

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное агентство по образованию  
Владимирский государственный университет  
Кафедра информационных систем и информационного менеджмента

ДОКЛАД

по дисциплине: «Компьютерные технологии в науке и образовании»

на тему:

**Цифровая картография и геоинформационные системы**

Подготовил:

магистрант гр. ИМр-204

Гусев М. А.

Принял:

Огрызков С. А.

Владимир 2005

## Содержание:

Введение.....	3
Из истории картографии.....	4
ГИС и их место среди современных информационных технологий.	6
Составные части ГИС.....	7
Как работает ГИС?.....	8
Что ГИС могут сделать для вас?.....	9

## Введение

Географическая карта. Кто не знаком с ней? Найдется ли человек, который хотя бы раз не обращался к этому сложному, очень интересному и до предела насыщенному богатым содержанием чертежу? Вам необходимо определить маршрут поездки по незнакомой местности, выбрать удобное местоположение нового офиса, познакомиться со страной, в которой вы собираетесь провести отпуск, - все это и многое другое можно сделать с помощью географических карт.

Бизнесмен и госслужащий, летчик и строитель, геолог и агроном, лесовод и мореплаватель, ученый и офицер, синоптик и государственный деятель обращаются к карте. Человек, умеющий читать карту, найдет в ней богатейший материал, на описание которого понадобились бы сотни страниц книжного текста.

Карта на всех этапах своего существования служила человечеству источником информации о земной поверхности, являясь важным инструментом исследований. Ни одна наука, изучающая биосферу, литосферу, атмосферу, не обходится без картографических материалов; накопления и систематизации фактических данных, анализа и познания окружающего нас мира. Геология, геофизика, экология, медицинская география, социология, история, экономика - трудно перечислить все области науки и практики, где применяются карты.

Карты и снимки теперь не только висят на стенах или покоятся под обложками атласов, они высвечиваются на мониторах в капитанских рубках, в кабинах космических кораблей, в офисах менеджеров и в салонах современных авто.

История знает несколько периодов наибольшего расцвета картографии. Нынешний связан с внедрением вычислительной техники в обработку географических данных, а также с достижениями в области космических технологий. Если не гнаться за точностью формулировок, то этот бум можно охарактеризовать термином **"Географические Информационные Системы (ГИС)"**.

**Географическая информационная система** (geographic(al) information system, GIS, spatial information system) - *син.* геоинформационная система, ГИС - информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных *пространственных данных*. ГИС содержит данные о *пространственных объектах* в форме их цифровых представлений (векторных, растровых, квадратомерических и иных), включает соответствующий набор *функциональных возможностей ГИС*, в которых реализуются операции *геоинформационных технологий*, поддерживается *программным, аппаратным, информационным, нормативно-правовым, кадровым и организационным обеспечением*. По территориальному охвату различают глобальные, или планетарные 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 (environmental GIS) и т.п.; 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, multiscale 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" (costs/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*.

**Геоинформатика** (GIS technology, geo-informatics) - наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию *географических информационных систем*, по разработке *геоинформационных технологий*, по прикладным аспектам, или приложениям ГИС (GIS application) для практических или геонаучных целей. Входит составной частью в *геоматику* (по одной из точек зрения) или предметно и методически пересекается с ней.

**Геоинформационное картографирование** (geoinformational mapping, geoinformatic mapping) – отрасль картографии, занимающаяся автоматизированным составлением и использованием карт на основе *геоинформационных технологий* и *баз географических (геологических, экологических, социально-экономических и др.) знаний*.

**Геоинформационные технологии** - (GIS technology) - *син.* ГИС-технологии - технологическая основа создания *географических информационных систем*, позволяющая реализовать *функциональные возможности ГИС*.

**Геоинформационный анализ** (GIS-based analysis) - анализ размещения, структуры, взаимосвязей объектов и явлений с использованием методов *пространственного анализа* и гео моделирования.

