами, природоохранная деятельность экология. ГИС помогает определить текущее состояние и запасы наблюдаемых ресурсов, моделирует процессы в природной среде, осуществляет экологический мониторинг местности.

- Геология, минерально-сырьевые ресурсы, горнодобывающая промышленность. ГИС осуществляет расчеты запасов полезных ископаемых по результатам проб (разведочное бурение, пробные шурфы) при известной модели процесса образования месторождения.

- **Чрезвычайные ситуации.** С помощью ГИС производится прогнозирование чрезвычайных ситуаций (пожаров, наводнений, землетрясений, селей, ураганов), расчет степени потенциальной опасности и принятие решений об оказании помощи, расчет требуемого количества сил и средств для ликвидации чрезвычайных ситуаций, расчет оптимальных маршрутов движения к месту бедствия, оценка нанесенного ущерба.

Военное дело. Решение широкого круга специфических задач, связанных с расчетом зон видимости, оптимальных маршрутов движения по пересеченной местности с учетом противодействия и т.п.

Сельское хозяйство. Прогнозирование урожайности и увеличения производства сельскохозяйственной продукции, оптимизация ее транспортировки и сбыта.

Структура ГИС

ГИС- система включает в себя пять ключевых составляющих:

Аппаратные средства. Это компьютер, на котором запущена ГИС. В настоящее время ГИС работают на различных типах компьютерных платформ, от централизованных серверов до отдельных или связанных сетью настольных компьютеров;

Программное обеспечение. Содержит функции и инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической информации. К таким программным продуктам относятся: инструменты для ввода и оперирования географической информацией; система управления базой данных (DBMS или СУБД); инструменты поддержки пространственных запросов, анализа и визуализации;

Данные. Данные о пространственном положении (географические данные) и связанные с ними табличные данные могут собираться и подготавливаться самим пользователем, либо приобретаться у поставщиков на коммерческой или другой основе. В процессе управления пространственными данными ГИС интегрирует пространственные данные с другими типами и источниками данных, а так же может использовать СУБД, применяемые многими организациями для упорядочивания и поддержки имеющихся в их распоряжении данных.

Исполнители. Пользователями ГИС могут как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, так и обычные сотрудники , которым ГИС помогает решать текущие каждодневные дела и проблемы;

ЛЕКЦИЯ 4

История ГИС

Пионерский период (поздние 1950 е-ранние 1970е гг)

Исследование принципиальных возможностей, пограничных областей знаний и технологий, наработка эмпирического опыта, первые крупные проекты и теоретические работы.

- Появление электронных вычислительных машин (ЭВМ) в 50-х годах.
- Появление цифрователей, плоттеров, графических дисплеев и других периферийных устройств в 60-х.
- Создание программных алгоритмов и процедур графического отображения информации на дисплеях и с помощью плоттеров.
- Создание формальных методов пространственного анализа.
- Создание программных средств управления базами данных.

Период государственных инициатив (нач. 1970е – нач 1980 гг.)

Государственная поддержка ГИС стимулировала развитие экспериментальных работ в области ГИС, основанных на использовании баз данных по уличным сетям:

- Автоматизированные системы навигации.
- Системы вывоза городских отходов и мусора.
- Движение транспортных средств в чрезвычайных ситуациях т.д.

Период коммерческого развития (ранние 1980е – настоящее время)

Широкий рынок разнообразных программных средств, развитие настольных ГИС, расширение области их применения за счет интеграции с базами непространственных данных, появление сетевых приложений, появление значительного числа непрофессиональных пользователей, системы, поддерживающие индивидуальные наборы данных на отдельных компьютерах, открывают путь системам. Поддерживающим корпоративные и распределенные базы геоданных.

Пользовательский период (поздние 1980е – настоящее время)

Повышенная конкуренция среди коммерческих производителей геоинформационных технологий услуг дает преимущества пользователям ГИС, доступность и «открытость» программных средств позволяет использовать и даже модифицировать программы, появление пользовательских «клубов», телеконференций, территориально разобщенных, но связанных единой тематикой пользовательских групп, возросшая потребность в геоданных, начало формирования мировой геоинформационной инфраструктуры.

Структура ГИС

Данные (пространственные данные):

Позиционные (географические): местоположение объекта на земной поверхности.

Непозиционные (атрибутивные): описательные.

Аппаратное обеспечение (ЭВМ, сети, накопители, сканер, дигитайзеры ит.д.)

Програмное обеспечение (ПО)

Технологии (методы, порядок действий и т.д.)

Вопросы на которые может ответить ГИС

Что находится в...? (определяется место).

Где это находится? (пространственный анализ).

Что изменилось начиная с...? (определить временные изменения на определенной площади).

Какие пространственные структуры существуют?

Что если? (моделирование, что произойдет, если добавить новую дорогу).

ГИС в России.

