#### **ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

**Геоинформационная система «Компас-2» и возможности её использования для ведения природных кадастров России**

**2003**

**В**ведение

Глава 1. Кадастр

1.1.Формирование индексных карт–основа ведения кадастра.

1.1.1Индексные карты

1.1.2.Опыт Одессы

1.2.Использование ГИС и ДЗ в земельном кадастре.

1.3.Автоматизированная система градостроительного кадастра.

1.3.1.О проекте

1.3.2.О системе

1.3.3.City Analyst

1.3.4.АгсМар

Глава 2. Геоинформационные системы. Исследование различных вариантов представления атрибутивной и пространственной информации в базах данных ГИС и процедуры работы с данными в ГИС

2.1.Общее представление о ГИС

2.2.Основные этапы развития ГИС

2.3.Карты как основа ГИС. Понятие о геоинформационном картографировании

2.4.Типы ГИС

2.5.Проблемно-ориентированные ГИС

2.6.География и ГИС

2.7.Географическая информация и её представление в базах данных ГИС

2.7.1.Источники пространственных данных

2.7.1.1.Данные о природных ресурсах и окружающей среде

2.7.1.2.Экономические и социально-экономические данные

2.7.2.Проектирование географических баз и банков данных

2.7.3.Позиционная и семантическая составляющие данных

2.7.4.Представление точечных, линейных и площадных объектов в базе данных и на цифровой карте

2.7.5.Объектно-ориентированные и реляционные структуры БД

2.7.6.Организация и форматы данных

2.7.7.Качество данных и контроль ошибок

2.7.8.Позиционная точность данных и типы ошибок

2.7.9.Точность атрибутивных данных

2.7.10.Логическая непротиворечивость, полнота, происхождение

2.7.11.Особенности интеграции разнотипных данных

2.8.Техническое и программное обеспечение ГИС

2.8.1.Требования к техническому и программному обеспечению ГИС

2.8.2.Подсистемы реализации ГИС-технологий в ГИС

2.9.Применение ГИС в различных областях

2.9.1.Геология и ГИС

2.9.2.ГИС в Безнесе

2.9.3.Связь и ГИС

2.9.4.ГИС в Военных технологиях

2.9.5.ГИС и транспорт

Глава 3. ГИС-технология «Компас-2»Краткая характеристика ГИС «Компас-2». Назначение, содержание, сферы применения.

Глава 4. Разработка варианта кадастра памятников России.

Защита данных в ГИС

Охрана труда

Заключение

Список используемых источников и программного обеспечения.

Приложение

ВВЕДЕНИЕ

Государственная система кадастров делится на множество кадастров, одним из которых является кадастр памятников России.

Актуальность темы диктуется необходимостью создания базы данных о памятниках России для контроля за их состоянием как экологическим так и техническим.

Целью работы является создание варианта кадастра памятников России и привязка его (как дополнение) к ГИС «Компас-2».

Задачи исследования:

Исследование возможностей использования ГИС «Компас-2» для создания различных видов природных кадастров, определение недостатков, предложения по доработке.

Создание инструкции пользователя по ГИС «Компас-2» для использования её в учебном процессе в курсе ГИС. Разработка вариантов заданий с ответами.

Сбор данных по памятникам России (описание, мастер, фото и т.п.)

Сведение данных в единую базу;

Разработка варианта кадастра памятников России

Исходные данные: ГИС-технология «Компас-2».

Для поиска данных по памятникам России был использован Internet и материалы Публичной Библиотеки.

Практическая значимость результатов работы

Результаты проделанной работы имеют следующие направления применения:

в Гос.Думе как дополнение к «Компас-2» (эта ГИС-технология в настоящее время там применяется), или других государственных ведомствах

в учебном процессе, в качестве наглядного пособия по памятникам истории, архитектуры, природы, как всей России так и отдельно взятой области.

**1.Кадастр**

Думается, сегодня уже не надо убеждать основную массу специалистов в необходимости использования информационных технологий и того вида программных продуктов, которые для краткости называют ГИС, для эффективного создания и использования разного рода кадастров.

Но существует и сегодня большая неопределенность в самом понятии "кадастр" - особенно если рассматривать множество возможных кадастров, а не только земельный кадастр, И не меньшая неопределенность, нечеткость существует и вокруг понятия "ГИС". Даже из чисто практических соображений оптимального выбора варианта технологии, конкретного про­граммного и аппаратного (как следствие) обеспечения необходимо дать некоторые предварительные пояснения. Иначе сам предмет разговора будет весьма неопределенным и трудно будет проанализировать на должном уровне требования, предъявляемые тем или иным конкретным кадастром и совокупностью кадастров к функциональным возможностям программного обеспечения, И тем более ответить на вопрос, как выбрать тот программный продукт, а скорее набор программных продуктов, которые этим требованиям полностью удовлетворяют. Или, что более вероятно, предоставляют базовый инструментарий, требующий еще приложения определенных усилий для тонкой настройки на требования (и оценить величину этих усилий).

В чем проблема с понятием "кадастр"? А в том, что этих понятий несколько, и формулированием определений занимались явно не спе­циалисты по информатике и научной терминологии. Также и в том, что проблема определения такого понятия лежит в сразу нескольких плоскостях:

- в плоскости геоинформатики как дисциплины, оперирующей общими, не зависящими от области применения, свойствами пространственной информации и в сфере геоинформационных технологий, использующих эти свойства;

- в плоскости "обычной" информатики, так как не вся информация, обращающаяся в кадастре, имеет прямое отношение к пространственным объектам;

- в плоскости той или иной конкретной предметной области с ее специфическими задачами, сложившимися организационными структурами, терминологией и даже традициями;

- в плоскости правовых отношений и эконо­мических отношений, ибо понятие "кадастр" всегда связывается с учетом (регистрацией) и регулированием прав собственности на какие-то объекты, а также режимами их использования.

Наконец, в нашей конкретной ситуации подход к определению понятия "кадастр" имеет и политический аспект, так как вслед за определением понятия близко следуют и определение функций, задач, а, значит, прав и возможностей. Причем возможностей уже не обезличенных, а возможностей конкретных организаций, ведомств и, возможно, политических сил и экономических концепций, доминирующих в соответствующих ведомствах. В нашей ситуации "кадастр" - дело отчасти политическое еще и потому что сроки создания реально функционирую­щего кадастра и заложенные в него функциональные возможности способны существенным образом повлиять на ход экономического развития страны. В первую очередь это видимо от­носится к земельному кадастру но не только. Да и средства, необходимые для создания системы кадастров в масштабе страны настолько серьезны, что это тоже добавляет политическую окраску всем принимаемым в этой области решениям, в том числе и определениям понятий.

Все это приводит к тому, что вокруг понятия кадастр, кадастры сегодня происходит чересчур много споров, которые напоминают иногда споры о том, каков данный предмет - "круглый, зеленый или твердый?" Одни считают, что "Кадастр" с большой буквы - это имя собственное, это Земельный кадастр, и только он один как Государственный кадастр и есть и должен быть, все остальное - от лукавого и попытки примазаться. Другие перечисляют множество возможных и нужных видов кадастров различного назначения - лесной, минерально-сырьевых ресурсов, недвижимости, водных ресурсов. Говорится также и о весьма комплексных кадастрах - градостроительном, урбоэкологическом и, наконец, комплексном территориальном.

Серьезно осложняет рассмотрение вопроса о том, какие общие черты присущи разным видам кадастров, какие общие требования они выставляют (если выставляют) к функциональности программного обеспечения, также и множественность используемых при обсуждении ведомственных и специальных терминологий. Абсолютно идентичные, с точки зрения геоинформатики, типы пространственных объектов и операций с ними могут иметь совершенно различные наименования в разных предметных областях, служить разным содержательным целям и задачам.

В ГИСовских пакетах разных производителей - не меньшая путаница. Фирменная терминология даже распространенных пакетов общего назначения часто трудносопоставима без специального анализа, также встречаются и синонимы, и неполные синонимы, и омонимы. Еще хуже обстоит дело с терминологией, используемой в узкоспециализированных системах - за конкретным назначением операции пропадает ее сущность с точки зрения общей геоинформатики. Сама классификация ГИС-пакетов, хотя ей немало уже сообщений посвящено, остается областью на практике очень нечеткой. Под словом ГИС сегодня скрываются очень разные вещи. Мелькают еще и термины LIS (Land Information System - земельная инфор­мационная система), FM (Facilities Management - системы управления объектами распределенной хозяйственной инфраструктуры), AM (Automated Mapping), что иногда переводят буквально, как системы автоматизированного картографирования, забывая при этом, что в ре­альности это реализация простейшего принципа работы с пространственной информацией, пред-ГИС, заключающегося просто во вводе, хранении в компьютере и отображении карт, воспринимаемых просто как чертежи. До сих пор встречается (надеюсь, что не среди наших читателей) прямое связывание понятия "геоинформационная система" или с географией, или с геологией, или с геодезией. Тогда как связь-то на самом деле с геоинформатикой, и речь в приставке "гео" идет о географическом, прост­ранственном принципе организации информации, о пространственных информационных системах, составляющих функциональное ядро любой "настоящей" ГИС.

В такой туманной ситуации немудрено, что существуют проблемы как с формулированием требований, предъявляемых теми или иными кадастрами к программному обеспечению, так и с нахождением правильного их решения. Постараемся, без подробного рассмотрения специфики конкретных кадастров, обозначить их некоторые общие черты, существенные с точки зрения требований к программному обеспечению. Далее постараемся дать краткий обзор соответствия существующего сегодня программного обеспечения этим требованиям. При этом мы не будем, по возможности, останавливаться на конкретных пакетах и производителях программного обеспечения. И уж, тем более, не будем подробно описывать какой-либо пакет В последнем вообще нет необходимости в свете данной задачи выбора ПО, ибо достаточно убедиться в отсутствии какой-то даже одной базовой, жизненно необходимой функции, чтобы не рассматривать далее этот пакет в качестве возможного кандидата на использование в кадастре (во всяком случае в качестве базового программного обеспечения). Таким образом, мы можем заметно оптимизировать процедуру выбора из огромного спектра ПО. Достаточно выбрать в качестве ключевого то требование к пакету которое, являясь абсолютно необходимым, сразу же позволит отсечь наибольшее число кандидатов.

Какие это могут быть требования? Базовы­ми для кадастров любого типа являются функции учетные, инвентаризационные. Соответственно, критически важным является качество представления в компьютере графических данных, прежде всего, границ объектов. Качество в данном случае не исчерпывается только полнотой (отсутствием пропусков объектов) и малыми допусками на точность представления положения каждой линии по сравнению с натурой. Качество цифровой графической базы в данном случае - это еще и ее корректность, внутренняя непротиворечивость. Это внутренняя непротиворечивость внутри одного тематического слоя - соответствие формального геометрического типа каждого объекта его смысловому содержанию (я говорю о такой, например, вещи, как замкнутость всех площадных объектов. Все, что по смыслу своему является площадным объектом, должно быть представлено замкнутым полигоном, замкнутым не только визуально, но и в формальном геометрическом смысле). Все границы прилегающих полигонов должны быть в точности одной и той же линией, а не просто визуально неотличимыми двумя близкими линиями. В земельном кадастре абсолютно вся территория, без пропусков, должна принадлежать какому-либо площадному объекту - полигону, пусть даже полигону с атри­бутом "нет сведений". Не должно быть никаких, даже микроскопических паразитных полигонов, происходящих из неточных соответствий контуров. Да и между различными слоями информа­ция должны быть согласована.

Все эти требования делают необходимым использование топологического контроля в процессе создания кадастровых карт. Я берусь со всей ответственностью заявить, что никакие квалификация и усердие операторов ввода, будь то дигитайзерные технологии, сканерные технологии с ручной прорисовкой или с использованием программ-векторизаторов, не дают необходимого качества карт без использования топологического контроля. Правда, сегодня даже некоторые наиболее продвинутые отечественные пакеты по векторизации, типа Easy Trace и MapEdit, включают в себя некоторые средства такого контроля. Это очень хорошо, но окончательное редактирование карт должно производиться все-таки в самой ГИС. То есть, делаем вывод - ГИС пакет или система пакетов, используемых в кадастре, должны поддерживать векторно-топологическую модель данных по крайней мере на каких-то этапах работы и на определенном уровне рабочих мест,

Пожалуй, еще более существенно наличие топологического контроля на этапе функционирования кадастровой системы. Многочисленные редактирования, особенно проводимые как отдельные разрозненные акты редактирования, в разное время и разными исполнителями, неизбежно быстро нарушат целостность базы данных без наличия того же топологического контроля. Это касается и целостности системы связей "графические объекты-атрибуты", и корректности взаимоотношений между графическими объектами. Часто, говоря о требованиях кадастровой системы к программному обеспечению, забывают, что кадастр не создается один раз навсегда как система, фиксирующая существующие отношения собственности на, например, земельные угодья. Кадастр должен жить активной жизнью, и быть способным отслеживать оперативно и без нарушения работоспособности все происходящие изменения.

В частности, должна обеспечиваться упомянутая целостность базы данных при ее редактировании, и должна поддерживаться возможность отслеживания истории изменений базы данных. Юристы легко подтвердят важность возможности отслеживания такой истории владения объектами собственности - земельными участками, объектами недвижимости - для урегулирования спорных ситуаций. Надо понимать, что для этого необходимы специальные средства, отслеживающие каждое изменение базы данных и ведущие журнал таких изменений, а не просто хранение копий состояний базы данных в отдельные дискретные моменты времени (это, например, обеспечивает модуль ArcStorm системы ARC/INFO). А отслеживать изменения пространственной БД гораздо сложнее, чем непространственной - земельные участки не только меняют владельца и характер использования, они еще по ходу их истории делятся, объединяются, меняют форму и соседей, В такой ситуации отслеживание истории земле­пользования (например)также требует использования векторно-топологической модели данных.