**Геокодирование** (geocoding) - метод и процесс позиционирования *пространственных объектов* относительно некоторой системы *координат* и их атрибутирования (примером может служить адресная привязка существующих позиционно неопределенных наборов данных (address matching), осуществляемая путем установления связей между непространственными базами данных и позиционной частью БД ГИС).

**Геоматика** (geomatics) - 1. совокупность применений информационных технологий, мультимедиа и средств телекоммуникации для обработки данных, анализа геосистем, *автоматизированного картографирования*; - 2. термин, употребляемый как синоним *геоинформатики* или *геоинформационного картографирования*.

## Из истории картографии

Человечество изобрело карты задолго до того, как появилась письменность. Примитивные картографические рисунки наносились на бивни мамонтов и стены пещер, на глиняные таблички, раковины и бересту, а позднее - на пергамент, японский шелк, медные вазы. Упоминание о картах есть и Библии. "И ты, сын человеческий, возьми себе кирпич и положи его перед собой и начертай на нем город Иерусалим" (Кн. Иезекиля, гл. 4:1).

До наших дней сохранилось одно из древнейших изображений охотничьего уголья Северного Кавказа, выгравированное на серебре примерно за 3 тыс. лет до н. э., то есть около 5 тыс. лет назад. На рисунке изображено озеро и впадающие в него реки, стекающие с горного хребта, животные, обитавшие в те времена на склонах Кавказских гор или в долинах. Этот ценнейший памятник культуры древних жителей нашей страны был найден учеными при раскопках одного из курганов на берегу р. Кубани у г. Майкопа.

Весьма необычными картами пользовались полинезийские мореходы. Сделанные из расщепленных черенков кокосовых пальм, связанных между собой волокнами, они походили на какие-то запутанные клубки. Все эти пруттики и палочки пересекались друг с другом под разными углами или сгибались в виде дуг, а на местах их пересечений крепились раковины моллюсков разной величины. Раковины служили для обозначения островов, а черенки или проливов, или течений.

Наибольшее число памятников географической и картографической культуры сохранилось со времен Древней Греции. Именно в Древней Греции были заложены основы того, что в будущем разовьется в современную науку о картах.

Первым "научил" карту говорить языком масштаба Анаксимандр, греческий ученый, живший в VII-VI веках до н. э.

Для подробного изображения Земли Страбон предложил использовать шар-глобус и описал, как проецировать это изображение на плоскость - лист бумаги.

Аристотель приводил доказательства шарообразности Земли, а Эратосфен при помощи прибора, основанного на принципе отбрасывания солнечных теней, определил ее размеры. Он также ввел понятия параллелей и меридианов. Карта Эратосфена была первой картой, сделанной с учетом шарообразной формы Земли.

Гиппарх впервые стал измерять географическую широту в градусах, разделив круг на 360 частей. Экватором он разделил земной шар на две равные части. Параллельно ему он провел "параллели", а через полюса - 360 меридианов, делящих нашу планету, как апельсин на дольки.

Подойдя к географии с астрономических позиций, Птоломей предпринял наиболее грандиозную попытку - нанести весь известный ему мир на карту. И, как результат, на свет появляется подробная карта Земли, какой до него еще никто не создавал.

В средние века достижения античной науки оказались надолго забытыми.

В эпоху Возрождения, на рубеже XIV столетия в европейских странах открывается новая страница истории карт. Компас, поначалу известный как занятная восточная игрушка, приходит к ним на службу. Портолан - так называлась компасная морская карта, которую имели теперь все европейские моряки.

Что же представляли собой эти карты? Это вычерченные на пергаменте карты береговой линии с обозначенными на ней портами, отсюда и название: "портус" означает по латыни порт, а "лана" - шерсть, овечья шкура.

Почетный титул "отца современной картографии" Меркатор (1512-1594 годы) получил потому, что он составил много замечательных карт, создал известную проекцию, носящую ныне его имя, и составил знаменитый "Атлас". Широкою известность получила его мировая карта на 18 листах 1569 года - первая, на которой Меркатор использовал свою лаксодромическую проекцию, ставшую научной основой для точных навигационных карт. Проекция Меркатора - это не что иное, как так называемая цилиндрическая проекция. Эта проекция обладает одним ценным свойством: она сохраняет углы, или, что то же самое, направления. Именно сохранение углов позволило положить проекцию Меркатора в основу всех морских, а позднее и авиационных навигационных карт.

