***1.Понятие о геоинформационных системах (ГИС).***

Геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС) — система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах.

Понятие геоинформационной системы также используется в более узком смысле — как инструмента (программного продукта), позволяющего пользователям искать, анализировать и редактировать как цифровую карту местности, так и дополнительную информацию об объектах.

Геоинформационная система может включать в свой состав базы данных дистанционного зондирования Земли, пространственные базы данных (в том числе под управлением универсальных СУБД), редакторы растровой и векторной графики, различные средства пространственного анализа данных. Применяются в картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне и многих других областях. Научные, технические, технологические и прикладные аспекты проектирования, создания и использования геоинформационных систем изучаются геоинформатикой.

Данные в геоинформационных системах описывают, как правило, реальные объекты, такие как дороги, здания, водоемы, лесные массивы. Реальные объекты можно разделить на две абстрактные категории: дискретные (дома, территориальные зоны) и непрерывные (рельеф, уровень осадков, среднегодовая температура). Для представления этих двух категорий объектов используются векторные и растровые данные.

Растровые данные хранятся в виде наборов величин, упорядоченных в форме прямоугольной сетки. Ячейки этой сетки называются пикселями. Наиболее распространенным способом получения растровых данных о поверхности Земли является дистанционное зондирование, проводимое при помощи спутников и БПЛА. Хранение растровых данных может осуществляться в графических форматах, например TIFF или JPEG.

Этапы создания ГИС:

* предпроектные исследования, в тч изучение требований пользователя и функциональные возможности используемого ПО,
* технико-экономическое обоснование (ТЭО)
* оценка рентабельности,
* системное проектирование ГИС, включая стадию пилот-проекта, разработку ГИС;
* тестирование ГИС на небольшом территориальном фрагменте или тестовом участке или создание опытного образца,
* внедрение ГИС;
* эксплуатация и обслуживание ГИС.

Источники данных для создания ГИС:

* базовый слой - картографические материалы (топографические и общегеографические карты, карты административно-территориального деления, кадастровые планы и тд), используемые в виде геодезической системы координат и плоских прямоугольных координат картографических проекций исходных материалов, геодезических координат и проекций создаваемых базовых карт, на основе которых осуществляется построение цифровых моделей в ГИС и практически реализуются все их задачи.
* данные дистанционного зондирования (ДДЗ): в тч, получаемые с космических аппаратов и спутников материалы, Изображения получают и передают на Землю с носителей съемочной аппаратуры, размещенных на разных орбитах. Полученные снимки отличаются разным уровнем обзорности и детальности отображения объектов природной среды в нескольких диапазонах спектра (видимый и ближний инфракрасный, тепловой инфракрасный и радиодиапазон), что позволяет решать широкий спектр экологических задач. К методам дистанционного зондирования относятся также аэро- и наземные съемки, и другие неконтактные методы, например гидроакустические съемки рельефа морского дна. Материалы таких съемок обеспечивают получение как количественной, так и качественной информации о различных объектах природной среды;
* результаты геодезических измерений на местности, выполняемые нивелирами, теодолитами, электронными тахеометрами, GPS приемниками и др;
* данные государственных статистических служб по самым разным отраслям народного хозяйства, а также данные стационарных измерительных постов наблюдений (гидрологические и метеорологические данные, сведения о загрязнении окружающей среды и пр).
* литературные данные (справочные издания, книги, монографии и статьи, содержащие разнообразные сведения по отдельным типам географических объектов). В ГИС редко используется только один вид данных, чаще всего это сочетание разнообразных данных на какую-либо территорию.

ГИС отличают:

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

*Преимущества геоинформационных систем:*

* удобное для пользователя отображение пространственных данных - картографирование пространственных данных, в том числе в трехмерном измерении, наиболее удобно для восприятия, что упрощает построение запросов и их последующий анализ.
* интеграция данных внутри организации - геоинформационные системы объединяют данные, накопленные в различных подразделениях компании или даже в разных областях деятельности организаций целого региона. Коллективное использование накопленных данных и их интеграция в единый информационный массив дает существенные конкурентные преимущества и повышает эффективность эксплуатации геоинформационных систем.
* принятие обоснованных решений - автоматизация процесса анализа и построения отчетов о любых явлениях, связанных с пространственными данными, помогает ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений.
* удобное средство для создания карт - геоинформационные системы оптимизируют процесс расшифровки данных космических и аэросъемок и используют уже созданные планы местности, схемы, чертежи. ГИС существенно экономят временные ресурсы, автоматизируя процесс работы с картами, и создают трехмерные модели местности.