Аналитические функции кадастра, без которых он по сути представляет собой бюрократическую систему регистрации и только, также требуют для реализации всего спектра необходимых операций работы с векторно-топологическим форматом.

Кадастр на значительные территории, естественно, приходится создавать порциями - по отдельным листам карт, отдельным стереопарам снимков, отдельным административным единицам. Естественно, при этом потребуется увязка и согласование по границам карт. Если мы хотим получить, хотя бы некоторую автоматизацию и контроль качества в этом процессе - единственный выход - использование тех же топологических структур данных.

Опять та же пресловутая топология! Не слишком ли много о ней разговоров. Многие говорят, что это хорошо, но вот все системы, поддерживающие векторно-топологический формат, дороги, сами структуры данных чрезвычайно сложны и, за счет этого, не обеспечивают того быстродействия, как более простые! Ответ на это должен быть простой - ни один пакет ГИС, взятый в единственном числе, не обеспечит сегодня эффективного решения задачи построения и, тем более, эксплуатации кадастра. Требуется находить некоторую комбинацию из нескольких тесно взаимоувязанных пакетов разного уровня сложности и разной стоимости, разделяющих одну и ту же идеологию, модели, форматы данных. Это, помимо прочего, позволит также радикально разрешить и проблему выбора аппаратной платформы. Ясно, что на некотором уровне кадастра совершенно необходимо сегодня - или будет необходимо завтра (не надо обольщаться!) - использование компьютеров более мощных, чем привычные офисные персоналки (будут ли это мощные сервера и рабочие станции на базе lntelовского процессора с Windows NT или RISC/UNIX рабочие станции и сервера, это не так принципиально). И так же ясно, что уровень массового пользователя не может и не должен быть обеспечен ими, а только гораздо более дешевыми ПК не само­го верхнего уровня. Я не случайно употребил во множественном числе "модели данных", а не "модель данных", потому что сегодня есть примеры комплексирования в одной системе связных пакетов нескольких моделей данных, в частности, векторно-топологической и векторной нетопологической (наглядный пример - покрытия ARC/INFO и шейп-файлы), а также и растровой моделей данных.

Следует также отдавать себе отчет, что никакая комбинация из сегодняшних ГИС (имея в виду именно ГИС-пакеты) не в состоянии обеспечить работу кадастра на федеральном и даже большом региональном уровне при высокой интенсивности пространственных запросов большого числа удаленных, то есть работающих по каналам связи, пользователей. А такая перспектива для нас является если и не ближайшей, то очень близкой. Sдecь необходимо использование принципиально нового и в мире, а в России почти совсем неизвестного, класса программных продуктов - серверов пространственных баз данных. Эти системы обычно опираются как на подстилающий уровень на мощные реляционные СУБД класса Oracle или Informix, но представляют собой совершенно отдельный, новый тип систем. (О сервере пространственных данных SDE мы уже кратко рассказывали в предыдущих номерах ARCREVIEW, а в этом номере ему посвящен целый разворот).

Наконец, о самом, на мой взгляд, важном -о квинтэссенции всего этого, о комплексном территориальном кадастре. Совершенно ясно, что создавая любые, пусть самые совершенные, системы частных кадастров, мы сможем решить только узковедомственные проблемы. В реальности, все они должны взаимодействовать друг с другом. Как на федеральном уровне, помогая решать большие аналитические и прогнозные задачи, так и, в особенности, на местном уровне, решая конкретные повседневные задачи управления. Как может земельный кадастр не взаимодействовать с кадастром минерально-сырьевых ресурсов, когда требуется на их стыке решать проблему выделения горных отводов? Как может градостроительный кадастр или кадастр объектов недвижимости не взаимодействовать с земельным? Или с кадастром водных ресурсов? Число таких

- возможных и необходимых - связей огромно, и всех их заранее не предусмотреть. Попытки под крышей какого-то частного кадастра объединить несколько, или тем более все возможные кадастры, наталкиваются на сопротивление со стороны других ведомств и специалистов. И, наверное, на оправданное сопротивление. С другой стороны, местные администрации заявляют, и также вполне обоснованно, что им важнее всего комплексный взгляд на территорию, ее ресурсы и проблемы. Под лозунгом комплексного территориального кадастра нельзя объять необъятного. Тем более, что приоритетные задачи у конкретных регионов различные и меняются с течением времени, и всех необходимых связей предусмотреть заранее нельзя. Единственное разумное решение - комплексный территориальный кадастр должен представлять собой не отдельную систему а систему комплексного использования на региональном уровне отдельно существующих, но согласованных частных кадастров. Так вот, такое согласование разных кадастров, разных тематических слоев и даже разных масштабов возникло на базе использования векторно-топологических данных. В последнее время программные продукты ESRI приняты за основу при создании ряда национальных и региональных систем ведения земельного кадастра (достаточно часто он является основой прочих кадастров). В их числе:

Австрия. Дистрибьютор ESRI в этой стране, компания Datamed Informations Systeme, выиграл проект стоимостью 2,5 млн. долл. США Австрийского федерального кадастрового агентства. К интегрированной информационной кадастровой системе подключены все 68 региональных офисов Агентства. В числе других создаются кадастровая карта страны и карта сельскохозяйственного использования земель. Установлено 78 ли­цензий ARC/INFO и ArcStorm, 250 ArcView. Помимо этого, в рамках тематически связанного с кадастровым проекта, Datamed поставила ГИС си­стему австрийскому правительственному департаменту по дистанционному зондированию. В нее входит три лицензии ARC/INFO, ArcStorm, ARC GRID, 6 лицензий ERDAS Imagine с модулем ORTHOMAX.

Кипр. Компания Dansoft и ESRI выиграли US $ 12 млн. контракт на создание системы национального кадастра и регистрации земель.

Иордания. Центральный аппарат Департамента земель и съемки, а также региональные офисы регистрации земель во' всех городах страны переведены на работу с продуктами ESRI. В базу данных занесена информация по 812 тыс. земельных участков, 2 285 тыс. землевладельцев. Ежегодно фиксируется порядка 15 тыс. сделок с землей. Королевским географическим центром Иордании (национальное картографическое ведомство) с помощью ГИС продуктов ESRI переведено в цифровую форму (в виде покрытий ARC/INFO) более 23 тыс. листов кадастровой карты.

Малайзия. По проекту MINI CALS осуществляется вторая фаза повсеместного, в пределах страны, внедрения ГИС в составе ARC/INFO, ArcView, SDE и приложений, написанных на MapObjects, Продукты используются в комплексной информационной системе, в которую входят подсистемы Управления информацией, Кадастровой съемки, Крупномасштабного картографирования, Управления базой данных по кадастру.

Мексика. Несколько лет назад правительство Мексики законодательно утвердило новую земельную реформу разрешавшую передачу части земельных угодий (более 50% общей площади земель, более 10 млн. участков) в частное владение фермерам. Для контролируемого проведения этой реформы Национальный институт статистики, географии и информации ( INEGI , основное агентство по картографии и переписи населения) выделил около 8 млн. долларов США на создание ГИС системы для поддержки базы данных по земельному кадастру Создание кадастровой ГИС было поручено компаниям ALTEC и SIGSA (Sistemas de Informacion Geografica) -дистрибьютору ESRI в Мексике. Система объединяет 11 региональных офисов INEGI, в каждом стоит по 3 сервера и 36 UNIX рабочих станций SUN, на которых установлено 400 лицензий ARC/INFO с модулем COGO и сотни ArcView Более 1000 человек прошли обучение по работе с ГИС. Успешное осуществление проекта показало, что ESRI вкупе со своими дистрибьюторами готов к выполнению любых крупномасштабных, в том числе кадастровых работ,

Испания. Проект по модернизации и автоматизации национальной системы землепользования Кадастрового центра Испании (Centre de Gestion Cadastral у Contribucion Tributaria, CGCCT). Система базируется на платформе Hewllet-Packard и программном обеспечении ARC/INFO. К ней поэтапно подключаются как региональные центры картографирования и зем­лепользования, так и муниципалитеты (начиная с Мадрида), организации, отвечающие за коммунальные сети, а также другие национальные агентства. На базе полностью интегрированной системы правительство Испании проводит организацию специальной сети кадастровых центров, в которых будут разрабатываться специализированные приложения под ARC/INFO не только для Испании, но и для других испаноговорящих стран (например, в Южной Америке). В проекте активно участвует компания EPTISA - дистрибьютор ESRI в Испании.

Шри-Ланка. Три тендера национального Министерства сельскохозяйственных земель и леса выиграла компания EMSO Ltd. - местный дистрибьютор ESRI. В двух тендерах, где заказчиками являются Отдел Картпроизводства и Департамент съемки местности, требования за­ключались в разработке ГИС системы по топографическому картированию, обеспечению кадастрового картографирования и программе создания земельной информационной системы (LIS). В третьем тендере заказчиком был Отдел планирования политики землепользования (LUPPD). Основная цель Министерства Земель - на базе ГИС продуктов ESRI взять под контроль и улучшить систему землепользования на острове.

Израиль. Большие кадастровые земельные проекты по всем крупным городам страны. Только в Тель-Авиве под кадастровые и картографические приложения задействовано более 40 лицензий ARC/INFO.

Эстония. Национальный земельный отдел. Составление кадастровых карт на основе наземных и спутниковых данных средствами ARC/INFO.

Словения. Администрация по земельной съемке. ГИС проект на базе продуктов ESRI.

Ямайка. Организация контроля за быстрой стихийной урбанизацией острова (площадь 1,1 млн. га) у половины из 629 тыс. земельных участков не оформлены права собственности) потребовала внедрения современных информационных технологий. В связи с этим Правительство Ямайки разработало проект модернизации системы учета и регистрации земель. Фонды на этот проект выделил Американский банк развития, а его выполнение поручено Министерству окружающей среды и жилищного строительства Ямайки и компании Fujitsu ICL, дистрибьютору ESRI. В качестве основы системы учета земель используются продукты канадской компании NovaLIS Technology - интегрированный пакет решений для землепользования, спроектированный для совместной работы с ARC/INFO и другими продуктами ESRI. Сканирование 20 тыс. имевшихся бумажных карт проводилось с помощью модуля ArcScan, а хранение информации и управление кадастровой базой данных осуществляется с помощью модуля ArcStorm системы ARC/INFO.

США. Бюро управления земельными ресурсами. Многомиллионный, пожалуй самый крупный в области ГИС за всю мировую историю, контракт на создание Автоматизированной системы управления земельными и минеральными ресурсами на территории США. Включает поставку нескольких тысяч лицензий ARC/INFO.

Россия. Таганрог, Оренбург, Кириши, Ижевск, ряд городов Центрально-Черноземного района, ряд городов Башкортостана...

**1.1.Формирование индексных карт – основа ведения кадастра.**

Земля и недвижимое имущество представляют наиболее ценные природные ресурсы любого народа. Как сохранить и приумножить эти богатства? Как лучше, по-хозяйски, в хорошем смысле этого слова, использовать природные ресурсы, не нарушая экологическое равновесие?

Прежде всего, чтобы что-то оценить, необходимо провести качественный и количественный анализ того, что есть. Все события, которые происходят вокруг нас, тесно связаны с временными и пространственными параметрами: когда происходит событие (время происходящего) и где происходит событие (место происходящего). В наиболее полном и наглядном виде ответы на эти вопросы могут дать современные ГИС.

Итак. Где происходит событие: отводится земельный участок, продаётся дом, прокладывается нефтепровод, планируется фундамент новой постройки, разливается река, выгорает лес, планируются новые лесополосы, разбиваются парки, прокладываются новые автомобильные и железные дороги, закладываются новые виноградники. Всё это начинается с качественного и количественного анализа и учёта земель. Таким учётом и призвана заниматься ГИС Кадастра.

Не важно, будет этот кадастр городского или областного масштаба. Областной кадастр всегда должен учитывать кадастровые ГИС городов, расположенных на территории данной области (как минимум - границы городов и населённых пунктов).

**1.1.1.Индексные карты**

В течение многих лет на территории Украины сложилось административно-территориальное деление на области, районы, сельские советы. Выделились города республиканского и областного подчинения, населённые пункты. Именно такое деление оказалось наиболее приемлемым и наглядным для формирования индексных карт. Индексным картам смело можно дать название кадастровых, поскольку с формированием индексной карты области, города, населённого пункта появляется понятие кадастровой единицы: кадастровая зона, кадастровый квартал, кадастровый номер участка.

Индексные кадастровые карты - особые карты, составленные на основе административно-территориального устройства области или города. По индексным кадастровым картам формируется кадастровый номер земельного участка. Поэтому такие карты являются основой при формировании и ведении кадастра.

Структура индексного номера земельного участка очень долго была предметом горячих дискуссий. Одним из спорных моментов является вопрос, связывать ли индексный номер участка с его географическим расположением, или индексный номер есть только поисковый атрибут электронной таблицы. Второй момент: если есть атрибутивная таблица и вопрос о "привязке" земельного участка отходит на второй план или вообще не рассматривается, то ГИС превращается в регистрационную систему землепользовании и землевладений. В таком случае решить вопрос о структуре индексного номера в атрибутивной таблице можно очень просто - очередному земельному участку присваивать очередной (порядковый) учётный номер записи в таблице базы данных. Но тогда возникает закономерный вопрос - где тут ГИС и как проводить пространственный анализ расположения земельных участков?

Таким образом, можно однозначно утверждать, что индексный номер должен в себе содержать пространственную информацию о географическом расположении земельного участка. Формирование такого номера должно опираться на индексную кадастровую карту .