Наибольшее распространение в России имеют программные продукты ArcGIS и ArcView компании ESRI, семейство GeoMedia корпорации Intergraph и MapInfo Professional компании PitneyBowes. MapInfo.используются также другие программные продукты отечественной и зарубежной разработки: Bentley's MicroStation, IndorGIS, STAR-APIC, Zulu, ДубльГИС и пр.

Рынок ГИС в России

В 2012 году рынок геоинформационных услуг в России сохранил динамику роста, увеличившись на 20%. Такой же показатель отмечался и в 2011 году; тогда в денежном выражении объем отечественного рынка геоинформатики составил 1.2 млрд. долларов США. В 2012 году эта цифра достигла 1.5 млрд.; из них порядка 15% приходится на собственную разработку, внедрение и сопровождение информационных систем, 40% - на сектор спутниковой навигации, еще 25% составляет сегмент, связанный со сбором, обработкой и генерированием пространственных данных. Оставшиеся 20 % включают в себя геодезические/картографические клсуги и специализированное оборудование.

Заместитель директора Esri CIS Сергей Щербина рассказал TAdviser, что существует два прогноза развития рынка ГИС в России на 2013 год: позитивный сценарий предполагает рост на 25 % , негативный – рост на 15%.

«Разница в 10 процентных пунктов – это возможность государства внедрять ГИС- системы. Желание и понимание необходимости со стороны государства есть, однако все упирается в финансирование», -рассказал TAdviser Щербина. – Если существующие проекты не будут буксовать, а средства выделяться из бюджета, то оправдается позитивный сценарий. Если не оправдается, то возрастающий интерес со стороны коммерческих организаций позволит рынку вырасти примерно на 15%».

Интегрированные ГИС совмещают функциональные возможности ГИС систем цифровой обработки изображений (данных дистанционного зондирования) в единой интегрированной среде.

Масштабно-независимые ГИС основаны на множественных представлениях пространственных объектов, обеспечивая графическое или картографическое воспроизведение данных на любом уровне масштабирования на основе того набора данных, который обеспечивает наибольшее пространственное разрешение. Пространственно- временные ГИС оперируют пространственно-временными данными.

Реализация геоинформационных проектов, включает в обычные этапы жизненного цикла:

- Предпроектных исследований, в том числе изучение требований пользователя и функциональных возможностей используемых программных средств ГИС;
- Технико-экономическое обоснование разработки ГИС;
- Оценку соотношения «затраты/прибыль»
- Системное проектирование ГИС, включая стадию пилотного проекта
- Разработку
- Тестирование на небольшом территориальном фрагменте, или тестовом участке
- Прототипирование или создание опытного образца
- Внедрение
- Введение в эксплуатацию и использование

Научные, технические, технологические и прикладные аспекты проектирования, создания и использования ГИС являются предметом изучения быстро развивающейся ветви информатики- геоинформатики.

В истории развития ГИС геоинформатика выделяет четыре основных периода:

60-е- середина 70-х годов : исследование принципиальных возможностей использовать большие ЭВМ того времени для накопления, обработки, анализа и построения банков и баз географических данных;

Середина 70-х – середина 80-х: появление автоматизированных систем управления (АСУ), в том числе и первых специализированных ГИС, разработка крупных государственных ГИС- проектов в области контроля атомной энергетики и гидроэнергетики, обороны и т.д;

Середина 80-х- конец 90-х: становление понятия ГИС, появление рынка программных средств, реализующих различные ГИС на базе персональных компьютеров, мощных серверов и сетевых коммуникациях; расширение области применения ГИС на основе интегрированных БД и мощных СУБД, включающих инструменты для обработки и требуемой визуализации географических и описательных данных; появление прикладных ГИС, поддерживающих государственные и корпоративные базы таких данных;

Области применения ГИС сегодня крайне разнообразны: землеустройство, контроль ресурсов, экология, муниципальное управление,

транспорт, экономика. Социальные задачи и многое другое. Первые работы по ГИС- технологиям начали проводиться более 25 лет назад в Канаде и США, где первоначально использовались в основном для целей землеустройства южных и западных районов США и картографирования канадских районов Арктики с помощью компьютерной обработки спутниковых фотографий.

Сейчас все шире начинают внедрять ГИС массового пользования – для генеральных электронных планов городов, планов разработки месторождений полезных ископаемых и морской разведки нефтяных пластов, схем инженерных коммуникаций, схем движения транспорта и т.п. По некоторым оценкам до 80- 90% всей информации, с которой мы обычно имеем дело, может быть представлено в виде ГИС различного назначения.

Для поддержки критически важных областей деятельности – атомная энергетика, добыча и транспортировка нефти и газа, ликвидация последствий природных и техногенных катастроф, деятельность в оборонной сфере – в настоящее время все шире разрабатываются и применяются специализированные web-ресурсы для реализации распределенных ГИС и ГИС- порталов. Разработка таких порталов производится сегодня на базе международных стандартов, созданных известными международными организациями по стандартизации – ISO (international Organization for Standardization) и OGC (Open Geospatial Consortium). Это такие стандарты, как ISO 19115 MetaData, ISO 19139 MetaData – XML Schema Implementation, Catalog Interfaces, Geography Markup Language и Web Map Service.