В XV веке Россия стала превращаться в крупное и могучее многонациональное государство. К этому времени относится появление первых картографических произведений Русского государства.

Карта под названием "Большой чертеж" была составлена, по-видимому, во второй половине XVI века. Ни первые, ни последующие экземпляры "Большого чертежа" не уцелели до наших дней. Однако сохранился не менее ценный памятник - приложение к карте - "Книга Большому чертежу", составленная по старинному, уже "ветхому чертежу" в 1627 года. Она содержит много интересных сведений о природе, хозяйстве и жизни народов нашей страны в те времена.

В конце XVI века известным фламандским картографом А. Ортелием издана карта под названием "Татария" - так в XVI - XVII веках в Западной Европе называли Сибирь.

Древнейшее сохранившееся картографическое изображение Москвы неизвестного русского автора в иностранной переработке относится к середине XVI века. Его обычно называют "планом Герберштейна".

В XVIII веке Петр I создает службу государственной съемки. Изучение регионов с обязательным обследованием и проведением измерений на местности ставило целью создание точных и детальных карт государства.

Картографические работы петровского времени подытожил виднейший русский картограф и географ Иван Кириллов, выпустивший в 1734 году "Атлас Всероссийской империи" из 15 карт. В 1745 году был издан Атлас Российской академии наук. Кроме генеральной карты России, атлас содержал 13 карт европейской части России и 6 карт азиатской.

В прошлом веке была предпринята съемка всех губерний России и составление их карт, выполненных в одном масштабе, так называемых пятиверсток (в масштабе 5 верст в 1 дюйме, что соответствует масштабу 1:210000). Были составлены карты 32 губерний из 52.

В XIX веке составлением новых карт Российского государства занималось главным образом военное ведомство. Военно-топографический отдел Главного штаба организовал дело на строго научной основе. Кроме разнообразных топографических карт, морских и обзорных военно-справочных карт, военно-топографический отдел издал несколько хорошо выполненных атласов.

Советский Союз имел лучшую в мире топографическую службу, которой на протяжении 30 лет (1938-1968) руководил генерал-лейтенант Кудрявцев М.К.

Вот какие свидетельства бывших немецких генералов и солдат приводит Виктор Суворов (Суворов В. Последняя республика: Почему Советский Союз проиграл вторую мировую войну.-М.,1996): "...оказалось, что в Советской России было создано картографическое производство, которое по своему размаху, организации, объему и качеству работ превосходит все то, что до сего времени было где-либо осуществлено". Четкость рисунка "...лучше, чем на немецких деньгах".

Однако в ходе военных действий выявилась катастрофическая нехватка карт, что послужило одной из причин поражений в начале Великой Отечественной войны. Более 200 млн. карт было утрачено в первые дни войны в приграничных районах. Но вряд ли эти карты помогли бы нашим солдатам защитить Родину: Советский Союз готовился к войне на территории врага, естественно для вражеской территории и было изготовлено астрономическое количество топографических карт.

В 60-е годы начинается эпоха ГИС. Первые значимые результаты по построению информационных систем, ориентированных на обработку пространственных данных, были получены в Канаде и Швеции, здесь разрабатываются крупномасштабные проекты общенационального характера.

Руководимые Р. Томлинсоном работы по созданию Канадской ГИС (CGIS) были связаны с вопросами инвентаризации. Аналогичные задачи решались и при разработке ГИС для Шведского земельного банка данных - автоматизация учета землевладений и недвижимости.

Основная функция этих систем состояла во вводе, хранении и регулярном обновлении первичных учетных документов, а также генерации итоговых отчетов. Хотя их отличала ориентация на чисто утилитарные проблемы, но заложенные фундаментальные принципы обеспечили выход на сферы универсальных интересов.