**1.1.2.Опыт Одессы**

В ОЦГЗК, а до этого в городском бюро земельных ресурсов г. Одессы, начиная с 1997 года выполнялись опытные разработки по автоматическому формированию индексных номеров земельных участков. Они позволили получить ответ на вопрос, каким образом, даже не имея установленных границ города, можно разработать индексную карту города и постепенно заполнить ее географически привязанными объектами землепользования. Работы, начатые в городском бюро, были успешно продолжены в Одесском центре Государственного земельного кадастра.

Принципы автоматизированного формирования индексного номера земельного участка полностью себя оправдали. Основополагающим принципом стала устойчивая электронная связь между графической частью кадастровой базы данных и её атрибутивной частью через индексный кадастровый номер, который формируется автоматически, в зависимости от административно-территориального устройства Одесской области. Кроме того, в структуру индексного номера удалось заложить информацию о физи­ческом размещении на жёстком диске компьютера файлов автома­тизированной системы. Хранить всю информацию в одной базе стало просто ненужно. Такую систему очень легко разбивать на составные части с целью установки отдельно по районам. Система очень проста, а значит - надёжна. Она может работать в режимах "файл-сервер", "клиент-сервер".

Разработанный принцип формирования индексного номера земельного участка очень легко переносится на любые административные единицы: область, город, населённый пункт. Для его реализации не требуется наличия точно географически установленных границ административных единиц, такие границы можно формировать методом «от частного к общему».

Главным для формирования индексной карты таким способом является наличие описания административно-территориального устройства области, города, населённого пункта. Имея такую информацию можно приступить к формированию индексных кадастровых карт.

При формировании индексных кадастровых карт самым сложным было найти достоверную информацию (графическую и описательную) о взаимном расположении кадастровых единиц. Кроме этого существует ещё и фактор времени создания таких карт.

Формирование индексных кадастровых карт относится к долгосрочным видам работ. Административно-территориальное деление периодически изменяется, поэтому необходимо однажды начатые работы постоянно сопровождать (актуализировать). Другими словами, необходимо постоянно вести работы по корректировке индексных кадастровых карт, сохраняя при этом исходный вариант (вести историю развития этих карт).

Справедливо будет заметить, что, как правило, финансирование таких видов работ как корректировка плановых материалов (любых кадастровых материалов) очень слабое. Отсюда и неактуальная электронная информация.

Опыт работы кадастровых служб Европы, Америки говорит о том, что полное обновление кадастровых планов и связанных с ними других кадастровых материалов должно проводиться не реже чем через каждые два года.

И этот вопрос остаётся одним из самых больных, поскольку если корректировку кадастровых материалов не вести постоянно, то эффект от начатой, а затем прерванной, работы по созданию кадастровых планов может через один-два года стать нулевым.

Исходя из всего вышесказанного, следует отметить, что формирование индексных кадастровых карт является первым этапом в создании ГИС города или области, которая призвана решать триединую задачу:

создание единого порядка автоматизированного ведения государственного земельного кадастра;

создание автоматизированной системы учёта плательщиков (физических и юридических лиц) земельного налога;

внедрение системы государственной регистрации земельных участков.

Решение такой задачи тесно связано с работами по инвентаризации земель. После выполнения работ по инвентаризации земель можно сформировать географические границы кадастровых единиц, прошедших инвентаризацию, и перенести индексные номера с индексной карты на реальную масштабную карту кадастровой единицы. Предлагаемая структура индексации земельных участков была успешно применена в Одесском центре Государственного земельного кадастра. Опираясь на такую структуру, были разработаны индексные карты всех районов Одесской области, индексные словари. Конечным результатом было создание первой версии Автоматизированной системы областного земельного кадастра, принципы работы которой можно успешно применить и при создании городского кадастра.

Разработанная нами первая версия автоматизированной системы областного кадастра была утверждена приказом Одесского областного управления земельных ресурсов как единая действующая ав­томатизированная система по всей Одесской области. Эта версия получила название "Областная автоматизированная земельно-информационная система" (ОАЗИС).

Эта первая версия автоматизированной системы областного земельного кадастра успешно работает уже около года и насчитывает в своей базе данных более тысячи объектов коллективной собственности. Каждый такой объект, в свою очередь, состоит из земельных участков (от нескольких до нескольких сотен).

Разработанная версия автоматизированной системы содержит в себе: индексные карты Одесской области и районов, словари, инструменты геодезических построений и паевания земель под ArcView 3.1, набор программ по формированию автоматизированным способом каталогов координат (в ArcView или Word), приложений к госактам и самих госактов.

Подводя итоги сказанного, следует отметить, что развитие ГИС об­ластей и городов подтвердило правильность выбора следующей структуры индексного номера:

хх.ххх.ххх.хх.ххх.хххх

В такой структуре первые три группы цифр (область, район или город, сельский совет или район города) легко заменить на код КОАТУУ для преобразования индексного номера в кадастровый номер земельного участка:

ХХХХХХХХХХ:ХХ:ХХХ:ХХХХ

или:

КОАТУУ:ХХ:ХХХ:ХХХХ

Приведенная структура кадастрового номера земельного участка утверждена Приложением к Указанию Госкомзема Украины от 20 марта 2002 года № 12.

**1.2.Использование ГИС и ДЗ в земельном кадастре.**

Для измерения земельных участков, согласно спецификаций многих действующих проектов, были использованы аэроснимки. Для обработки "сырого" материала и получения из него ортофото потребовалось мощное программное обеспечение, создающее точную цифровую модель рельефа (ЦМР) и выполняющее ортотрансформирование. В центре "ГеоГрафик" была создана группа, которая при помощи программного обеспечения ERDAS IMAGINE провела первые тестовые работы по созданию ортофото масштаба 1:5 000 и 1:12 000. В фотограмметрическом модуле ERDAS IMAGINE OrthoBASE Pro есть функция автоматического создания цифровой модели местности (ЦММ) в виде цифровой модели рельефа (ЦМР). ЦМР - растровое представление модели рельефа, при котором для каждой точки растра определены значения высот. Знание ЦМР даёт возможность учитывать смещение за счет рельефа при съемке и производить ортотрансформирование аэрофотоснимков.

После первых успешных работ группа из 10 человек начала обрабатывать снимки по всей .Первые проблемы появились с горно-лесными участками, где коррелятор программы не смог работать полностью в ав­томатизированном режиме. Дополнительные связующие точки между снимками расставлялись вручную, что намного замедляло процесс получения ЦМР. Однако итоговая производительность всех работ по ортотрансформированию выросла за счет использования специально разработанного для ERDAS IMAGINE конвертора для импорта и использования в OrthoBASE опорных GPS точек и данных камеры.

Появление нового фотограмметрического модуля OrthoBASE Pro дало возможность улучшить качество ЦМР и процесс ортотрансформирования в целом. В модуле добавились новые функции: автоматическое построение, фрагментирование и производство мозаики из отдельных ЦММ на всю область проекта, задание областей интереса для исключения из расчета при создании ЦММ (озера, реки, районы застройки, лес), задание различных параметров для контроля точности выходной ЦММ и т.д.

Параллельно с ортотрансформированием в нашей компании ведутся работы по векторизации земельных участков и созданию единой кадастровой ГИС на базе ArcGIS.

Планировкой и созданием цифровой модели земельных кадастровых участков занимается несколько организаций. Центр "ГеоГрафик" корректирует и унифицирует результаты работ этих организаций. С помощью ArcGIS сначала исправляется топология земельных участков, а затем проводится точная пространственная привязка кадастровых блоков и по аэроснимкам исправляется геометрия отдельных участков.

Конечными продуктами являются единая кадастровая ГИС и кадастровые карты в масштабе 1:1000.

В заключение можно сказать, что за сравнительно небольшое время нам удалось обучить большое количество людей работе с ERDAS IMAGINE OrthoBASE Pro и, несмотря на ряд пока не решенных проблем, добиться больших успехов в его использовании в процессе ортотрансформирования и широкомасштабных кадастровых работах.

**1.3.Автоматизированная система градостроительного кадастра.**

**1.3.1.О проекте**

Проект создания автоматизированной системы градостроительного кадастра разрабатывается с 1996 года под эгидой и финансированием международного донора GTZ (техническая поддержка немецкого правительства). Его целью является создание современного комплексного градостроительного кадастра .

**1.3.2.О системе**

Система предназначена для ведения учета и управления градостроительством. Основными возложенными на нее задачами являлись: централизация градостроительной проектной документации, ведение учета информации о зданиях, визуализация процесса планирования строительных проектов, осуществление контроля по соблюдению ограничений правового зонирования, регулярное ведение пространственного и атрибутивного анализа, оперативное генерирование отчетов.

На данном этапе выполнены блоки градостроительного кадастра, земельного кадастра и блок правового зонирования. Пространственные и атрибутивные данные по земельным участкам должны экспортироваться из земельного кадастра и доступны только для чтения. В ближайших планах разработка блока зеленых насаждений.

Система основана на технологии ArcGIS 8.2, помимо прочего обеспечивающей топологическую корректность хранения пространственных данных в базе геоданных. ArcObjects предоставляет превосходный набор инструментов для автоматизации выполняемых задач в АгсМар.

Работу с пространственными данными пользователь проводит в АгсМар, а систему для ввода и обработки атрибутивной информации было принято решение разработать отдельно. Она получила название City Analyst и может работать независимо от ArcGIS. Существуют и английская версии программы.

Основой системы является разработанная структура базы геоданных, в которую должны загружаться пространственные и атрибутивные данные по городам. Поскольку адресные данные и данные о собственности оказались наиболее обновленными и доступными, было принято решение создать гео­информационную систему.

База данных включает в себя следующие слои: дороги, секторы, кварталы, земельные участки, здания и специальные слои правового зонирования. Были введены коды для кадастровых объектов и на их основе определены соответствующие классы отношений между объектами. База также содержит большое количество таблиц словарей, которые делятся на две логические группы: постоянные, не зависящие от определенного города, классификаторы, вроде строительного материала или функционального назначения здания, и словари данных, меняющихся для каждого города, например, список улиц. Система подтипов и доменов базы геоданных не была использована, поскольку работу с атрибутивными данными не планировалось проводить из АгсМар.

Основным объектом базы геоданных является здание. Для его описания предусмотрено 74 поля. Чтобы избежать большого количества нулевых значений в базе данных, атрибутивные поля распределены по десяти тематическим таблицам, каждая из которых связана с пространственной таблицей зданий отношением один-к-одному.

Важным компонентом является правовое зонирование. Город подразделяется на различные функциональные, территориальные, планировочные и ценностные зоны. Система позволяет выявить правонарушения по различным коэффициентам, характеризующим застройку.

**1.3.3.City Analyst**

Программа City Analyst, разработанная в среде Delphi 6, предоставляет удобный пользовательский интерфейс для работы с базой данных. Она обеспечивает универсальный поиск, редактирование, анализ данных, генерирование отчетов, а также связь с картой города в АгсМар.

Поиск. В программе существует понятие найденных объектов. Это - множество земельных участков и зданий (их кодов), которые удовлетворили критериям поиска. По этому множеству осуществляется редактирование атрибутивных данных, генерирование отчетов и анализ.

После соединения с базой данных, секторы, кварталы, участки и здания отображаются в иерархическом дереве, которое используется для просмотра и поиска на основе административного деления. Возможен поиск по правовому зонированию, адресу, кадастровым кодам и по данным о собственности. Также разработан расширенный поиск по всем атрибутивным полям. Результаты поиска можно отображать на карте.

Есть возможность проводить поиск поэтапно - искать здания и земельные участки среди уже найденных объектов. Этот способ бывает полезным, если требуется совмещать пространственный поиск с поиском по атрибутивным данным. Сначала проводится пространственный поиск в АгсМар, затем соответствующей командой выделенные объекты передаются в City Analyst, где по ним проводится атрибутивный поиск.

Редактирование. Атрибутивные данные по зданиям распределены по десяти тематическим таблицам:

Адрес

Общие сведения

Техническое состояние

Данные технического бюро

Пристройка

Инженерное оборудование

Оценочные параметры

Историко-культурное значение

Справки и документация

Строящиеся объекты.

Для редактирования полей каждой таблицы создана отдельная форма.

В City Analyst данные земельных участков доступны только для чтения. Например, система дает возможность просматривать и осуществлять поиск по владельцам, но не позволяет редактировать данные о собственности.

Отчеты. Созданы формы отчетов по разным атрибутивным данным для зданий, а также отчеты по правовому зонированию. Они переданы пользователям для тестирования и определения содержания и вида остальных отчетов.

Анализ. Было разработано два типа анализа: анализ по нарушениям ограничений на застройку и сравнительный анализ атрибутивных данных. City Analyst вычисляет значения разных коэффициентов застройки и записывает результаты в соответствующую таблицу. Затем в АгсМар эти данные отображаются в виде специальных слоев .

Сравнительный анализ позволяет оценивать распределение значений одного поля по значениям другого. Например, сравнивая поле «Функциональное назначение здания» с полем «Материал стены», получаем таблицу, содержащую информацию о процентном (или количественном) распределении различных строительных материалов по зданиям разной функциональности. Сравнительный анализ работает с результатом поиска. По мере тестирования системы планируется создание дополнительных видов специализированного анализа.

Справка. Программа снабжена системой справки с документацией по закону о правовом зонировании.

Связь с АгсМар. Связь City Analyst с ArcGIS реализована в режиме клиент-сервер, где АгсМар выступает в роли СОМ сервера. Она заключается в следующем:

Открытие .mxd файла из City Analyst;

Соединение с открытым .mxd файлом (с указанием названия файла);

Переключение на окно АгсМар;

Показ выделенного объекта на карте;

Показ результата поиска на карте;

Отображение множества зданий или участков;

Поиск с карты. Выделенные в АгсМар здания становятся результатом поиска в City Analyst (обратная связь);

Запуск VBA скриптов из City Analyst;

Закрытие .mxd файла.