*Операции, осуществляемые ГИС:*

* ввод данных - в геоинформационных системах автоматизирован процесс создания цифровых карт, что кардинально сокращает сроки технологического цикла.
* управление данными - геоинформационные системы хранят пространственные и атрибутивные данные для их дальнейшего анализа и обработки.
* запрос и анализ данных - геоинформационные системы выполняют запросы о свойствах объектов, расположенных на карте, и автоматизируют процесс сложного анализа, сопоставляя множество параметров для получения сведений или прогнозирования явлений.
* визуализация данных - удобное представление данных непосредственно влияет на качество и скорость их анализа. Пространственные данные в геоинформационных системах предстают в виде интерактивных карт. Отчеты о состоянии объектов могут быть построены в виде графиков, диаграмм, трехмерных изображений.

*Возможности ГИС:*

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.

По предметной области:

* картографические;
* геологические;
* городские или муниципальные ГИС;
* природоохранные ГИС и т. п.

*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.
* 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 средство, рассчитать загрузку, оптимальную траекторию движения, время прибытия и т. п.
* Управление природными ресурсами, природоохранная деятельность и 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. Cодержит 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 также может использовать СУБД, применяемые многими организациями для упорядочивания и поддержки имеющихся в их распоряжении данных;
* исполнители. Пользователями ГИС могут быть как технические специалисты, разрабатывающие и поддерживающие систему, так и обычные сотрудники, которым ГИС помогает решать текущие каждодневные дела и проблемы;
* методы.

***2. Место, роль и сущность геоинформационного картографирования территории в картографии. Принципиальные отличия геоинформационного картографирования от традиционного картографирования.***

**Геоинформационное картографирование (ГК) –**отрасль картографии, его суть составляет информационно-картографическое моделирование геосистем.

Главная задача ГК – создание карт как образно-знаковых моделей действительности; ее решение связано с применением стандартных и разработкой специализированных ГИС- технологий и новых методов картографирования на их основе.

Для ГК важно не только автоматизированное воспроизводство картографического изображения, но и автоматизация использования карт, например, в ГИС, для создания новых карт, автоматизации исследований по картам. Устройства графического вывода данных – экраны мониторов – позволяют автоматизировать процесс проектирования и составления карт. Картографические изображения на экране обладают рядом преимуществ, которых нет в традиционном картосоставлении: возможность быстро строить разные варианты, преобразовывать системы координат, создавать трехмерные изображения и динамические фильмы и т.п. Это новое средство моделирования реальной действительности. В то же время, интерактивный способ, позволяющий сочетать различные принципы обработки, редактирования и корректуры, ручная генерализация с учетом взаимосвязей явлений и объектов связаны с эффективностью использования опыта и знаний картографа.

Методы геоинформационного картографирования

Многие методы и ГИС-технологи создания карт базируются на использовании баз пространственных данных и алгоритмических процедур, применяемых в ГИС для выполнения пространственного анализа и моделирования.

Создание общегеографических карт наиболее сложно поддается автоматизации. Общегеографические карты (топографические, обзорно-топографические и обзорные), имеющие многоцелевое применение, должны отображать совокупность всех видимых элементов местности, обладать заданной точностью при выбранном масштабе, иметь унифицированное зарамочное оформление и показывать объекты унифицированными символами и цветом. Основные ГИС- технологии создания таких карт – жестко топологически контролируемый оверлей и запросы к данным. Большинство же операций обеспечивается грамотной интерактивной работой пользователя.

Картографические возможности создания тематических карт, отображающих структуру распределения и взаимосвязи объектов или явлений, существенно шире.

Одним из быстро развивающихся направлений ГК стало оперативное картографирование, которое трактуется, как создание и использование карт в реальном или близком к реальному масштабе времени с целью быстрого (своевременного) информирования пользователей и воздействия на ход процесса. Оперативные карты предназначены не только для изучения динамики, но и для решения более широкого спектра задач, включая инвентаризацию объектов, предупреждение о неблагоприятных или опасных процессах, слежение за их развитием, составления рекомендаций и прогнозов, выбор вариантов контроля, стабилизация или изменение хода процесса в самых разных сферах - от экологических ситуаций до политических событий.

Организации, работающие в области ГИС- технологий, стали усиленно использовать Интернет для того, чтобы сделать геоинформацию, включающую цифровые снимки и карты, доступной для широкого круга профессионалов. Обилие геоизображений, обращающихся в Интернет, делает очевидным для многих специалистов возможность интеграции ГИС- технологий и высокоскоростных электронных сетей для создания и модернизации ГИС, баз данных и картографирования. Введены новые термины "Веб-ГИС", "Интернет-ГИС", "Интернет-картографирование". На многочисленных сайтах в Интернет можно найти:

* карты и целые атласы, полученные сканированием печатных оригиналов;
* аэро- и космические снимки, в том числе в цифровом формате, пригодные для использования в ГИС;
* карты, атласы, трехмерные модели и др. геоизображения, созданные специально для Интернета;
* интерактивные геоизображения, составляемые и обновляемые по запросам пользователей.

В Интернете содержится множество анимаций самого разного вида: от простых электронных изображений, перемещающихся по экрану, до трехмерных пейзажных карт с меняющейся перспективой и панорам, моделирующих "облет" территории.