## **ГИС и их место среди современных информационных технологий**

Первым вопросом человека, не знакомого с **географическими информационными системами** (ГИС), будет, конечно, "а зачем мне это нужно?". Действительно, мы не пользуемся атласами и картами каждую минуту нашей жизни. И, вообще, географию, как известно из произведений классиков, тоже изучать не обязательно - для этого извозчики есть. А информации, причем не всегда приятной, из разных источников мы и так получаем больше, чем иногда хотелось бы. И нужно ли ее еще и систематизировать? Тут есть о чем задуматься. Но, если разобраться, то ГИС - это нечто большее, чем карта, перенесенная на компьютер. Так что же это такое и чем "его" едят?

Вот как раз с кратким, понятным каждому и, как говорил профессор Преображенский в "Собачем сердце" Михаила Булгакова, "фактическим" определением все не так просто. Дело, видимо, в том, что эта технология, во-первых, в значительной степени универсальная и, во-вторых, она так быстро развивается и захватывает новые сферы жизни и деятельности, что, как в том анекдоте времен развитого социализма, подвозить продукты (в виде определений) не успевают. И автор каждой новой основополагающей книги по ГИС (а такие книги постоянно издаются) старается внести свой сильный вклад. К этим книгам мы вас и отсылаем, если Вы хотите найти наиболее приемлемое для вас определение. Каждый, окунувшийся в этот мир, волен дать свое. Мы же, ни в коей мере не претендуя на оригинальность и всеобщность, возьмем уже имеющиеся.

Вот, например, два определения: одно "лирическое", другое "практическое". Первое: "Это возможность нового взгляда на окружающий нас мир". Второе: "ГИС - это современная компьютерная технология для картирования и анализа объектов реального мира, а также событий, происходящих на нашей планете, в нашей жизни и деятельности".

Если обойтись без определений, а ограничиться описанием, то эта технология объединяет традиционные операции при работе 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.

В настоящее время ГИС - это многомиллионная индустрия, в которую вовлечены миллионы людей во всем мире. ГИС изучают в школах, колледжах и университетах. Эту технологию применяют практически во всех сферах человеческой деятельности - 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 движения между пунктами, подбор оптимального расположения нового офиса, поиск дома по его адресу, прокладка трубопровода или линии электропередачи на местности, различные муниципальные задачи, типа регистрации земельной собственности.

Один из лучших способов узнать, что такое ГИС - увидеть как другие люди используют эту технологию. А затем, не откладывая в долгий ящик, начать работу с ГИС и продемонстрировать свои достижения окружающим.

**Вернемся к началу.** На первый взгляд достаточно очевидным является только применение ГИС в обработке аэро- и космических снимков и подготовке бумажных карт. Реальный же спектр применений ГИС гораздо шире, и чтобы оценить его, нам стоит взглянуть на применение компьютеров вообще, тогда место ГИС будет представляться гораздо яснее.

Компьютеры дают не только большее удобство выполнения известных операций с документами, они являются носителем нового направления человеческой деятельности - информационных технологий, и постиндустриальное общество основано в значительной степени на них. Что же это такое?

Термин "информация" понимается зачастую слишком узко (вроде тех "информаций", что сообщают журналисты). Реально же, информацией в нашем понимании следует называть все, что может быть представлено в виде букв, цифр и изображений. Практически все человеческие знания представляются именно в таком виде, и вся производственная деятельность может быть смоделирована с их помощью. Причем, чем глубже и точнее моделирование, тем меньше затрат на материальное производство. Таким образом информационные технологии позволяют поднять производство на качественно новый уровень эффективности, причем при уменьшении негативного воздействия на окружающую среду. Под производством же следует понимать не только производство собственно "вещей", но и "нематериального" продукта, услуг - это почта, телефон, транспорт, новые научные знания и многое другое. Развитие и внедрение информационных технологий приводит к возникновению информационной среды, закономерному шагу в развитии ноосферы.