**1.3.4.АгсМар**

С помощью ArcObjects были автоматизированы некоторые задачи в АгсМар. Написаны вспомогательные VBA скрипты для осуществления связи с City Analyst. Создана отдельная панель инструментов. Автоматизированы следующие задачи:

Поэтажный просмотр чертежа здания;

Просмотр чертежа участка;

Просмотр фотографии здания;

Подсчет и визуализация различных коэффициентов застройки.

Созданы специальные слои с количественным символом для наглядного отображения распределения различных значений полей классификаторов для зданий .

Система градостроительного кадастра постоянно расширяется, как функционально, так и территориально.

**Глава 2. Геоинформационные системы. Исследование различных вариантов представления атрибутивной и пространственной информации в базах данных ГИС и процедуры работы с данными в ГИС**

**2.1.Общее представление о ГИС**

Термин "географическая информационная" система является до­словным переводом с английского "Geographic(al) information system". Различные определения ГИС, отражают историю эволюции ГИС как синтеза методов и средств, первоначально развивавшихся в системах автоматизированного проектирования, автоматизированного картографирования, цифровой обработки данных дистанционного зондирования и управления базами данных. Одно из первых определений ГИС в русской литературе гласит: "ГИС - это аппаратно-программный человеко-машинный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением природной средой и территориальной организацией общества".

Следует подчеркнуть два определяющих момента:

географические информационные системы, прежде всего, имеют дело с географической информацией, тематически разнообразной, сопоставимой, координированной, масштабированной и генерализованной в пространстве и времени;

используют законы информатики, которая в свою очередь есть "система знаний, относящихся к производству, переработке, хранению и распространению всех видов информации в обществе, природе и технических устройствах".

Изучение конкретного пространства - привилегия не только ГИС. Из­начально изучение пространственных форм объектов реального мира относится к основным задачам математики. Космическое и земное про­странство исследуется также физическими науками. Изучение прост­ранственных представлений действительности входит в задачи математико-картографического моделирования. Специфика геоинформационного изучения пространства состоит в использовании геоинформационных моделей действительности и в их разработке в комплексе с методами других наук. Но изучение только пространственного расположения - сильное сужение задачи, важен учет существа явлений, их пространственного состояния, структуры, взаимосвязей и функционирования.

Термин ГИС часто употребляется и в другом значении - он обозначает программное средство ГИС, программный продукт, ГИС-пакет, обеспе­чивающий функционирование ГИС как системы (ГИС ArcView , ГИС IDRISI).

**2.2.Основные этапы развития ГИС**

Начальный этап становления автоматизации обработки пространственной информации связан с открытием доступа к ЭВМ, в первую очередь на Западе, не только для пользователей-математиков и системных программистов и относится к концу 50-х годов. Начало положило создание достаточно простых картографических изображений, в основном картограмм, выводимых на геометрически неточное алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ). Первым значительным пакетом программ для этих целей стал SYMAP, выпущенный в 1967 году Гарвардской лабораторией машинной графики и пространственного анализа.

Первоначально ГИС предназначались для решения достаточно узких задач, в первую очередь инвентаризации земельных или экономических ресурсов, обработки статистической информации. Первые ГИС появились в Швеции в середине 60-х годов. В период 1963-1971 годов велась разработка Канадской лесной ГИС, которая до сих пор остается одной из крупнейших.

До 1980 года из-за высоких цен на аппаратуру интерес к этим техно­логиям в России проявляли лишь крупные государственные научные и производственные организации. Затем затраты на применение ЭВМ существенно снижались, примерно на порядок за каждые шесть лет. Основной причиной прогресса в ГИС-технологиях с начала 90-х годов, несомненно, явилось развитие и распространение электронно-вычис­лительной техники, и именно персональных компьютеров (ПК). Особенно сказались повышение быстродействия ПК, значительное увеличение оперативной и дисковой памяти, новых запоминающих устройств, повы­шение качества графических устройств ввода и вывода картографической и аэрокосмической информации. И конечно - доступность программных средств ГИС мирового уровня, допускающих многовариантное их использование. Крупные фирмы-производители программных ГИС-продуктов, такие как ESRI, ERDAS, INTERGRAF , предоставили свои пакеты бесплатно или с большими скидками целому ряду научных и образо­вательных организаций, что способствовало скорейшему освоению и использованию ГИС-технологий, позволило быстрее увидеть и оценить перспективы. Правда, это явление существенно затормозило процесс создания отечественных ГИС-продуктов, в теоретических разработках и в программном обеспечении отдельных модулей которых были уже достигнуты значительные результаты на начальных стадиях работ по автоматизации.

Потребность в использовании и создании ГИС, анализе количественных и качественных показателей пространственно привязанных объектов и явлений возникает в настоящее время у представителей различных областей деятельности и профессиональных знаний - науки, техники, образования, управления, маркетинга и многих других. Отсюда все возрастающий интерес к ГИС и геоинформационным методам.

Роль ГИС не ограничивается сбором, обработкой, хранением и передачей информации. Для наук о Земле ГИС стала одним из основных ин­струментов моделирования природных, хозяйственных, социальных процессов и ситуаций, изучения их связей и взаимодействий, прогнози­рования развития в пространстве и времени, получения новой качественной и количественной информации, а главное средством обеспечения (поддержки) принятия решений управленческого характера и представления выводов. Каждая из наук, имеющих дело с пространственно распределенной информацией, предоставляет целый ряд методов, которые в совокупности своей способствуют созданию и функционированию ГИС.

**2.3.Карты как основа ГИС. Понятие о геоинформационном картографировании**

Картография, имеющая богатые традиции отображения пространственной информации на картах, на которые ранее возлагалась и задача ее хранения, представляет основные источники данных для ГИС. Поэтому традиционные методы картографии имеют основополагающее значение для них. В то же время можно выделить основные области ГИС-приложений для картографии:

автоматизация создания картографического произведения;

обновление и создание производных карт как результат анализа, преобразования данных и моделирования на основе ГИС-технологий;

новые методы использования карт как в ГИС, так и например, при построении динамических картографических анимаций.

ГИС базируется на анализе картографической информации и позволяет преодолеть ограниченность "ручного" анализа. С другой стороны, появляется возможность составления производных карт по имеющимся, например, морфометрических карт по картам рельефа, карт изменений на основе разновременных карт. ГИС, использующая для создания слоев множество тематических карт, представляет хорошее средство их согласования.

Компьютерная картография разрабатывает методы цифрового пред­ставления картографических характеристик. Современные ГИС-пакеты обладают средствами форматирования карт и размещения надписей, огромными библиотеками знаков и шрифтов, управления дорогостоящими устройствами, обеспечивающими высокое качество конечной продукции. Получило развитие новое направление в картографии - геоинформационное картографирование (ГК), занимающееся автоматизированным составлением и использованием карт на основе геоинформационных технологий и баз географических данных и знаний.

Геоинформационное картографирование не сводится только к ис­пользованию ГИС-технологий. Это, прежде всего картографирование объектов и явлений, основанное на методах анализа и синтеза их со­держательной сущности.

Однако карты обладают ограниченными аналитическими средствами по сравнению с ГИС. В отличие от данных для ГИС, форма хранения картографических данных не обеспечивает, например, возможности анализа взаимосвязей между различными феноменами, если они не отображены на карте. Некоторые вопросы могут вызвать затруднения или потребовать много времени для ответа, например, "какова площадь этого озера?", "что показано на определенной тематической карте для данной точки на этой топографической карте?".

Перевод карт и других источников пространственной информации в цифровую форму и ГИС-технологий ее анализа открывают новые пути манипулирования географическими знаниями и их отображения (ви­зуализации).

Карты для ГИС поставляют разную информацию и в ГИС они ис­пользуются по-разному. Топографические карты, показывающие контуры объектов на поверхности Земли, чаще всего являются основой для БД ГИС, для привязки и отображения другой дополнительной информации. Тематические карты служат средством изображения географических явлений, поставляя информацию для тематических слоев БД ГИС, служат основой для пространственного анализа взаимосвязей, отраженных на картах.

Существенное значение для ГИС имеет использование тематических карт и фотокарт, созданных на основе данных дистанционного зондирования.

При использовании карт в ГИС нужно постоянно помнить их важные особенности:

изображение на картах абстрактно и генерализовано, что требует их весьма осторожной интерпретации;

карты показывают только статичную картину, один временной срез;

от масштаба карты зависит не только как, но и какие объекты изображены, а большая часть ГИС не учитывает различий между наборами данных, полученных с разномасштабных карт;

при показе сферической поверхности Земли на плоском листе карты неизбежны искажения; наименьшие искажения возникают, когда на карте изображены небольшие территории, наибольшие - когда на карте стремятся показать всю поверхность Земли.

Свойства карт, заложенные при их создании, переносятся и на данные, полученные с этих карт, а обнаруживаются часто лишь при последующей обработке цифровых данных.

**2.4.Типы ГИС**

Географические информационные системы подразделяются на несколько типов, определяемых их задачами и характером используемой информации:

по проблемной ориентации;

по предметной(объектной) специализации;

по территориальному охвату.

Проблемная ориентация ГИС определяется возлагаемыми на нее научными или прикладными задачами, полностью определяемыми пользователем. Это прежде всего инвентаризационные задачи, кадастр, мониторинг, оценка и прогноз, управление и планирование, поддержка принятия решений.

Предметная или объектная ориентация может определяться ведомственными или отраслевыми интересами (землеустройство, природные катастрофы, охрана природы), которые имеют дело с различными объектами и явлениями на определенной территории: земля, лес, население и т.д.

По территориальному охвату различают ГИС:

глобальные, имеющие дело с информацией планетарного характера;

субконтинентальные, обычно государственного (национального) характера, и океанов;

региональные;

локальные, включающие городские или муниципальные ГИС, часто экспериментальные или учебные.

В ГИС показатели масштабов и точности должны соответствовать территориальному уровню исследований.

**2.5.Проблемно-ориентированные ГИС**

Анализ действующих ГИС показывает, что все они могут быть отне­сены к проблемно-ориентированным, поскольку формулировка проблемы обычно включает предметные и территориальные аспекты. Разработка и функционирование ГИС любой проблемной ориентации определяются типом и структурой пространственных данных и техническими и программными средствами реализации ГИС-технологий.

Таким образом, базовые составляющие проблемно-ориентированной ГИС - это: решаемая проблема, пространственные данные, технические и программные средства реализации ГИС-технологий.

Проблемная ориентация ГИС. Важное свойство ГИС как модели геосистемы (реальности) - ее содержательное соответствие решаемой проблеме, т.е. научно обоснованное отображение главных особенностей действительности с учетом генезиса, внутренней и внешней структуры, иерархии объектов. Выполняя роль и научно-справочной системы, ГИС является сводом и обобщением научных знаний об отображенных в ее тематической базе данных природных и социально-экономических явлениях, предназначенным для глубокого изучения их особенностей с целью научного исследования и различной практической деятельности. Поэтому проблемы, решаемые ГИС, в конечном счете, сводятся к набору географических задач, различающихся по цели и методам решения. Основные прикладные области ГИС - инвентаризация и слежение за состоянием природной среды, городское планирование и управление, земельные ресурсы и кадастр.

При решении инвентаризационных задач ГИС-технологий позволяют максимально эффективно использовать разные источники информации: полевые обследования, оперативная аэрокосмическая съемка, карты.

Решение различного рода оценочных задач с использованием ГИС-технологий также становится более эффективным. Например, в задачах экологической оценки территории совмещают территориально привязанные атрибутивные параметры (табличные данные, данные выборочных полевых обследований) антропогенного воздействия или его интенсивности. Примером таких задач служат оценка качества сельскохозяйственных земель на основе совмещения карт ландшафтов и использования земель и реализации алгоритма балльной оценки компонентов ландшафта.

В основе решения динамических задач, трактуемых как изучение и картографирование изменений в природе, природопользовании и антропогенном воздействии на природу, лежит сопоставление разновременных материалов: полученных в разные годы результатов аэрокосмических съемок, карт, фиксирующих состояние исследуемого объекта на разные даты, либо разновременных картографических и съемочных материалов. Поскольку при этом используются разнообразные материалы, необходимым этапом является приведение их к геометрически сопоставимому виду - единому масштабу и проекции, т.е. взаимное трансформирование, что составляет важный элемент ГИС-технологии. После геометрического совмещения выполняется тематическое совмещение материалов. Для выявления изменений границ или замещения 2-3 объектов применяют, как правило, технологии, носящие названия "оверлей" и "рекласс". При исследовании изменений большого числа объектов, нескольких временных срезов, эволюции исследуемых объектов их различия представляют обычно в виде матрицы - "матрицы динамики".

Основа решения прогнозных задач - выявление тенденций и темпов динамики процессов, поэтому на первый план выходят ГИС-технологии моделирования, и в первую очередь математико-картографического моделирования. Ряд параметров моделей функционирования геосистем, пространственно-временная изменчивость природных и антропогенных объектов могут быть определены по снимкам.

Эффективность моделирования связана с необходимостью создания банков данных наземной, картографической и аэрокосмической информации, с автоматизированными методами интерпретации и отображения информации. В этих задачах наиболее полно проявляется интеграция методов географии, картографии, аэрокосмического зондирования и геоинформатики.

**2.6.География и ГИС**

Проникновение ГИС в практику научных географических исследова­ний началось с самого начала их развития в зарубежных странах. География посвящена изучению мира и места человека в нем и имеет длительные традиции пространственного анализа, обеспечивает методы для проведения такого анализа, предлагает пространственный взгляд на любое исследование. Общеизвестно, что географическая информация (география) доминирует в 70% объема циркулирующей информации. В отличие от других типов средств обработки информации, ГИС отражает концепцию геопространства, так как базируется на информации, привязанной к пространственным координатам и позволяет представить ее в графическом виде для интерпретации и принятия решений по управлению.