Общегеографические карты используют в качестве источников при составлении любых тематических карт. Они служат основой для нанесения тематического содержания. Топографические, обзорно-топографические и обзорные карты - это надежные и достоверные источники, которые создают по государственным инструкциям, в стандартной системе условных знаков с определенными, строго фиксированными требованиями к точности.

Взаимодействие геоинформатики и картографии стало основой для формирования нового направления - геоинформационного картографирования, суть которого составляет автоматизированное информационно-картографическое моделирование природных и социально-экономических геосистем на основе ГИС и баз знаний.

Традиционная картография испытывает сегодня перестройку, сопоставимую, возможно, лишь с теми изменениями, которые сопровождали переход от рукописных карт к печатным полиграфическим оттискам. В некоторых случаях геоинформационное картографирование почти полностью заменило традиционные методы картосоставления и картоиздания.

Четкая целевая установка и преимущественно прикладной характер - вот, пожалуй, наиболее важные отличительные черты геоинформационного картографирования. Согласно подсчетам, до 80% карт, составляемых с помощью ГИС, носят оценочный или прогнозный характер либо отражают то или иное целевое районирование территории.

Программно-управляемое картографирование по-новому освещает многие традиционные проблемы, связанные с выбором математической основы и компоновки карт (возможность перехода от проекции к проекции, свободное масштабирование, отсутствие фиксированной нарезки листов), введением новых изобразительных средств (например, мигающие или перемещающиеся на карте знаки), генерализацией (использование фильтрации, сглаживания и т.п.).

Происходит тесное соединение двух основных ветвей картографии: создания и использования карт. Многие трудоемкие прежде операции, связанные с подсчетом длин и площадей, преобразованием изображений или их совмещением, стали рутинными процедурами. Возникла электронная динамическая картометрия. Создание и использование карт, в особенности если речь идет о цифровых моделях, стали как бы единым интегрированным процессом, поскольку в ходе компьютерного анализа происходит постоянное взаимное трансформирование изображений. Даже чисто методически стало трудно различить, где завершается составление исходной карты и начинается построение производной.

ГИС-технологии породили еще одно направление - оперативное картографирование, то есть создание и использование карт в реальном или близком к реальному масштабе времени для быстрого, а точнее сказать, своевременного информирования пользователей и воздействия на ход процесса. При этом реальный масштаб времени понимается как характеристика скорости создания-использования карт, то есть темпа, обеспечивающего немедленную обработку поступающей информации, ее картографическую визуализацию для оценки, мониторинга, управления, контроля процессов и явлений, изменяющихся в том же темпе.

Оперативные карты предназначаются для инвентаризации объектов, предупреждения (сигнализации) о неблагоприятных или опасных процессах, слежения за их развитием, составления рекомендаций и прогнозов, выбора вариантов контроля, стабилизации или изменения хода процесса в самых разных сферах - от экологических ситуаций до политических событий. Исходными данными для оперативного картографирования служат материалы аэрокосмических съемок, непосредственных наблюдений и замеров, статистические данные, результаты опросов, переписей, референдумов, кадастровая информация.

Огромные возможности и порой неожиданные эффекты дают картографические анимации. Разнообразные модули анимационных программ обеспечивают перемещение картографического изображения по экрану, мультипликационную смену карт-кадров или трехмерных диаграмм, изменение скорости демонстрации, возврат к избранному фрагменту карты, перемещение отдельных элементов содержания (объектов, знаков) по карте, их мигание и вибрацию окраски, изменение фона и освещенности карты, подсвечивание и затенение отдельных фрагментов изображения и т.п. Совершенно необычны для картографии эффекты панорамирования, изменения перспективы, масштабирование частей изображения (наплывы и удаления объектов), а также иллюзии движения над картой (облет территории), в том числе с разной скоростью.

В обозримом будущем перспективы развития картографии в науках о Земле связываются прежде всего и почти целиком с геоинформационным картографированием. Они исключают необходимость готовить печатные тиражи карт. Внедрение электронных технологий "означает конец трехсотлетнего периода картографического черчения и издания печатной картографической продукции". Взамен мелкомасштабных карт и атласов пользователь сможет затребовать и сразу получить все необходимые данные в машиночитаемом или визуализированном виде, и даже само понятие "атлас" подлежит пересмотру.

***3.Формы представления геополей.***

Поверхность (геополе, рельеф) —трехмерный объект (3D) —один из четырех основных типов пространственных объектов, определяемый не только плановыми координатами х, у, но и аппликатой z (значение геополя), т. е. определяемый тройкой координат

Примерами поверхностей служат рельеф местности, распределение полей температур, осадков, геофизические поля, (магнитные, электрические поля Земли и т. п.) и т. д. Все эти поверхности иногда называют общим термином — географические поля, или геополя. Цифровые модели геополей и будут являться предметом дальнейшего рассмотрения.