В настоящее время создание ГИС является одним из наиболее бурно растущим сегментом рынка высоких компьютерных технологий, на котором работает большое количество крупных фирм за рубежом и в России.

Среди них можно отметить Intergraph, ESRI, MapInfo, AutoDesk, CalComp, Space Imaging, Центр геоинформационных исследований института географии РАН и многие другие. Для непрофессиональных пользователей существуют великолепные Web-ресурсы GoogleMap и Geography NetWork.

Классификация ГИС, функциональность и средства поддержки.

Многообразие существующих ГИС-решений укладываются в различные виды классификаций ГИС [Цветков В.Я., ДеМерс Майкл Н., 1999; Сырецкий Г.А., 2007]

ГИС различаются предметной областью информационного моделирования – городские или муниципальные (Urban GIS – UGIS), природоохранные, производственные и т.д. Проблемная ориентация ГИС определяет решаемыми в ней научными и прикладными задачами –

инвентаризация ресурсов (кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений.

Функциональные возможности ГИС

В ГИС в целом выполняется пять основных функциональных процедур с данными: ввод, манипулирование, управление, запрос и анализ, визуализацию.

Ввод данных. Географические данные (числа, текст, изображения) для использования в ГИС вводятся в векторном или растровом виде, если такие данные уже существуют в подходящем цифровом формате, либо предварительно оцифровываются с помощью диджитайзера или сканера. Каждый элемент или объект изображения имеет координатную привязку. Тем самым, любые свойства и характеристики реальных объектов (моделей) или их элементов «привязаны» к местоположению объекта в координатной сетке. При этом всегда следует иметь в виду, что технологии оцифровки или занесения данных в конкретный тематический слой, а также наложение и сведение слоев могут сопровождаться значительными ошибками, которые в дальнейшем приведут к заметным искажениям картографических данных и визуализации результата.

Средства манипулирования представляют собой различные способы выделения, группировку и преобразования данных например, приведение всей геоинформации к единому масштабу и проекции на определенный тематический слой для удобства совместной обработки. Для хранения, структурирования и управления данными в ГИС чаще всего используются реляционные базы данных с элементами OLAP-технологий (ON Line Analytical Processing) и технологий создания отчетов (Report Creation).

Запрос и анализ можно выполнять на разных уровнях сложности – от самых простых вопросов: где находится объект и каковы его описательные свойства- до поиска и компиляции данных по сложным шаблонам и сценариям вида «А что если...». В современных ГИС имеются развитые средства анализа взаимной близости и наложения объектов, принадлежащим разным тематическим слоям.

Первый инструмент связан с выделением буферных зон вокруг заданных объектов по комбинации различных параметров (например: «Выделить населенные пункты, расположенные не далее двух километров от конкретного аэропорта» или «Рассчитать зоны поражения при аварии на АЭС и выделить населенные пункты, попадающие в эти зоны»). Второй позволяет рассчитывать пересечение, объединение, исключение и другие

сочетания двух и более распределенных объектов (оверлейные операции) при сведении слоев.

Инструменты реализации и поддержки ГИС

ПО своему назначению ГИС можно разделить на четыре широкие функциональные категории : простые инструменты составления карт и диаграмм; настольные компьютерные и встроенные ГИС-пакеты широкого применения; полнофункциональные системы; ГИС уровня всего предприятия (корпоративные системы)

Инструменты составления диаграмм данных и картирования. Средства этой категории дешевы и просты в использовании, но по некоторым функциональным возможностям могут быть вполне сравнимы с более сложными системами. Типичными примерами являются инструменты для электронных таблиц, например, Microsoft Map в Excel и Lotus Maps. Эти приложения доступны любому пользователю электронных таблиц MS Excel и Lotus Notes и дают возможность легко использовать функции тематического картирования – отображения на карте географической информации из своей базы данных. Любой менеджер за десять минут научится изготавливать карты, нужные для подготовки принятия делового решения.

Другой простой инструмент, но достаточно функциональный инструмент – Business Map. Он предназначен для пользователей, которым нужно больше, чем просто тематическое картирование. Bussiness Map работает с данными наиболее популярных электронных таблиц и баз данных и поддерживает такие возможности анализа в области бизнеса и управления, как, например, пространственные запросы, управление отображаемым составом карты, определение и связывание координат, почтовых индексов и адресов реальных объектов. К этой же категории относятся и средства просмотра цифровых карт (Viewer Facilities). Для примера, можно привести Geomedia Viewer от Intergraph или бесплатный (Free) ArcExplorer, позволяющий просматривать и запрашивать данные ArcInfo, ArcView и SDE, в том числе и через Internet.

Существенным фактором, ограничивающим широкое использование более сложных ГИС в деловых задачах, является относительная трудность изучения программного обеспечения. Для устранения этого препятствия разработаны развитые пользовательские интерфейсы, дающие обычному пользователю мощные и понятные средства географического анализа.