Бытует мнение, что широкое распространение ГИС и опыт их эксплуатации в различных сферах деятельности существенно упрощают задачи географии, сводя их к заимствованию, усвоению и воспроизведению накопленного опыта - задаче сугубо технической. В действительности совокупности географической (или потенциально географической) ин­формации системы не образуют.

Географическое разнообразие реального мира бесконечно сложно, но в то же время оно может быть представлено в виде отдельных элементов или объектов. Преимущество ГИС состоит в том, что она позволяет рассматривать объекты в их географическом окружении и исследовать взаимосвязи между объектами, а изучение взаимосвязей и взаимозависимостей - основа географического моделирования. Возможности ГИС для быстрого и точного совмещения различных срезов информации становятся действенным инструментом ее анализа. Значение ГИС для географии определил А. М. Берлянт: "Развитие ГИС дает современной географии уникальный и может быть единственный за всю ее историю шанс действительно стать основой передовых технологий в науках о Земле, концептуальной базой, на которую может опереться геоинформационная индустрия, одним из стержневых направлений информатизации общества на всех уровнях, начиная со школ".

**2.7.ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ В БАЗАХ ДАННЫХ ГИС**

Географические данные принадлежат к различным типам: изображения (снимки, карты, рисунки), тексты, координаты, сложные объекты. Набор необходимой географической информации, представление данных в ГИС и их отображение определяются тематикой решаемых задач, составляемых карт, источниками пространственно определенной информации, используемыми техническими и программными средствами перевода данных в цифровую форму, их хранения и картографической визуализации. Рассмотрим принципы построения информационного обеспечения ГИС.

**2.7.1.Источники пространственных данных**

Совокупность цифровых данных о пространственных объектах образует множество пространственных данных и составляет содержание баз географических данных. Данные, необходимые для создания информационного обеспечения ГИС и входящие в БД, можно подразделить на две группы - первичные и вторичные.

Первичные данные - это данные, которые измерены непосредственно, например, путем выборочного обследования в полевых условиях или путем дистанционного зондирования. При этом "плотность" обследования определяет так называемое разрешение данных. Например, если пространственная выборка осуществляется через 1 км, останутся незафиксированными изменения, размер которых меньше 1 км, хотя выборка должна отражать характеристики, свойственные всем точкам территории. Разрешение данных, получаемых путем дистанционного зондирования, определяется автоматически и зависит от технических характеристик съемки.

К стандартным методам выборочного обследования относятся случайные, систематические (ключевые) и расслоенные (районированные) выборки.

При случайной выборке могут быть с одинаковой вероятностью выб­раны любые точки или любые моменты времени, а при систематической выборке придерживаются определенных правил (например, через 1 км), которые, однако, не должны оказывать влияния на результат анализа. При расслоенной выборке эксперт заранее исходит из того, что имеющаяся совокупность состоит из различных подмножеств, проводя выборку по каждому из них, чтобы добиться адекватного отражения всех их параметров. Например, если известно, что на части территории рельеф более расчлененный, она обследуется с большей плотностью, что позволяет дать более точное представление о характере рельефа. Если необходима репрезентативная выборка всей совокупности, то выборки по каждому подмножеству включаются в нее с соответствующими весами.

Вторичные данные получают из уже имеющихся карт, таблиц или других баз данных.

Как и карты, различают данные:

о природных ресурсах и окружающей среде;

экономические и социально-экономические;

географической привязки.

Данные о природных ресурсах и окружающей среде можно подразделить на тематические и топографические.

Большую часть тематических данных получают по тематическим кар­там, а также аэро- и космическим снимкам. Дешифрирование снимков позволяет создать множество типов тематических карт (а также слоев БД ГИС), например, карт растительности, почвенного покрова, сельско­хозяйственных культур, использования земель. Другими источниками таких данных служат, например, метео и экологические наблюдения, мониторинг, лабораторные исследования и т.п.

Источником топографических данных служат топографические съем­ки и карты. Данные этого типа имеются и в цифровой форме, например, Роскартографией созданы цифровые карты 1:1 000 000 и 1:200 000 масштабов для всей территории России и выборочно - более крупных масштабов.

Данные о природных ресурсах относительно стабильны и не нужда­ются в частом обновлении в БД; пространственное разрешение может быть не очень большим.

Экономические и социально-экономические данные. К ним относятся данные о взаимодействии природы и общества, населении, деятельности населения, а также о пространстве и/или структурах, используемых для осуществления этой деятельности. Данные могут быть обобщены по временным интервалам или по социально-экономическим показателям.

Источниками социально-экономических данных служат в основном государственная статистика и административная отчетность (надежные данные, но, как правило, они конфиденциальны, доступ к ним ограничен) и тематические карты. Ведомственная информация может поставляться в цифровой форме на коммерческой основе, однако она часто имеет особый географический охват или специфическое обобщение.

Социально-экономические данные малопригодны для баз данных ГИС, если отсутствует достоверная информация об их пространственном размещении. Пространственная привязка информации позволяет обобщать данные по географическому принципу, например, переходить от данных по отдельным городам к данным о регионе. Социально-экономические данные быстро меняются и устаревают.

Еще один тип данных, появившийся вследствие развития ГИС - это данные географической привязки - географические материалы, пред­ставленные в виде базовых карт территориальных единиц и атласов, а также цифровые материалы - файлы границ, данные многоцелевого кадастра, координатные данные, получаемые системами спутникового по­зиционирования.

Вместе с данными нужно получать и так называемые метаданные. Метаданные должны содержать информацию о проекции, географической основе и базовой карте, уровне генерализации, цензе и норме отбора объектов картографирования, дизайне, данные о времени создания или переиздания карты и давать дополнительную информацию о процедурах сбора и компиляции данных, системах кодирования и точности приборов. В метаданных необходимо указывать все примененные способы преобразования данных и их точности. Наличие метаданных позволяет пользователю получить представление о достоверности информации, а их отсутствие часто ведет к неправильной трактовке и ложным представлениям отечности самих данных.

Широкие возможности для получения данных открывают компью­терные сети. В сети Internet: в настоящее время распространяются элек­тронные карты и атласы (туристические, тематические карты и атласы, созданные для презентаций), отсканированные печатные карты и снимки, мультимедийные изображения, динамические карты, например, си­ноптические.

Снимки и карты могут довводиться в ГИС по мере надобности. В силу ограниченности технических ресурсов данные могут храниться как в цифровом, так и не цифровом виде (традиционные карты, снимки).

Общее представление об информационной обеспеченности территории должна давать информационно-поисковая система, которую целесообразно включить в структуру ГИС.

Анализ общего состава данных - геокодированной информации, необходимого для создания функционирующей ГИС, показывает, что для его определения необходимо ответить на ряд вопросов:

имеется ли возможность сбора, хранения и обновления географической информации?;

каковы ожидаемые объемы данных и каковы их форматы?;

какой объем данных необходимо преобразовать в цифровую форму, сколько времени это замет и сколько будет стоить?;

каковы качество данных, надежность информации?;

какого рода затруднения могут возникнуть при обработке информации?

**2.7.2.Проектирование географических баз и банков данных**

Выявление географических объектов и явлений и последующий выбор адекватного представления данных о них являются составной частью процесса, именуемого проектированием базы данных.

В ГИС пользователь рассматривает реальный мир через призму те­матической базы данных. Измерения и выборки, содержащиеся в базе данных, должны как можно полнее и точнее соответствовать предмету исследования и его основным характеристикам. Представление данных должно учитывать типы их возможных преобразований. К созданию БД ГИС предъявляются высокие требования, связанные с пространственной формой организации и представления данных.

Требования к базе данных. База данных должна быть:

согласованной по времени - хранящиеся в ней количественные данные должны соответствовать определенному времени, быть актуальными;

полной, достаточно подробной для предполагаемого создания ГИС или картографического произведения; категории данных и их подразделения должны включать все необходимые сведения для осуществления анализа или математико-картографического моделирования исследуемого объекта или явления;

позиционно точной, абсолютно совместимой с другими данными, ко­торые могут добавляться в нее;

достоверной, правильно отражающей характер явлений, для этого необходимо четко определить включенные в нее атрибуты явлений;

легко обновляемой;

доступной для любых пользователей.

Проектирование базы данных. В процессе проектирования БД обычно выделяют три основных уровня: концептуальный, логический и физический.

Концептуальный уровень не зависит от имеющихся аппаратных и программных средств. Для БД ГИС он связан с концептуальной моделью географических данных и включает: описание и определение рассматриваемых объектов; установление способа представления географических объектов в базе данных; выбор базовых типов пространственных объектов - точки, линии, ареалы, ячейки растра; решение вопроса о способе представления размерности и взаимосвязей реального мира в БД (например, следует ли показать здание ареалом или точкой).

Логический уровень определяется имеющимися программными средствами и практически не зависит от технического обеспечения. Он включает разработку логической структуры элементов базы данных в соответствии с системой управления базами данных (СУБД), используемой в программном обеспечении. СУБД представляет собой три взаимосвязанные компоненты: командный язык для выполнения требуемых операций с данными (ввод, вывод, модификация), интерпретирующую систему (или компилятор) для обработки команд и перевода их на язык машины, интерфейс пользователя для формирования запросов к БД (выборки нужных данных).

Наиболее распространенными логическими структурами - моделями БД и их СУБД - являются иерархическая, сетевая, реляционная.

**2.7.3.Позиционная и семантическая составляющие данных**

Пространственные данные традиционно подразделяются на две взаимосвязанные составляющие - позиционные и непозиционные данные.

Позиционная информация описывает положение географических объектов (или пространственную форму) в координатах двух- и трехмерного пространства - декартовых (x,y,z) или географических.

К непозиционной информации относятся качественная характеристика пространственных объектов (семантика) и статистика; эта информация называется атрибутивной и представляется в виде текстовых или числовых параметров. Она соответствует тематической форме данных или кодированному представлению взаимосвязей объектов (топологии). Почти всегда тип объекта маркируется и опознается по его атрибутивным параметрам (дорога имеет название и идентифицируется по ее классу - грунтовая, шоссе). Обычно атрибутивная информация не имеет пространственного характера, хотя некоторая ее часть может иметь связь с пространственной природой изучаемого объекта; например, площадь, периметр.

В качестве атрибутивной информации часто выступает время (вре­менная форма), которая может отражаться несколькими способами: указанием временного периода существования объектов, соотнесением информации с определенными моментами времени, указанием скорости движения объектов.

Количественные атрибуты создаются в соответствии с номинальными, порядковыми, интервальными или пропорциональными шкалами измерений. Важно знать, какие шкалы измерений использованы для данных, поскольку это определяет характер возможных математических операций с ними.

Кратко составляющие пространственных данных называют геометрией и атрибутами.

**2.7.4.Представление точечных, линейных и площадных объектов в базе данных и на цифровой карте**

В БД ГИС картографические источники и итоговые карты представля­ются в виде цифровых карт, каждая из которых является "цифровой моделью карты, созданной путем цифрования картографических источников, фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования, цифровой регистрации данных полевых съемок". Отличие таких карт от традиционных изображений состоит в том, что она, как и БД, недоступна непосредственному восприятию человеком как карта. Поэтому важно знать, как географические объекты представляются в БД и на цифровой карте.

Любая БД состоит из цифровых представлений дискретных объектов. Содержание карты можно хранить в БД в виде цифровой карты, превратив объекты карты в объекты базы данных. Правда, всегда нужно помнить, что многое из показанного на картах умозрительно и не существует в реальном мире: горизонталей в природе не существует, а вот дома и озера - это реальные объекты.

Итак, географические объекты, моделируемые с помощью карты или ГИС, имеют три формы представления:

объект в действительности;

объект, представленный в базе данных (некоторые авторы вводят для таких объектов наименование предмет);

знак, который используется для показа объекта (предмета) на карте или на другом графическом изображении.

Мы будем во всех случаях использовать наименование "объект", поскольку о чем идет речь обычно понятно из контекста.

Предназначенный для отражения в БД или цифровой карте объект - это явление действительности, последнее в ряду подразделения однотипных явлений при выборе "элементарных кирпичиков" для информационного моделирования; например, город можно считать объектом, при его подразделении составные части уже не будут городами, они будут районами, кварталами и т. п.

Объект в БД - это цифровое представление всего реального объекта или его части. Способ цифрового представления объекта зависит от назначения ГИС, масштаба исследования, его задач и других факторов, например, географически город может быть представлен в виде точки, если рассматриваемая территория имеет масштабы материка; если речь идет о базе географических данных области, тот же город может быть представлен ареалом.

Сходные явления, информация о которых хранится в базе данных, определяются как типы объектов - любая группа сходных явлений, которые должны иметь одинаковую форму хранения и представления, например, дороги, реки, высоты, растительность; тем самым обеспечивается основа для формирования общего атрибута явлений. Каждый тип объектов должен быть точно определен, это помогает выявить перекрывающиеся категории данных, вносит ясность в содержание базы данных.

Основные элементы базы данных. Для цифрового представления типов реальных объектов необходимо выбрать подходящую форму объектов, являющихся представителями первых (кодами) в базе пространственных данных. Их классификация может быть основана на представлении пространственной размерности:

точка - объекты, имеющие положение в пространстве, но не имеющие длины (0-мерные);

линия - объекты, имеющие длину, они состоят из двух и более 0-мерных объектов (1-мерные);

полигон - объекты, имеющие длину и ширину, они ограничены, по крайней мере, тремя 1-мерными объектами (отрезками) (2-мерные);

объемная фигура - объекты, имеющие длину, ширину и высоту или глубину, они ограничены, по крайней мере, четырьмя 2-мерными объектами (3-мерные).