Вообще с математической точки зрения размерность геополя равна 2: географические координаты х и у — это независимые параметры модели, а значения геополя z зависят от этих параметров как функция z =f(x, у).

Однако в отличие от площадных объектов геополе невозможно «полностью» отобразить на плоскости, поэтому и в картографии, и в геоинформатике эти модели обычно показывают способом изолиний. Для того чтобы отделить такие модели от моделей площадных объектов, придумали специальное название «2,5D цифровые модели», подчеркивая тем самым, что хотя модель в математическом плане и двумерна, отображена она может быть только в трехмерном пространстве.

Цифровая модель геополя — это способ цифрового описания пространственных объектов, имеющих непрерывный характер в трехмерном пространстве. Цифровая модель геополя подразумевает, что для каждой точки внутри области определения геополя можно однозначно определить значение геополя в этой точке.

Регулярная сеть (grid) —это цифровая модель геополя, в основу которой положена сеть точек, каждой из которых сопоставлено значение геополя в этой точке. Причем точки (узлы) расположены в определенной регулярной форме, кроме того, задан способ вычисления значений геополя между узлами сети.

Классификация регулярных сетей может проводиться по форме ячеек сети и по способу вычисления значения геополя между узлами сети.

По форме ячеек сети. Различают сети с квадратными, прямоугольными и гексагональными (треугольными) ячейками. Однако на практике в основном используют регулярные сети с квадратной и прямоугольной ячейками. Это обусловлено относительной простотой математического аппарата для оперирования такими данными и простотой алгоритмов их анализа. Фактически регулярная сеть представляет собой матрицу значений геополя, где каждая ячейка матрицы соответствует узлу регулярной сети.

По способу вычисления значений геополя между узлами сети. Наиболее часто встречаются следующие способы. Способ ближайшего соседа. Это наиболее простой способ вычисления значения геополя между узлами сети. Значение геополя в точке приравнивается к значению геополя в ближайшем узле регулярной сети. Такие регулярные сети называют ячеистыми. В итоге поверхность представляет собой набор смежных горизонтальных участков. Регулярные сети, в которых значение геополя в произвольной точке вычисляется на основе значений геополя в ближайших узлах сети, называют решетчатыми.

Триангуляционная сеть (Triangulated Irregular Network, TIN) — цифровая модель геополя, в основу которой положена триангуляция.

Триангуляция — планарный граф, получающийся при соединении точек отрезками, такой, что нельзя добавить ни одного нового отрезка без нарушения планарности (т. е. без пересечения отрезками друг друга).

Одно и то же множество точек можно триангулировать разными способами. Для построения триангуляции наиболее часто используется критерий Делоне. Критерий Делоне предполагает, что описанная окружность треугольника не должна содержать в себе вершины других треугольников сети.

***4.Получение цифровых карт по исходным бумажным материалам.***

В технологии создания топографических карт различают "чистое создание" и обновление. Образно говоря, топографическая карта устаревает уже в момент ее издания, так как ситуация на местности изменяется постоянно, а потому при накоплении определенного процента изменений карта подлежит обновлению и переизданию.

На начальном этапе большинство цифровых карт создавались методом дигитализации (координирования множества точек) по оригиналам обычных топографических карт; затем были внедрены более совершенные растровые технологии.

При "цифровании" существующих топографических карт возникает необходимость получения дополнительной информации о местности, которой на обычных картах просто нет, поэтому и здесь приходится выполнять некоторые процессы "цифровой топографии".

При издании цифровой карты на территории, где топографическая карта нужного масштаба отсутствует, и при обновлении цифровых карт применяется принципиально новая технология, в которой можно выделить следующие крупные процессы:

*создание геодезической основы (съемочного обоснования),*

*получение аэроснимков местности,*

*дешифрирование снимков и сбор семантической информации,*

*создание файлов цифровой карты путем ввода информации в ПК.*

В каждом из этих процессов имеется множество проблем, которые всегда возникают при отработке новых технологий. Применительно к цифровым картам это проблемы:

*стандартных и произвольных рамок листов карт,*

*полноты объектового состава,*

*правил описания объектов,*

*точности планового и высотного положения объектов,*

*согласования метрического положения объектов,*

*форматов представления данных,*

*технического и программного обеспечения и т.д.*

Исходными материалами для создания цифровых карт местности служат топографические и специальные карты и планы, аэрокосмоснимки, различные справочные материалы и другие источники. В настоящее время в мире разработано достаточно много систем цифрования карт. Большинство из существующих систем основываются на использовании сканеров и автоматической или интерактивной векторизации карт.

Технология основана на смешанной обработке растровых и векторных изображений с использованием ручных и сканерных средств ввода и обеспечивает полный технологический цикл получения ЦКИ с заданной производительностью, точностью и достоверностью. Технология реализована в виде двух программно-информационных комплексов: комплекса ручной дигитализации карт и планов и комплекса сканерного ввода и растровой обработки картографических изображений.