Информационные технологии (ИТ) основаны на информационных процессах, которые можно разделить на три больших группы: *получение* информации, её *обработка* и *представление*. Эти процессы обеспечиваются в свою очередь процессами *хранения* и *передачи* информации. Иными словами, ввод-обработка/хранение/передача-вывод.

*Получение* информации обеспечивается различными "органами чувств" компьютеров: различными датчиками (давления, температуры, положения в пространстве и т.д.), фото- и видеосъемкой (неважно, "напрямую" или через сканер или устройство видеоввода), ручным вводом (с клавиатуры, с дигитайзера, рисованием мышкой и т.п.).

Далее, оцифрованная информация подвергается *обработке*. Здесь используются алгоритмические и математические модели процессов реального мира. Именно благодаря способности определенным образом обрабатывать информацию быстрее и точнее человека компьютеры получили такое широкое распространение.

Результаты обработки имеют ценность только после того, как они должным образом *представлены*. Представление обеспечивает эффективное восприятие информации человеком или передачу ее на исполнительные органы в автоматизированных системах управления.

С ростом объемов информации получает самостоятельность задача эффективного *хранения* и поиска информации (т.е. организации доступа к ней), а с растущей интеграцией компьютеров и расширением спектра их применения - задача эффективной *передачи* информации между компьютерами.

### **Рассмотрим место геоинформационных систем в этих процессах.**

Пожалуй, главным козырем ГИС является наиболее "естественное" (для человека) представление как собственно пространственной информации, так и любой другой информации, имеющей отношение к объектам, расположенным "в пространстве" (т.н. *атрибутивной информации*). Кавычки здесь потому, что пространством можно называть не только трехмерное пространство, в котором мы существуем, но и любое абстрактное пространство произвольной размерности (правда, никто, кажется, еще не заикался о таком применении ГИС, но это произойдет несомненно). Способы представления атрибутивной информации различны: это может быть числовое значение с датчика, таблица из базы данных (как локальной, так и удаленной) о характеристиках объекта, его фотография, или реальное видео-изображение.

На этапе ввода информации ГИС оказывают большую помощь в наглядном представлении первичной информации, здесь много общего с системами автоматизированного управления производственными и иными объектами (САПР и АСУ). Если сложный объект может быть представлен в виде некоторой схемы, то ГИС может быть удобным интерфейсом для доступа к информации от ее источников. Например, это может быть схема транспортной сети (автодороги, железные дороги, трубопроводы). В таком случае с помощью ГИС пользователь может указать курсором на некоторый элемент схемы и получить информацию о характеристиках и состоянии соответствующего ему объекта: диаметр и толщина стенок трубы, ширина колеи, наличие поездов на перегоне, тип покрытия дороги, производительность скважины, "история" создания, инспекции и ремонтов, и т.д. Важно также и то, что ГИС содержат удобные средства для создания и редактирования таких схем и, естественно, для организации связи с первичными источниками информации. Отдельным направлением, тесно связанным с ГИС, являются средства геопозиционирования (GPS), обеспечивающие с заданной точностью определение географического положения объектов.

Очевидно и то, что с помощью ГИС может быть организован эффективный доступ к большому объему информации об объектах, имеющих пространственную привязку. Например, гораздо легче получить паспорт участка

земли непосредственно указав на него курсором, нежели блуждать в дебрях файловой системы в поисках одного нужного файла из тысяч. Это же относится и к топографическим картам - здесь мы можем в качестве навигационного средства использовать мелкомасштабную карту вместо файловой системы. На этом же принципе могут строиться хранилища фотоснимков памятников архитектуры, паспортов зданий и многие другие архивы. Поскольку хранение и поиск больших объемов информации на электронных носителях - задача со своей спецификой, собственно ГИС обычно используют возможности внешних СУБД и эффективность, и надежность такого взаимодействия - важная характеристика серьезной ГИС.

## Составные части ГИС

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

**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** ГИС содержит функции и инструменты, необходимые для хранения, анализа и визуализации географической (пространственной) информации. Ключевыми компонентами программных продуктов являются: инструменты для ввода и оперирования географической информацией; система управления базой данных (DBMS или СУБД); инструменты поддержки пространственных запросов, анализа и визуализации (отображения); графический пользовательский интерфейс (GUI или ГИП) для легкого доступа к инструментам.