Такие объекты хорошо отражают тип пространственной локализации реальных объектов. Они могут быть объединены в классы, например, множество точек для представления множества городов.

Пространственные типы объектов БД могут группироваться в слои, именуемые также покрытиями или темами. Один слой представляет один тип объектов или группу концептуально взаимосвязанных типов объектов. Например, слой может включать только отрезки водотоков, или же водотоки, озера, береговую линию и болота. Возможны самые разные варианты системы слоев, как и модели данных. Некоторые базы пространственных данных создаются путем объединения всех объектов в один слой.

Одни и те же географические явления можно представить в разных масштабах и с разной точностью. Переход от одного представления к другому достаточно сложен, например, переход от мелкого масштаба (1:250 000) к крупному (1:10 000). Поэтому часто встречаются базы данных, содержащие множественные представления одних и тех же явлений. Это неэкономно, но избежать этого пока не удается, ибо соответствующие методы перехода еще недостаточно разработаны.

**2.7.5.Объектно-ориентированные и реляционные структуры БД**

В преобладающем большинстве ГИС используются реляционные базы данных, поддерживаемые такими СУБД как dBASE , INFO ,ORACLE, INFORMIX и т.п. Такие БД позволяют разработчикам ГИС разделить проблему управления пространственными данными на две части: как представлять геометрию объектов и топологию пространственных объектов (вектор или растр) и как работать с атрибутами этих объектов. Для этого годятся реляционные СУБД, а управляемые ими модели дан­ных иногда называют геореляционными моделями. Основные их преимущества таковы:

нет необходимости хранить атрибуты с пространственными данными, но они всегда могут содержаться где-нибудь в системе или поставляться, например, по сети;

атрибуты могут быть изменены или удалены без изменения прост­ранственной БД;

коммерческие реляционные СУБД стандартны и могут управляться стандартными запросами;

хранение атрибутивных данных в реляционных БД не противоречит основным принципам слоев в ГИС;

атрибуты могут быть привязаны к пространственным единицам и представлены разными способами.

В последнее время, особенно в разработках фирмы ESRI, большое внимание стало уделяться четвертому типу СУБД - объектно-ориенти­рованному (здесь этот термин имеет отношение только к структуре БД и языку программирования, а не объекту как реальности). Ее применение направлено на снижение объемов хранимой информации и времени последовательного поиска в БД. В ГИС такие структуры применяются, когда появляется необходимость управления сложными реальными объектами более разумным способом, чем простыми точками, линиями и полигонами, а также модификации БД при оверлее полигонов.

В объектно-ориентированных БД требуется, чтобы географические данные были определены как совокупности элементов. При этом они характеризуются серией атрибутов и параметров их поведения, которые определяют их пространственные, графические, временные, текстовые/численные размерности. Примерами таких элементов могут служить участок железной дороги и связанное с ним здание вокзала, участок трубопровода с серией ответвлений разного диаметра и т.п. Такая структура позволяет унифицировать хранение геометрии и атрибутов при отображении взаимосвязанных объектов.

**2.7.6.Организация и форматы данных**

Для хранения цифровых пространственных данных, позиционной и атрибутивной их составляющих в БД применяют различные структуры, которые связаны в основном с векторным или растровым представлениями географических объектов. Способы компьютерной реализации этих представлений носят, соответственно, названия векторный и растровый форматы.

В векторном формате, в котором пространственные объекты пред­ставляются точками, линиями и полигонами, позиционная составляющая или геометрия обычно хранится в одном файле в виде индексированных записей: индекс кодирует объект (соответственно, точечный, линейный или полигональный), а запись состоит из набора пар или троек координат, число которых в записи соответствует типу объекта: 1 -для точки, n - для линии или полигона. Чтобы отличить записи для линий и полигонов их либо кодируют разными типами индексов, либо для поли­гонов в последней записи повторяют координаты первой точки поли­гона.

Значения атрибутов часто упорядочивают в виде таблиц атрибутов. В реляционных моделях БД каждая клетка таблицы отражает значение одного из признаков определенного объекта. В зависимости от способа отражения временная форма фиксируется в одной таблице атрибутов данного объекта или в нескольких таблицах для различных временных этапов. Таблица отражает тематическую и, отчасти, пространственную формы информации.

В растровом формате геометрия и атрибуты хранятся в одном файле: записи в нем организованы по строкам или столбцам растра, номера которых кодируют систему координат, а каждое число в записи кодирует уникальное значение атрибута, относящегося к одной ячейке растра (пикселу).

Сопоставление векторного и растрового форматов. Основные проб­лемы, обсуждаемые при выборе растрового или векторного форматов - это отображение реальности, точность координат, скорость аналитической обработки, потребности в объеме памяти, отражение характерных признаков явлений.

Обработка данных. Данные в растровых форматах обрабатываются быстрее при решении таких аналитических задач, как наложение (оверлей), определение соседства, выполнение логических запросов. Для определения взаимного положения объектов и их анализа в большинстве случаев требуется лишь сравнить содержание соответствующих ячеек растра в различных слоях БД с применением простейших условных операторов.

При построении векторной топологии приходится многократно выполнять однотипные вычисления и логические проверки, например, для нахождения точек пересечения отрезков линий, составляющих контуры объектов. Сложные алгоритмы необходимы и при наложении полигонов, для выявления ложных ("паразитных") полигонов. Эти обстоятельства удлиняют время обработки данных, запросов пользователей.

Хранение данных. Простейший метод хранения растровых данных требует 1-2 байтов памяти для каждого пиксела независимо от величины им представляемой, и в этом аспекте он не эффективен. В некоторых системах хранения существуют ограничения на число строк и столбцов. На практике применяются различные методы сжатия информации; наиболее распространенным из них является групповое кодирование, при котором степень сжатия зависит от пространственной изменчивости данных. Однако в некоторых случаях группового кодирования упаковка и распаковка данных дает лишь небольшое преимущество по сравнению с их поячеечным хранением.

Для хранения простых полигонов в векторном формате требуются небольшие объемы памяти; в общем случае необходимый ее объем зависит от сложности объектов, от того, что хранится вместе с координатами, а также от точности координат (одинарная или двойная). В целом векторные системы используют меньший объем памяти по сравнению с растровыми системами, графическое разрешение которых сопоставимо с векторными.

Растровые базы данных привлекают простотой организации, быстротой многих операций; они особенно привлекательны для специалистов в области дистанционного зондирования, привыкших оперировать пикселами при обработке информации, а также при представлении первичных и систематизированных данных о высотах рельефа. Растровый файл легко получить путем сканирования фотоотпечатков или бумажных карт. С другой стороны, во многих случаях растровый подход ведет к потере деталей. Растровые данные различных источников могут иметь разный размер элементов, ориентацию, положение, проекцию. В случае их совместного использования необходим процесс интерполяции информации из одной системы элементов растра в другую. При этом переход к элементам большего размера относительно безопасен, переход к меньшим элементам чреват большими неприятностями.

Хорошие результаты дает использование систем, в которых растровый и векторный анализ могут осуществляться параллельно с использованием функций преобразования (конвертирования) форматов. Такие системы позволяют, например, осуществить наложение векторной карты участков с различным типом использования земель на снимок для более точного его дешифрирования, а затем снимок использовать для корректировки векторной карты ареалов растительности.

Обменные форматы данных. Совместное использование разных источников данных (как векторных, так и растровых) связано с еще одним понятием формата данных - шаблоном представления их в файлах данных. Некоторые из них приняты государственными организациями как стандарты, другие определяются распространителями данных и разработчиками программных средств как внутренние форматы. Обилие таких форматов и уже накопленных данных делают чрезвычайно важной проблему разработки специальных обменных форматов и способов их конвертирования. Многие современные ГИС-пакеты представляют широкие возможности для конвертирования внутренних форматов, как в обменные, так и форматы других пакетов.

Графические форматы, используемые как обменные в разных ГИС- и графических пакетах программ, также делятся на векторные и растровые.

Среди векторных наибольшее распространение получил формат DFX пакета AutoCad, использующий для передачи атрибутивной информации формат DBF (Dbase), более подробные характеристики разных форматов можно найти в толковом словаре.

Преобразование данных других цифровых источников. Все больше данных появляется на магнитных носителях, CD-ROM, данных, доступных в сети Internet; (цифровые карты мира - DCW, цифровые картографические данные Геологической службы США - DLG, цифровые космические снимки, так называемые Quicklook, и многие другие).

Нужно помнить, что пока изображения, распространяемые в Internet, зачастую имеют низкое разрешение, растровый формат и ограниченные размеры.

Истинное горизонтальное и вертикальное положение объектов обычно непосредственно определяется в результате полевой съемки. Система спутникового позиционирования (ССП) - новый способ точного определения положения объектов на земной поверхности. Положение объекта рассчитывается по сигналам, поступающим с серии ИСЗ (ГЛОНАСС, Россия, NAVSTAR или GPS, США) с точностью от метров до нескольких сантиметров. Она сопоставима с точностью самых крупномасштабных карт.

**2.7.7.Качество данных и контроль ошибок**

Представления о качестве данных, их точности и оценке погрешности становятся чрезвычайно важными при создании баз и банков данных ГИС. Существует практически всеобщая тенденция забывать об ошибках в данных, если последние представлены в цифровой форме. Все пространственные данные до некоторой степени неточны, но в цифровой форме они обычно представляются с высокой точностью, определяемой параметрами памяти компьютера. Необходимо каждый раз рассматривать два вопроса:

насколько правильно представляемые в БД цифровые структуры отражают реальный мир;

насколько точно алгоритмы позволяют рассчитать истинное значение результата.

Методы расчета точности определений по картам рассматриваются в курсе картографии, с понятиями надежности и качества географических данных полезно ознакомиться в работе. Показатели качества данных определяются стандартами. Основные из них: позиционная точность и точность атрибутов объектов, а также логическая непротиворечивость, полнота, происхождение, относящиеся к базе данных в целом.

**2.7.8.Позиционная точность данных и типы ошибок**

Позиционная точность определяется как величина отклонения измерения данных о местоположении (обычно координат) от истинного значения. При ее определении, как правило, исходят из масштаба исследования или первичного материала, например, в данных о природных ресурсах стремятся достичь точности карты заданного масштаба. Обеспечение большей точности требует более качественных исходных материалов, но всегда следует задаться вопросом, оправданы ли дополнительные затраты задачами исследования.

Точность координат определяется по-разному в растровом и векторном представлении.

Точность растра зависит от размера ячеек сетки. Для избежания потери информации можно использовать ячейки меньшего размера с тем, например, чтобы показать искусственные объекты, но следует оценить, что будет представлять выбранная ячейка в заданном масштабе. В большинстве случаев неясно, относятся ли координаты, представленные в растровом формате, к центральной точке ячейки или к одному из ее углов; точность привязки, таким образом, составляет 1/2 ширины и высоты ячейки.

Координаты в векторном формате могут кодироваться с любой мыслимой степенью точности; она ограничивается возможностями внутреннего представления координат в памяти компьютера. Обычно для представления используется 8 или 16 десятичных знаков (одинарная или двойная точность), что соответствует ограничению по точности соответственно до 1/108 и 1/1016 измерения на местности. Для получения такой же точности растра необходимо, соответственно, 108х108 или 1016х1016 ячеек, что невозможно даже при специальном сжатии данных. Но лишь некоторые классы данных соответствуют такой точности векторного представления: данные, полученные точной съемкой, карты небольших участков, составленные на основе крупно­масштабных топографических карт; лишь для немногих природных явле­ний характерны четкие границы, которые можно представить в виде математически определенных линий. Поэтому можно утверждать, что тонкие линии в векторном формате дают ложное ощущение точности. Обычно на карте толщина линии отражает неопределенность положения объекта. Поэтому в векторной системе фиксируется неопределенность положения векторного объекта, а не точность координат. В растровой системе эта неопределенность автоматически выражается размером ячейки, который и дает действительное представление о точности.

Точность базы данных. Почти каждый этап создания БД чреват вне­сением ошибок.

Карты не свободны от погрешностей, которые при цифровании авто­матически переносятся в базу данных; из-за генерализации они не всегда точно фиксируют информацию о местоположении объекта; несоответствия на границах листов могут обусловить несоответствия в базе данных.

Ошибки характерны для данных, взятых из некартографических ис­точников. Они могут появиться и при проведении инвентаризации по аэрофотоснимкам, если изображения дешифрированы неверно, часто возникают потому, что слишком велико доверие к базовым картам. Другие ошибки связаны с проблемой границ и погрешностями классификации. Многие ошибки обусловлены особенностями сбора данных. Ручной ввод цифровых данных весьма утомителен и трудно сохранять качество работы на протяжении долгого времени.

Для снижения ошибок в измерении местоположения используют гео­дезический контроль и системы спутникового позиционирования, а также создание массивов данных географической привязки. К последним предъявляют особенно высокие требования по точности и достоверности еще на этапе сбора исходной информации. Их применение в качестве основы для интеграции данных в известных оригинальных масштабах и проекциях не вызывает затруднений. Во всех других случаях требуется преобразование информации, которое должно выполняться по правилам картографической генерализации и согласования. Большая часть данных о местоположении берется с аэроснимков, при этом точность зависит от правильного размещения контрольных точек. Данные космической съемки труднее расположить с большой точностью - не позволяет разрешение снимка.

На весь набор данных влияют: ошибки регистрации и определения контрольных точек, преобразования координат, особенно когда неизвестна проекция исходного документа; ошибки обработки данных, неправильный логический подход, генерализация и проблемы интерпретации; математические ошибки; потеря точности представления из-за невысокой точности вычислений; перевод векторных данных в растровый формат.