Ручной ввод - наиболее простой и дешевый способ оцифровки материалов, но требует большого напряжения человека-оператора при цифровании больших и сложных исходных материалов, что приводит к снижению точности ввода и появлению ошибок в цифровых данных.

Данный способ не предъявляет особых требований к качеству исходного материала, однако требуется предварительная подготовка материала, на которую практически затрачивается время, соизмеримое со временем собственно цифрования карт и планов. Дигитайзеры бывают различного формата для ввода данных как с обычных материалов (бумажных или пластиковых), так и с исходных материалов, наклеенных, например, на алюминиевую или картонную основу. В настоящее время завершены работы по созданию гибридных средств ввода, основанных на методах ручного и сканерного ввода данных. Сканерный ввод обладает большой точностью и скоростью цифрования, однако требует более сложного программного обеспечения. Разработанная технология растровой обработки картографических изображений основана на методах автоматического формирования векторного представления и частичной автоматической классификации объектов изображения, а также унификации обработки черно-белых и цветных картографических изображений за счет использования единой технологической схемы, что достигается путем цветоделения исходного цветного изображения на первом этапе обработки картографической информации.

Технология растровой обработки включает следующие основные процедуры, реализованные в виде отдельных независимых модулей:

1. Ввод и предварительная обработка растровой информации. В качестве устройств ввода может использоваться любой сканер с выходным форматом PCX или TIFF. Средства предварительной обработки растровой информации включают такие операции, как улучшение качества изображения, цветоделение, сшивка растровых фрагментов, согласование систем координат различных слоев изображения и др. Основной операцией данного модуля является операция цветоделения растрового картографического изображения. При вводе черно-белых изображений данная операция не используется. В настоящее время в технологии используются методы, реализованные на программном уровне, обеспечивающие цветоделение с высоким качеством.

2. Предварительное структурирование и формирование векторного описания картографического изображения. В данный модуль входят операции растр-векторного преобразования; создания векторного топологического описания изображения на основе понятий "контур", "сегмент", "узел", "точка"; формирования пространственно-логических связей (ПЛС) типа "входимость" для внутренних контуров; формирования габаритных рамок объектов; редактирования линейно-контурного описания объектов изображения и др.

Основной операцией данного модуля является формирование векторного описания картографического изображения. Комплекс векторизации, предназначен для векторизации картографических изображений больших размеров на персональных ЭВМ. В его основе лежит метод просмотра изображения полосой строк и выполнения всех операций обработки изображения внутри данной полосы.

Разработана специальная технологическая схема, которая позволила реализовать все алгоритмы векторизации с высокой скоростью и хорошим качеством обработки изображений. На рисунке показаны векторные изображения отдельных картографических слоев, полученных по растровым цветотделенным изображениям.

Исходные растровые и полученные наборы векторного описания картографических изображений являются входными данными для модуля автоматизированной структуризации.

3. Автоматизированная структуризация картографического изображения. Сюда входят операции послойной обработки линейно-контурного описания изображения с использованием в качестве "фона" растрового изображения карты и формирования объектов цифровой модели местности (ЦММ) в понятиях и требованиях принятой системы классификации и кодирования

картографической информации. В процессе обработки формируются метрическое и семантическое описания объектов, а также ПЛС и другие технологические признаки, обеспечивающие в дальнейшем быстрый доступ к объектам ЦКМ. Структуризация картографического изображения основана на автоматической сборке объектов местности по линейно-контурному описанию в соответствии с правилами цифрового описания объектов. Разработанная технология автоматической структуризации картографических изображений обеспечивает высокую производительность создания ЦИМ с заданной точностью и информативностью.

4. Автоматический контроль ЦКМ. В средства контроля включены операции структурного контроля, контроля корректности метрического и семантического описаний объектов, правильности присвоения высот горизонталям, правильности направления цифрования объектов и некоторые другие виды контроля. Средства контроля обеспечивают, если это возможно, автоматическую коррекцию ЦКМ. В противном случае формируется протокол ошибок, который затем обрабатывается картографическим редактором.

5. Редактирование ЦКМ. Операции редактирования выполняются с помощью специализированного картографического редактора, который включает в свой состав более 100 функций. Редактор является универсальным комплексом и используется не только в технологии создания цифровой информации о местности, но и в технологиях обновления ЦКМ и подготовки карт к изданию.

6. Формирование выходной структуры ЦКМ. Включают операции учета деформации исходного материала, фильтрации, сжатия, формирования различных служебных признаков.

7. Сервисная обработка ЦКМ. Сюда включены операции печати протоколов, слияния отдельных цифровых моделей в единую модель, получения символизированных и несимволизированных графических копий, построения матрицы высот рельефа и др.

***5.Назначение и основные компоненты систем управления базами данных (СУБД).***

**Система управления базами данных**, *сокр.* СУБД — совокупность программных и лингвистических средств общего или специального назначения, обеспечивающих управление созданием и использованием баз данных.