**Данные.** Это вероятно наиболее важный компонент ГИС. 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 также может использовать СУБД, применяемые многими организациями для упорядочивания и поддержки имеющихся в их распоряжении данных

**Исполнители.** Широкое применение технологии ГИС невозможно без людей, которые работают с программными продуктами и разрабатывают планы их использования при решении реальных задач. Пользователями ГИС могут быть как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, так и обычные сотрудники (конечные пользователи), которым ГИС помогает решать текущие каждодневные дела и проблемы.

**Методы.** Успешность и эффективность (в том числе экономическая) применения ГИС во многом зависит от правильно составленного плана и правил работы, которые составляются в соответствии со спецификой задач и работы каждой организации.

## Как работает ГИС?

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.

Любая географическая информация содержит сведения о пространственном положении, будь то привязка к географическим или другим координатам, или 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 объекта (объектов) применяется процедура, называемая геокодированием. С ее помощью можно быстро определить и посмотреть на карте где находится интересующий вас объект или явление, такие как дом, в котором проживает ваш знакомый или находится нужная вам организация, где произошло землетрясение или наводнение, по какому маршруту проще и быстрее добраться до нужного вам пункта или дома.

**Векторная и растровая модели.** ГИС может работать с двумя существенно отличающимися 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.

**Задачи, которые решает ГИС.** ГИС общего назначения, в числе прочего, обычно выполняет пять процедур (задач) с данными: 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 карт 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 не-

большом объеме работ, данные можно вводить с помощью дигитайзера. 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 имеют 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 (СУБД), то специальными компьютерными средствами для работы с интегрированными наборами данных (базами данных). В ГИС наиболее удобно использовать реляционную структуру, при которой данные хранятся в табличной форме. При этом для связывания таблиц применяются общие поля. Этот простой подход достаточно гибок и широко используется во многих, как ГИС, так и не ГИС приложениях. **Запрос и анализ.** При наличии ГИС и географической информации Вы сможете получать ответы 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?). Запросы можно задавать как простым щелчком мышью на определенном объекте, так и с посредством развитых аналитических средств. 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 относительно друг 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 является представление данных в виде карты или графика. Карта - это очень эффективный и информативный способ хранения, представления и передачи географической (имеющей пространственную привязку) информации. Раньше карты создавались на столетия. ГИС предоставляет новые удивительные инструменты, расширяющие и развивающие искусство и научные основы картографии. С ее помощью визуализация самих карт может быть легко дополнена отчетными документами, трехмерными изображениями, графиками и таблицами, фотографиями и другими средствами, например, мультимедийными.

**Связанные технологии.** ГИС тесно связана рядом других типов информационных систем. Ее основное отличие заключается в способности манипулировать и проводить анализ пространственных данных. Хотя и не существует единой общепринятой классификации информационных систем, приведенное ниже описание должно помочь дистанцировать ГИС от настольных картографических систем (desktop mapping), систем САПР (CAD), дистанционного зондирования (remote sensing), систем управления базами данных (СУБД или DBMS) и технологии глобального позиционирования (GPS).

**Системы настольного картографирования** используют картографическое представление для организации взаимодействия пользователя с данными. В таких системах все основано на картах, карта является базой данных. Большинство систем настольного картографирования имеет ограниченные возможности управления данными, пространственного анализа и настройки. Соответствующие пакеты работают на настольных компьютерах - PC, Macintosh и младших моделях UNIX рабочих станций.

**Системы САПР** способны чертить проекты и планы зданий и инфраструктуры. Для объединения в единую структуру они используют набор компонентов с фиксированными параметрами. Они основываются на небольшом числе правил объединения компонентов и имеют весьма ограниченные аналитические функции. Некоторые системы САПР расширены до поддержки картографического представления данных, но, как правило, имеющиеся в них утилиты не позволяют эффективно управлять и анализировать большие базы пространственных данных.