В БД обычно используются данные из разных источников с разной сте­пенью точности. При наложении множества карт точность результирующего материала может оказаться очень низкой. Однако больший интерес представляет показатель пригодности полученной карты. Для некоторых типов операций степень пригодности карт определяется точностью наименее точного слоя БД. Показатель пригодности можно оценить также по его устойчивости при смене порядка ввода данных или изменении веса атрибута.

Часто возникают искусственные признаки ошибок (артефакты) - это нежелательные последствия применения высокоточных процедур для обработки пространственных данных, имеющих небольшую точность. Использование растровых данных позволяет застраховаться от артефактов до тех пор, пока размер элемента растра больше или равен позиционной точности данных. При работе с векторными данными артефакты возникают при кодировании (цифровании) и наложении по­лигонов.

Чтобы проверить позиционную точность, нужно использовать независимый, более точный источник, например, карту более крупного масштаба, данные спутникового позиционирования, первичные ("сырые") данные съемки. Для контроля можно использовать и внутренние признаки: незамкнутые полигоны, линии, проходящие выше или ниже узловых точек, и т. п. Величина этих погрешностей может служить мерой позиционной точности.

Наиболее надежным путем создания качественных БД, особенно для ее многократного и многопользовательского применения, является хранение информации о точности в самой БД в виде атрибутов или метаданных.

**2.7.9.Точность атрибутивных данных**

Точность атрибутов определяется как близость их к истинным показателям (на данный момент времени). В зависимости от природы данных точность атрибутов может быть проанализирована разными способами.

Для непрерывных атрибутов, представляющих модель поверхности, например, ЦМР, точность определяется как погрешность измерений по этой модели.

Для атрибутов объектов, выделяемых в результате классификации, точность выражается в оценках соответствия, определенности или правдоподобия. В случае двух объектов ситуация, в которой они представлены сочетанием 70% атрибута объекта А и 30% атрибута В, лучше, чем когда объекты А и В недостаточно определены, что не позволяет четко разграничить их. В общем случае для оценки точности атрибутов полезно составить матрицу ошибок классификации. Для этого нужно взять несколько случайных точек, определить их категорию по базе данных, затем на местности определить истинный класс и заполнить матрицу классификации (соответствия). Если, например, число классов 4, а число обследованных точек 100, из них на местности определено 25 точек класса А, 18 точек - В, 24 - С и 33 - О (табл. 1).

В идеале все точки должны располагаться по диагонали матрицы; это показывает, что на местности и в базе данных зафиксирован один и тот же класс. Ошибка пропуска возникает тогда, когда точки класса на местности неправильно зафиксированы в базе данных. В матрице

Таблица 1

Матрица классификации класса В равно сумме

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс на местности | Класс в БД | | | | |
| А | В | С | 0 | Всего |
| А | 12 | 7 | 3 | 3 | 25 |
| В | 3 | 10 | 3 | 2 | 18 |
| С | 3 | 5 | 15 | 1 | 24 |
| 0 | 4 | 4 | 4 | 21 | 33 |
| Всего | 22 | 26 | 25 | 27 | 100 |

записей в столбцах А, С и О строки В (числу точек, относящихся на местности к классу В, а в базе данных - к другим классам). Ошибка добавления(ложного класса) имеет место в случаях, когда в базе данных зафиксирован класс, которого нет на местности, например, для класса А - это сумма записей в строках В, С и О столбца А (соответствует числу точек, неправильно отнесенных к классу А в базе данных).

Для обобщения матрицы соответствия используют такой показатель достоверности классификации, как количество правильно классифицированных точек, расположенных по диагонали матрицы (в %). На самом деле это число может быть случайным. Чтобы учесть этот факт часто при обобщении результатов используют так называемый индекс к каппа Коэна, вносящий поправку на случайность. Он вычисляется по формуле:

K=(d-q)/(N-q) (1)

где d - число случаев правильного получения результата (сумма значений, стоящих на диагонали матрицы соответствия); q - число случайных результатов, вычисляемое через число случайных результатов в столбцах пс и истинных в строках пг матрицы соответствия. N - общее число точек. Для абсолютно точных результатов (все N точек на диагонали) каппа равна 1, а при чисто случайном попадании - О. В приведенном примере

q= (22x25/100 + 26x18/100 + 25x24/100 + 27x33/100) = 25,09; K= (58-25)/(100-25) = 0,44;

показатель достоверности классификации равен 44%, что меньше значения, полученного по диагональным элементам (58%).

Неопределенность атрибутов каждого элемента растра постоянна для каждого из представленных классов объектов, а позиционная неопределенность постоянна для всего растра - фиксируется один раз для всей карты.

Для социальных данных основной источник неточности в атрибутах - недоучет данных. Например, при проведении переписи в некоторых районах и по некоторым социальным группам недоучет может быть очень высоким (>10%).

**2.7.10.Логическая непротиворечивость, полнота, происхождение**

Эти элементы качества данных относятся к базе данных в целом, а не к объектам, атрибутам или координатам.

Логическая непротиворечивость связана с внутренней непротиворечивостью структуры данных, с топологическим представлением данных, что означает наличие исчерпывающего списка взаимоотношений между связными геометрическими представлениями данных без измерения хранимых координат пространственных объектов. Она обычно заключается в ответах на вопросы: замкнуты ли полигоны, нет ли полигонов без меток или с несколькими метками, есть ли узлы на всех пересечениях дуг. Логические противоречия могут быть связаны с проблемами согласования информации и географических границ при совмещении данных из разных источников.

Полнота связана со степенью охвата данными множества объектов, необходимых для представления реальности или отображения на результирующей карте (все ли соответствующие объекты включены в базу данных?). Она зависит от правил отбора объектов или явлений, генерализации и масштаба.

Происхождение включает сведения об источниках данных, времени сбора данных, точности источников и цифровых данных, организации, которая их собирала, об операциях по созданию базы данных (как кодировались данные и с какого исходного материала, как происходила их обработка). Обычно эта информация содержится в специальных файлах метаданных.

**2.7.11.Особенности интеграции разнотипных данных**

Новые виды и типы цифровых данных требуют разработки методов их совместного использования, оценки пригодности для создания ГИС и составления карт. Создание проблемно-ориентированных банков географических и картографических данных и знаний способствует не только накоплению и обмену информацией, но и повышению качества и достоверности результатов, получаемых ГИС. Особенно возрастает роль таких банков для интеграции, пространственного и тематического согласования информации.

Проблемы интеграции данных особенно остро встали в связи с широким использованием уже существующих цифровых карт, содержащихся в разнообразных базах пространственных данных и распространяемых по телекоммуникационным сетям. Они могут быть слоями проблемноориентированных ГИС, представлять результаты компьютерного дешифрирования аэро и космических снимков, цифрового моделирования объектов или явлений. Информация относительно их происхождения, методов создания, точности и достоверности часто отсутствует или не­доступна. Совокупность цифровых данных о пространственных объектах, составляющих содержание баз географических данных ГИС, по существу, еще не является цифровой картой. На картах, созданных на основе данных дистанционного зондирования, "пиксельные" разрешение и генерализация могут не соответствовать показателям картографической точности и генерализации для выбранных масштаба и проекции. Особенно сложна интеграция данных, представляемых на карте условными знаками, из-за их внемасштабности и уникальности.

Технология создания цифровых карт часто определяется временными, не устоявшимися, разрозненными, не всегда профессионально составленными инструкциями и техническими заданиями, разработанными производителем или заказчиком работ, ведомственными инструкциями. Все чаще появляются в публикациях сообщения об ошибках в цифровых картах, а иногда об их полной непригодности к использованию или ненадежности как источников данных.

При традиционном (бумажном) создании карт разнотипные данные применяются давно и методы их совместного использования хорошо разработаны. Современное техническое и программное обеспечение позволяет на основе любых доступных данных создавать сколь угодно сложные по содержанию карты и делать их легко доступными для использования и модификаций. Но часто это делается без учета картографических традиций, в то время как доверие к цифровым картам велико. Решение проблем интеграции данных при создании и использовании цифровых карт лежит в области разработки инфраструктуры простран­ственных данных (на национальном, межгосударственном уровнях), четкой структуры метаданных и картографически обоснованного применения ГИС-технологий при работе с разнотипными данными.

Под формированием инфраструктуры пространственных данных подразумевается разработка механизма их обмена и накопления (доступность, стоимость, система стандартов на данные и обмен ими, мета данные), а также определение единой - базовой - пространственной ин­формации, к которой, в первую очередь, следует отнести геодезическую основу, рельеф, гидрографию, транспортную сеть, административные границы.

Преимущество геоинформационных методов заключается в возмож­ности оценить пригодность данных для совместного использования и осуществить их интеграцию на основе выполнения пространственного анализа с помощью ГИС-технологий. Однако основное правило при ин­теграции информации таково: качество данных должно быть определено скорее во время получения данных, чем при попытке применить эти данные. Тогда указанные технологии могут существенно облегчить их корректировку для поставленной задачи.

Основные проблемы, возникающие при совместном использовании разнотипных данных: отображение положения границ в разных цифровых источниках, временные параметры данных и способ отражения структуры геосистем.

Хорошим технологическим приемом интеграции разнотипных данных произвольных источников может стать создание специализированных экспертных систем. Их задача - выполнение оценок качества и пригодности таких данных, опирающееся на три базовых составляющих системы: метаданные, логические процедуры, учитывающие характер проявления основных источников возможных ошибок в цифровых пространственных данных, ГИС-технологии, реализующие традиционные и современные приемы совмещения информации для создания БД.

**2.8.ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИС**

**2.8.1.Требования к техническому и программному обеспечению ГИС**

Стратегию создания любой ГИС определяют функции, которые она будет выполнять. Кроме традиционных - сбор, хранение, обработка и передача информации, ГИС должны обладать функциями, способствующими сочетанию сложившихся ранее и новых геоинформационных методов решения географических задач.

Процесс применения ГИС-технологий для пользователя ГИС включает:

поиск, сбор, оценку и осмысление особенностей пространственных данных, представляемых в цифровой форме;

определение состава и тематического содержания пространственной информации, необходимой для решения поставленной задачи, в сочетании с вопросами определения системы координат, в которой создается основа базы данных, структуры и модели данных, методов и средств цифрования и хранения данных, оценки их точности и достоверности;

анализ пространственных данных, включающий: анализ взаимосвязей процессов и явлений в природе средствами преобразования и совмещения в пространстве информации разного типа (оверлея), генерализацию картографических, аэрокосмических и статистическихданных, интерактивное дешифрирование снимков;

моделирование: выбор соответствующей математической модели и необходимых параметров для нее - построение географической (картографической, математико-картографической) модели;

представление пространственных данных (электронные и ком­пьютерные карты и атласы, преобразованные снимки, таблицы, анима­ционные модели и т.п.);

с технической точки зрения выполнение в режиме "меню" следующих функций:

создание базы данных;

добавление записей в базу данных;

корректировка и манипулирование данными в рамках географической модели;

создание выходной продукции на основе выполненного анализа данных и средств компьютерной графики

**2.8.2.Подсистемы реализации ГИС-технологий в ГИС**

Подсистема ввода и коррекции информации предназначена для обеспечения исходной информацией решаемой прикладной задачи, т.е. для адаптации к ней интегрированных в БД ГИС пространственных данных, тем или иным способом представленных в цифровой форме. Ввод в базу данных исходной информации (карты, снимки, атрибуты) - это наиболее узкое место создания ГИС, ограничивающее применение ГИС-технологий: он требует больших затрат труда, утомителен, чреват ошибками, возникает необходимость предварительной подготовки исходных документов (карт) с тем, чтобы их качество соответствовало строгим требованиям автоматизированного ввода. Его стоимость часто составляет более 80% всех затрат на создание конечного продукта. Многочисленные примеры показывают, что создание базы данных становится финалом проекта, который так и не доходит до стадии анализа собранного материала. Одним из выходов может стать совместное пользование цифровыми данными, поскольку все больше пространственных данных переводится в цифровую форму. Процедуры наполнения БД информацией опираются на использование заранее выбранных ГИС-технологий. В их функции входит также конвертирова­ние данных из разных обменных форматов, или преобразования типа растр-вектор или наоборот.

Подсистема хранения пространственной информации - это база данных ГИС - упорядоченное множество введенной и организованной по определенным правилам цифровой информации, управляемое специальной программой (СУБД), связанной с выбранной моделью БД. БД должна отвечать целям исследования, она независима от прикладных программ и доступна множеству пользователей по их запросам: кроме своего прямого назначения (хранения) она обеспечивает доступ к данным, представленным в цифровой форме, и «быстрота» этого доступа - важнейшая характеристика этой подсистемы ГИС.

Подсистема обработки и анализа данных представляет собой программный комплекс, предназначенный для решения прикладных задач. Он обеспечивает возможность: преобразования и взаимных переходов форматов данных в процессе решения задачи; совмещения различных типов информации для изучения взаимосвязей и зависи­мостей; тематического анализа данных (например, дешифрирование снимков, составление производных карт); выполнение таких основных операций с географическими данными как определение расстояний и площадей, статистических характеристик, интерполяция, построение цифровых моделей рельефа (ЦМР) и трехмерных (3D) изображений, профилей. Набор операций определяется математическим и программ­ным обеспечением ГИС.