СУБД — комплекс программ, позволяющих создать базу данных (БД) и манипулировать данными (вставлять, обновлять, удалять и выбирать). Система обеспечивает безопасность, надёжность хранения и целостность данных, а также предоставляет средства для администрирования БД.

## Состав СУБД

Обычно современная СУБД содержит следующие компоненты:

* **ядро**, которое отвечает за управление данными во внешней и оперативной памяти и журнализацию;
* **процессор языка базы данных**, обеспечивающий оптимизацию запросов на извлечение и изменение данных и создание, как правило, машинно-независимого исполняемого внутреннего кода;
* **подсистему поддержки времени исполнения**, которая интерпретирует программы манипуляции данными, создающие пользовательский интерфейс с СУБД;
* **сервисные программы** (внешние утилиты), обеспечивающие ряд дополнительных возможностей по обслуживанию информационной системы.

***6. Сущность, основные особенности территориальных банков и баз данных.***

**Территориальный банк пространственных данных –**этоинформационная система централизованного хранения и коллективного использования геопространственных данных о территории, представляющая собой совокупность баз данных (БД), системы управления базами данных (СУБД) и комплекса прикладных программ.

БД - определенным образом организованная совокупность связанных между собой геопространственных данных, отображающих конкретную территорию и предметную область и предназначенных для совместного использования различными потребителями.

Важной особенностью базы данных является ее независимость от прикладных программ пользователей.

Базы данных бывают локальными (размещенными на одном компьютере) и распределенными (размещенными на нескольких компьютерах сети).

СУБД - комплекс программ и языковых средств, предназначенных для создания, ведения и использования баз данных. Он обеспечивает ввод, хранение, манипулирование данными, обработку запросов, поиск, выборку, сортировку, обновление данных, сохранение целостности и защиту данных от несанкционированного доступа, искажения или потери.

Важнейшей отличительной характеристикой СУБД является структура (организация) данных в базах данных.

Особенностью территориальных банков данных является:

1. сочетание коммерческих общетехнических СУБД, применяемых для организации семантических (атрибутивных) данных и специализированных СУБД, входящих в состав ПО ГИС, применяемых для организации позиционных (координатных) данных;
2. создание и структурирование баз данных по территориальным единицам (область, город, район), по масштабам, по предметным областям;
3. наличие системы навигации по территории.

Структуры данных в территориальных банках пространственных данных

В территориальных банках пространственных данных применялись в разное время и применяются сейчас различные структуры данных, имеющие свои достоинства и недостатки.

**Файловая структура данных.** Каждая запись в файле содержит одни и те же элементы данных – поля, при этом одно поле обозначается как ключевое и используется для записи идентификатора («плоский файл»).

**Иерархическая структура данных.**В этой структуре данных существует несколько типов записей, связанных по принципу «один со многими», причем вверх идет одна связь, а вниз – много связей

**Сетевая структура данных.**В этой структуре существует несколько типов записей, связанных по принципу «многие со многими» с помощью указателей через ключевые поля.

Преимущество сетевой структуры перед иерархической заключается в том, что при изменении данных, изменяется только соответствующие таблицы.

Например, при продаже участка меняется только таблицы «Дополнительная запись о владельце» и «Дополнительная запись об участке», а при переезде владельца меняется только таблица «Основная запись о владельцах».

**Реляционная структура данных.** Это самая распространенная структура данных (90% всех данных мира хранится в этой структуре). Здесь существует несколько простых таблиц, которые можно связывать между собой без указателей и ключевых полей и посредством логических связей по общим полям образовывать ассоциации.

Преимущество реляционной структуры заключается в простоте организации данных, практически неограниченной гибкости образования связей между данными, обеспечении прямого доступа к данным, оптимизации запросов.

**Объектно-ориентированная структура данных**. Это сравнительно новая структура данных, обеспечивающая сложное комплексное представление реального мира. Здесь данные об объектах и методы их обработки объединены в едином классе (например, геометрия, семантика, картографические атрибуты, специальные требования к объектам, правила их цифрового описания и обработки).

Достоинством объектно-ориентированной структуры является более полное отображение реального мира и возможность представления сложных связей объектов предметной области. Например, в классе «участок» можно объединить сведения о его стоимости, обременениях, границах, находящихся объектах недвижимости, схему расположения, кадастровый план и т.д.

Навигация в территориальном банке данных

Навигация осуществляется с целью быстрого нахождения в базах данных нужного участка территории. Для этого создается специальное приложение к программному обеспечения банка данных, работающее с несколькими навигационными слоями: по листам (планшетам), по классам объектов, по территориальным участкам.

***7. Локальные и глобальные сети ЭВМ***

По степени географического распространения сети делятся на локальные, городские, корпоративные, глобальные и др.

Локальная сеть (ЛВС или LAN — Local Area NetWork) — сеть, связывающая ряд компьютеров в зоне, ограниченной пределами одной комнаты, здания или предприятия.