**Дистанционное зондирование и GPS.** Методы дистанционного зондирования - это искусство и научное направление для проведения измерений земной поверхности с использованием сенсоров, таких как различные камеры на борту летательных аппаратов, приемники системы глобального позиционирования или других устройств. Эти датчики собирают данные в виде изображений и обеспечивают специализированные возможности обработки, анализа и визуализации полученных изображений. Ввиду отсутствия достаточно мощных средств управления данными и их анализа, соответствующие системы вряд ли можно отнести к настоящим ГИС.

**Системы управления базами данных** предназначены для хранения и управления всеми типами данных, включая географические (пространственные) данные. СУБД оптимизированы для подобных задач, поэтому во многие ГИС встроена поддержка СУБД. Эти системы не имеют сходных с ГИС инструментов для анализа и визуализации.

## Что ГИС могут сделать для вас?

**Делать пространственные запросы и проводить анализ.** Способность ГИС проводить поиск в базах данных и осуществлять пространственные запросы позволила многим компаниям сэкономить миллионы долларов. ГИС помогает сократить время получения ответов на запросы клиентов; выявлять территории подходящие для требуемых мероприятий; выявлять взаимосвязи между различными параметрами (например, почвами, климатом и урожайностью



с/х культур); выявлять места разрывов электросетей. Риэлторы используют ГИС для поиска, к примеру, всех домов на определенной территории, имеющих шиферные крыши, три комнаты и 10-метровые кухни, а затем выдать более подробное описание этих строений. Запрос может быть уточнен введением дополнительных параметров, например стоимостных. Можно получить список всех домов, находящихся на определенном расстоянии от определенной магистрали, лесопаркового массива или места работы.

**Улучшить интеграцию внутри организации.** Многие применяющие ГИС организации обнаружили, что одно из основных ее преимуществ заключается в новых возможностях улучшения управления собственной организацией и ее ресурсами на основе географического объединения имеющихся данных и возможности их совместного использования и согласованной модификации разными подразделениями. Возможность совместного использования и постоянно наращиваемая и исправляемая разными структурными подразделениями база данных позволяет повысить эффективность работы как каждого подразделения, так и организации в целом. Так, компания, занимающаяся инженерными коммуникациями, может четко спланировать ремонтные или профилактические работы, начиная с получения полной информации и отображения на экране компьютера (или на бумажных копиях) соответствующих участков, например водопровода, и заканчивая автоматическим определением жителей, на которых эти работы повлияют, и уведомлением их о сроках предполагаемого отключения или перебоев с водоснабжением.

**Принятие более обоснованных решений.** ГИС, как и другие информационные технологии, подтверждает известную поговорку о том, что лучшая информированность помогает принять лучшее решение. Однако, 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. Наличие доступной для восприятия и обобщения информации позволяет ответственным работникам сосредоточить свои усилия на поиске решения, не тратя значительного времени на сбор и обмысливание доступных разнородных данных. Можно достаточно быстро рассмотреть несколько вариантов решения и выбрать наиболее эффективный и эффективный.

**Создание карт.** Картам в ГИС отведено особое место. Процесс создания карт в ГИС намного более прост и гибок, чем в традиционных методах ручного или автоматического картографирования. Он начинается с создания базы данных. В качестве источника получения исходных данных можно пользоваться и оцифровкой обычных бумажных карт. Основанные на ГИС картографические базы данных могут быть непрерывными (без деления на отдельные листы и регионы) и не связанными с конкретным масштабом. На основе таких баз данных можно создавать карты (в электронном виде или как твердые копии) на любую территорию, любого масштаба, с нужной нагрузкой, с ее выделением и отображением требуемыми символами. В любое время база данных может пополняться новыми данными (например, из других баз данных), а имеющиеся в ней данные можно корректировать по мере необходимости. В крупных организациях созданная топографическая база данных может использоваться в качестве основы другими отделами и подразделениями, при этом возможно быстрое копирование данных и их пересылка по локальным и глобальным сетям.