Глобальная сеть (ГВС или WAN — World Area NetWork) — сеть, соединяющая компьютеры, удалённые географически на большие расстояния друг от друга.

Городская сеть (MAN — Metropolitan Area NetWork) — сеть, которая обслуживает информационные потребности большого города.

Для соединения локальных сетей используются следующие устройства, которые различаются между собой по назначению и возможностям:

Мост — связывает две локальные сети. Передаёт данные между сетями в пакетном виде, не производя в них никаких изменений. Ниже на рисунке показаны три локальные сети, соединённые двумя мостами.

Маршрутизатор объединяет сети с общим протоколом более эффективно, чем мост. Он позволяет, например, расщеплять большие сообщения на более мелкие куски, обеспечивая тем самым взаимодействие локальных сетей с разным размером пакета.

Маршрутизатор может пересылать пакеты на конкретный адрес (мосты только отфильтровывают ненужные пакеты), выбирать лучший путь для прохождения пакета и многое другое. Чем сложней и больше сеть, тем больше выгода от использования маршрутизаторов.

Мостовой маршрутизатор — это гибрид моста и маршрутизатора, который сначала пытается выполнить маршрутизацию, где это только возможно, а затем, в случае неудачи, переходит в режим моста.

Шлюз, в отличие от моста, применяется в случаях, когда соединяемые сети имеют различные сетевые протоколы. Поступившее в шлюз сообщение от одной сети преобразуется в другое сообщение, соответствующее требованиям следующей сети. Таким образом, шлюзы не просто соединяют сети, а позволяют им работать как единая сеть. C помощью шлюзов также локальные сети подсоединяются к мэйнфреймам — универсальным мощным компьютерам.

Беспроводные сети используются там, где прокладка кабелей затруднена, нецелесообразна или просто невозможна. Например, в исторических зданиях, промышленных помещениях с металлическим или железобетонным полом, в офисах, полученных в краткосрочную аренду, на складах, выставках, конференциях и т.п.

В этих случаях сеть реализуется при помощи сетевых радио-адаптеров, снабжённых всенаправленными антеннами и использующих в качестве среды передачи информации радиоволны. Такая сеть реализуется топологией “Все-Со-Всеми” и работоспособна при дальности 50–200 м.

Для связи между беспроводной и кабельной частями сети используется специальное устройство, называемое точкой входа (или радиомостом). Можно использовать и обычный компьютер, в котором установлены два сетевых адаптера — беспроводной и кабельный.

Другой важной областью применения беспроводных сетей является организация связи между удалёнными сегментами локальных сетей при отсутствии инфраструктуры передачи данных (кабельных сетей общего доступа, высококачественных телефонных линий и др.), что типично для нашей страны. В этом случае для наведения беспроводных мостов между двумя удалёнными сегментами используются радиомосты с антенной направленного типа.

Если в сеть нужно объединить несколько сегментов, то используется топология типа “звезда”. При этом в центральном узле устанавливается всенаправленная антенна, а удалённых узлах — направленные. Сети звездообразной топологии могут образовывать сети разнообразной конфигурации.

Сетевая магистраль с беспроводным доступом позволяет отказаться от использования медленных модемов.

***8. Классификация дистанционных методов зондирования Земли и особенности их использования в ГИ-технологиях***

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) - наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры.

Рабочий диапазон длин волн, принимаемых съемочной аппаратурой, составляет от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны).

Методы зондирования могут быть:

* пассивные - с использованием естественного отраженного или вторичного теплового излучения объектов на поверхности Земли, обусловленного солнечной активностью,
* активные - использующие вынужденное излучение объектов, инициированное искусственным источником направленного действия.

ДЗЗ, полученные с космического аппарата (КА), характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы.

Поэтому на КА используется многоканальное оборудование пассивного и активного типов, регистрирующие электромагнитное излучение в различных диапазонах.

Данные ДЗЗ обеспечивают требуемое качество базовой информации для ГИС.

Геоинформационные системы (ГИС) предназначены для сбора, хранения, обработки, доступа, анализа, интерпретации и графической визуализации пространственных данных.

В современном информационном обществе ГИС находят все большее применение, т. к. являются наиболее удобным инструментом для решения многих практических, научных и учебных задач, связанных с использованием географической информации.

Российская космическая система ДЗЗ предназначена для информационного обеспечения решения широкого спектра задач в интересах различных сфер хозяйственной деятельности государства.

Орбитальная группировка космических аппаратов (КА) ДЗЗ состоит из 4х активно функционирующих КА:

* КА «Ресурс-ДК1» (разработан ФГУП ГНПРКЦ ЦСКБ-Прогресс);
* КА Метеор-М №1 (разработан Корпорацией ВНИИЭМ);
* КА Электро-Л №1 (разработан ФГУП НПО им. С.А.Лавочкина);
* КА Канопус-В №1 ( разработан Корпорацией ВНИИЭМ).

***9. ГИС-технологии при решении природоохранных задач.***

Автоматизируя процессы сбора, обработки, исследования и сопоставления данных, технология позволяет в сфере экологии проводить:

* Мониторинг

С помощью географической информационной системы можно на основе сбора параметров окружающей среды создавать необходимые карты разной тематики с последующей актуализацией данных и отслеживанием динамики и масштабов происходящих изменений.

* Анализ

Обеспечивается возможность быстро и качественно анализировать результаты мониторинга с применением методов временного и пространственного анализов, позволяющих отслеживать появление неочевидных при исследовании табличных данных зависимостей. Результатом такой работы становится комплексная характеристика территории с учетом безопасности проживания на ней человека.

* Прогнозирование

Регулярное отслеживание экологических параметров позволяет выявлять изменения, сопоставлять сопровождающие их процессы и прогнозировать развитие ситуации в будущем. В числе важных возможностей — моделирование влияния постоянно действующего загрязнения и экокатастроф, носящих природный или техногенный характер.

Популярной сферой применения ГИС является также управление охраняемыми территориями (национальные парки, заказники, заповедники). В этой сфере ГИС позволяют объединить мониторинг состояния флоры и фауны, оценку антропогенных вмешательств, планирование и проведение природоохранных мероприятий.

**Геоинформационные системы экологического мониторинга**

ГИС позволяют собирать результаты мониторинговых измерений, которые проводятся в точках наблюдения за состоянием определенного события или явления, а также автоматизировать процессы обработки и анализа этой информации.

Практический опыт нашей команды включает ряд успешно внедренных ГИС-проектов собственной разработки:

* система мониторинга биоразнообразия для НЦББ Республики Таджикистан в рамках Программы развития ООН (учет диких животных и нарушений на территориях ООПТ);
* система общественного реагирования на пожары «Ясный Горизонт» (заказчик — АНО «Гражданская инициатива против экопреступности»);
* система мониторинга сертифицированных по системе FSC лесов как инструмент ответственного природопользования (разработка в сотрудничестве с Российским офисом FSC);
* веб-приложение для мониторинга миграции моржей в Печорском море (совместный проект NextGIS и Всемирного фонда дикой природы);
* информационная система по объектам животного и растительного мира ХМАО;
* ГИС экологической паспортизации районов Липецкой области;
* система оперативного обнаружения зимних рубок леса по данным дистанционного зондирования;
* ГИС по данным ПРООН для Администрации ТМР;
* картографическое обеспечение для охранной зоны нацпарка Куршская коса;
* Экологический паспорт территории Балаковского муниципального района;
* Веб ГИС «Кольцевание хищных птиц».

***10. SQL и его характеристика. Особенности использования в профессиональных ГИС***

Особое место при работе с пространственной информацией занимают пространственные запросы. Для их создания используются специальные языки. Как правило, это различные версии и диалекты языка SQL, однако в некоторых ГИС используется язык QBE (Query By Example — язык запросов по примеру (образцу), предназначенный для пользователей, не являющихся программистами). Во многих ГИС пользователь создает пространственные запросы, настраивая параметры соответствующих диалогов или мастеров. Обычно для создания пространственных запросов используются расширения языка SQL.

Следует заметить, что в ГИС пространственные запросы стали использоваться довольно давно (по меркам истории ГИС). Так, в системе MapInfo среди операторов, которые можно использовать в SQL-запросе, существуют: Contains, Within, Intersects и их разновидности.

SQL — это структурированный язык запросов, созданный для того, чтобы получать из базы данных необходимую информацию. Если описать схему работы SQL простыми словами, то специалист формирует запрос и направляет его в базу. Та в свою очередь обрабатывает эту информацию, «понимает», что именно нужно специалисту, и отправляет ответ.

Данные хранятся в виде таблиц, они структурированы и разложены по строкам и столбцам, чтобы ими легче было оперировать. Такой способ хранения информации называют реляционными базами данных (от англ. relation — «отношения»). Название указывает на то, что объекты в такой базе связаны определенными отношениями.

SQL — это не язык программирования, поэтому написать приложение или сайт с его помощью не получится, но при этом внутренняя работа сайта (backend) невозможна без запросов. Поиск информации в Google — это тоже модель использования SQL. Пользователь задает параметры, которые его интересуют, и отправляет запрос на сервер; затем происходит магия и в поисковой выдаче появляются результаты, соответствующие именно этому запросу.

SQL используют разные виды специалистов:

Аналитики и продуктовые маркетологи. Знание SQL помогает этим специалистам не зависеть от программистов, а самостоятельно получать и обрабатывать данные.

Разработчики и тестировщики. С помощью SQL они могут самостоятельно проектировать базы для быстрой и надежной работы с данными, улучшать с их помощью сайты и приложения.

Руководители и менеджеры. SQL позволит специалистам на руководящих постах самостоятельно обращаться к базам, контролировать работу компании и в реальном времени получать данные о положении дел.