Особое место в подсистеме обработки и анализа данных отводится моделированию, на котором базируются по существу все научные исследования. Моделирование обеспечивает возможность в более простом и доступном для изучения виде представлять структуру, свойства, взаимосвязи и отношения между объектами и явлениями природных процессов, их динамику и функционирование. Процесс моделирования в ГИС может выполняться либо с использованием математических моделей, в которых параметрами являются количественные характеристики природных процессов или явлений, либо путем экспертной обработки (качественной и количественной оценки) данных. В географии для моделирования чаще всего используются методы статистики, классификации, а также построение математико-карто-графических моделей. Использование разновременных многозональных снимков и карт дает возможность анализировать многомерные модели реальности, естественным образом определяемые многомерностью спектрального пространства, задаваемой числом зон снимков, и временем. Привлекательны и полезны имитационные модели, реализуемые в ГИС с применением средств мультимедиа.

Задача пользователя ГИС заключается прежде всего в правильном выборе метода-модели, адекватной решаемой задаче.

Подсистема вывода в ГИС предназначена как для стандартного отображения результатов решения задач в виде текстов и таблиц, так и для графической визуализации результатов (карт, преобразованных снимков) в виде безбумажных (дисплейных) изображений и в печатном виде.

ГИС должна обладать хорошей пользовательской подсистемой. Это система удобных меню, удобный доступ к базе данных и файлам, удобные средства отображения данных на экране и печатающем устройстве, доступные средства машинной графики. Такой "пользовательский интерфейс" напрямую связан с математическим и программным обеспечением.

Управление проблемно-ориентированной ГИС возлагается на экс­пертную подсистему, которая в простейшем случае может быть реализована на основе предоставления пользователю возможностей развитого интерфейса со всеми компонентами ГИС.

**2.9.Применение ГИС в различных областях**

Компьютер стал обычным рабочим инструментом. Природоведы и экологи, проектировщики и экономисты, коммерсанты и ученые все чаще стали обращаться к электронным картам как к основе решения производственных задач, проведения исследований и принятия решений. Цифровые модели карт (для краткости - цифровые карты) прочно вошли в повседневную работу не только потому, что это современно, но и потому, что в таком виде они более гибки и удобны для использования. Стремительно развились программные средства, рассчитанные на «рядового» пользователя, а не на программиста и картографа. Наборы цифровых топографических карт появились в качестве самостоятельного коммерческого продукта, а также пользуются популярностью на многочисленных несанкционированных рынках, служащих «зеркалом» спроса на товары. Пользователи все чаще обращаются с вопросом о том, у кого лучше приобретать цифровые карты, сколько они стоят и какого они качества.

Поскольку Дата+ выполнила несколько совместных проектов по подготовке цифровых топографических карт разного масштаба для ряда российских потребителей, то стоит поделиться некоторыми соображениями. Речь пойдет только о топографических картах, которые являются базовыми для многих областей использования.

Прежде всего, необходимо предупредить, что оцифровка топографических карт наиболее «ходовых» открытых масштабов: 100000, 1:200000, 1:1500000, 1:1000000, 1:2500000 - сфера деятельности, которая подлежит лицензирова­нию со стороны Роскартографии. Для получения лицензии любая организация должна предоставить достаточно подробные сведения о технике, программном обеспечении, технологиях и специалистах, доказывающие профессиональную подготовку и наличие необходимых средств для такого вида работ. Организаций, имеющих такую лицензию, не так много. Так что получить лицензированные топографические карты на территорию нашей страны можно лишь у подразделений Роскартографии и Военно-топографического управления. Некоторые Учреждения имеют лицензию на подготовку таких карт исключительно для своей сферы деятельности, и предлагаемые ими карты для другой отрасли использования не вполне легитимны. Это юридическая сторона дела.

На сегодняшний день на рынке цифровых карт предлагается достаточно широкий набор продуктов в разных масштабах и форматах. Практически на территорию страны подготовлены, в том или ином виде, цифровые топографические карты всех открытых масштабов: от среднего (1:200000 - 1:1000000) до обзорного ( 1:25000000 -1:8000000 и мельче). Чем крупнее мас­штаб, тем выше трудоемкость их создания и больше объем работ.

Так, территория России покрывается 214 ли­стами масштаба 1:1000 000 и примерно 5000 одинарными листами масштаба 1:200000.

Один лист карты 1:200000 в формате Arcinfo занимает около 2 Мб. Нетрудно подсчитать, что цифровая карта всей Росси, подготовленная с данного масштаба, потянет уже на объем хорошего жесткого диска. О том, как работать с таким объемом информации, речь пойдет ниже.

Карты России масштаба 1:1000000 существуют в нескольких вариантах. До сих пор многие российские потребители используют DCW(Digital chart of the world)- уникальный в своем роде цифровой картографический продукт. DCW- созданная в США «Цифровая карта Мира» мил­лионного масштаба, пока не имеет аналогов по охвату территории суши цифровой основой такой подробности. Однако создавалась она по американским навигационным данным, так что имеет расхождения не только с нашими картами, но и с российской действительностью. Эта карта сыграла положительную роль в развертывании работ с цифровыми картами в нашей стране и до сих пор служит хорошим материалом для исследовательской деятельности и обучения.

В принципе, карта 1:1000000 в цифровом виде подготовлена Роскартографией по отечественным материалам на территорию всей страны, в том числе и в формате Arcinfo. Проблема лишь в том, что она не соответствует требованиям ГИС (то есть имеет элементарные топологические ошибки), и в том, что большая часть листов бумажных основ данной карты, с которых подготовлен ее цифровой вариант, уже давно устарела. О планах обновления данной карты Роскартографией практически ничего не известно, так что хорошей основой такая цифровая карта также не может служить без ее уточнения и обновления по более свежим материалам дистанционного зондирования или полевых съемок.

Карты масштаба 1:200 000 обычно используются для решения задач на региональном уровне. Цифровые основы с данного масштаба - последний наиболее подробный материал, который можно использовать безо всяких ограничений. Карты масштаба 1:100 000 имеют статус «Для служебного пользования», а более крупных масштабов - гриф секретности. Они также уста­рели и продолжают устаревать намного быстрее, чем их обновляют. Тем не менее, карты данного масштаба - хорошая база для их уточнения по данным дистанционного зондирования, полевых съемок, проектных материалов, а также для подготовки и ведения собственных тематических слоев информации.

Цифровая карта подробности данного масштаба имеется в ряде учреждений в том или ином объеме, но пока не известно о существовании ее в полном объеме. Более половины листов подготовлено в настоящее время в Роскартографии, Министерстве природных ресурсов (ГлавНИВЦ) и ВТУ.О наличии цифровых материалов карт данного масштаба заявляют некоторые коммерческие фирмы. В результате такого состояния дел потребители, нуждающиеся в картах на большие территории (например, нефтяные компании), вынуждены заказывать и приобретать цифровые основы для использования в ГИС пакетах сразу у нескольких производителей. При этом, они сталкиваются с трудностями сведения этих карт в единую основу и сложностью пользо­вания ими. Так, на один и тот же номенклатурный лист масштаба 1:200 000 Роскартография предлагает 85 покрытий Arcinfo, а ГлавНИВЦ - 46 по­крытий. Пользователю придется потрудиться, например, чтобы получить единый слой гидрографии, который разложен в некоторых цифро­вых картах на пять слоев! Количество показываемых на данном масштабе классов объектов в Роскартографии - 698, в ГлавНИВЦ - 572 (по классификаторам).

Карты создаются по одним и тем же бумажным тиражным материалам, но по-разному. Наи­более точны карты, создаваемые путем векторизации пластиков цветоделения. Синтетический материал, на который наносятся отдельные цве­та карты - более надежная основа, чем бумага. Пластики не имеют ошибок сдвигов печати, которые видны невооруженным взглядом на колонке цветов в бумажном оттиске. Например, сдвиг цвета при оттиске может дать ошибку на картах упомянутого масштаба до 600 м, что на порядок выше допуска в бумажных картах. Это приводит к тому, например, что реки в цифровых картах начинают нарушать законы гравитации, не попадая в тальвеги рельефа.

Сама манера оцифровки во многом отражает профессиональные навыки и характер оператора. Так, отдельные значки кустарников в противоположных углах листа карты могут быть оцифрованы одним оператором двумя точками, другим оператором - небольшими кружками вокруг каждого значка, а третьим - изображаться большой площадью, объединяющей оба знака. Эти особенности сразу проявляются в процессе объединения соседних листов. Кстати, сведение листов цифровой карты некоторыми поставщиками рассматривается как дополнительная услуга, а не как обязательное требование к электронным картам и их качеству.

В ряде случаев составители карт четко следуют бумажному оригиналу, стараясь передать не суть отображаемых событий, а способ их изображения. При таком подходе болота, например, перестают быть площадными объектами, а превращаются в отдельные точечные значки, дороги прерываются в местах наложения знаков пунсонов населенных пунктов, а реки не соединяются с акваторией, в которые они впадают. Зачастую подписываются только те участки рек, которые были подписаны на бумажных оригиналах. Небрежность в оцифровке полигональных объектов, имеющих общие границы или логическую связь (например, один объект полностью расположен внутри другого), приводит к тому, что на картах появляются дополнительные объекты, образованные несовпадающими границами, или явные алогизмы: улицы и кварталы, например, заходят за черту города.

Все организации пользуются разными классификаторами объектов, хотя в их основе, как правило, лежит один и тот же восьмизначный классификатор ВТУ, изданный в 1985 г. и предназначавшийся для бумажных карт. Идея классификатора - дать единый составной код объектам топокарты, облегчающий определение их положения в единой иерархической структуре на основе родовой принадлежности, и установление параметров групп, к которым они принадлежит. Те характеристики, которые не укладываются в цифровое кодовое представление - например, собственное название населенного пункта или высотное значение горизонтали - выносятся в дополнительные атрибуты объекта. Отход от идеи иерархического классификатора (например, в кодификаторе, используемом в Глав­НИВЦ) снижает эффективность его использова­ния в ГИС (при поиске класса объекта, применении общего значка для группы и т.п.). То же можно сказать о библиотеках кодов характеристик.

Разнобой в построении классификаторов порождает отнесение одних и тех же объектов к разным классам, группам и, соответственно, помещение их в разные тематические слои. Многие объекты теряют свою целостность и связ­ность, а в ряде случаев - и суть. Например, в слое растительности на некоторых картах отсутствует заболоченный лес, а есть только лес. И только, если догадаться совместить его с другими слоями, то можно будет понять, что он заболоченный. Вообще, многие характеристики на карте припи­сываются к определенной точке, в которой они измерялись, например, ширина русла рек, скорость течения воды или породный состав леса. Приписывать же эти характеристики всему объекту - всей реке, например, или всему полигону леса неправомерно, хотя это встречается в электронных картах достаточно часто.

Особо стоит сказать о метаданных. Метаданные или «данные о данных» незаслуженно рассматриваются как вспомогательные к цифровой карте. А ведь без них цифровые карты не только неполны, но и могут стать просто бесполезными. Без дополнительных расшифровок трудно догадаться о содержании многих полей, значений ко­дов и названий отдельных слоев карты. Если не сопроводить карты данными об актуальности состояния местности и годе публикации, можно втянуться в бесполезную и даже ошибочную работу по согласованию несопоставимых по времени листов топографических карт. Другая сторона дела состоит в том, что современные Интернет-технологии позволяют осуществлять поиск данных в глобальной сети картографических серверов на основе сопровождающих карты метаданных: пространственных (экстент простирания), названий, ключевых слов, краткого описания, дат создания и т.п. Если такая информация отсутствует, то данные никогда не будут найдены или зарегистрированы на сервере. Отсутствие метаданных для цифровых карт рассматривается не как «дурной тон», а как явная ошибка.

Перечень грубых ошибок и просто небрежностей, встречающихся в цифровых картах, к сожалению, достаточно длинный. Для наглядности, на иллюстрациях к данной статье приведены некоторые из типичных ошибок в цифровых топографических картах. С некачественными цифровыми картами сталкиваются многие пользователи, которые обращаются к нам за помощью после покупки карту разных производителей.

Чтобы избежать таких неприятностей, необходимы стандартные требования к процедуре составления и содержанию цифровых топографических карт, которые должны быть сформулированы в техническом задании на изготовление карт и служили бы критерием при оценке карт на их пригодность к использованию. Заранее подготовленные единые классификатор и справочные таблицы избавят вас от их разнобоя.

О необходимости таких стандартов говорится достаточно широко в специализированной литературе по ГИС технологиям и электронной картографии. Международная практика уже имеет достаточно солидные многотомные серии документов, предназначенные для обеспечения со­гласованности работ и единства требований к цифровым картам. Они широко используются на национальном уровне в странах, имеющих богатый опыт в области цифровой картографии (США, Великобритания).

Практическая необходимость стандартизации в данной области заставила некоторые отечественные отрасли и крупные корпорации раз­рабатывать собственные системы унификации. Единые требования к цифровым топографическим картам масштабов от 1:5000 до 1:1000000 приняты, например, в нефтяной компании ЛУ­КОЙЛ, имеющей разветвленную сеть корпоративных пользователей. В основе этих требований лежат современные объектные модели цифровых карт и клиент-серверные технологии работы с большими массивами пространственной информации, хранящейся в системе связанных серверов. В ГИС центре компании создан и успешно работает сервер базовой карты страны масштаба 1:200000, обеспечивающий единую основу для корпоративных данных различных подразделений и регионов.

О начатых работах по созданию отраслевого стандарта на цифровые топографические карты заявили подразделения Министерства природных ресурсов. Отрадно, что в качестве базовой модели принято представление карт в топологически корректных покрытиях Arcinfo.

«Лёд тронулся» в области стандартизации цифровой картографии и в Роскартографии. Главным картографическим ведомством выпущены первые брошюры по общим понятиям и представлениям.

Так что пользователи могут с оптимизмом смотреть в будущее. Скоро к вам в руки будут попадать только хорошие цифровые карты, соответствующие стандартам. В картах вам повезет, будьте только внимательны и требовательны при их приобретении.

**2.9.1.Геология и ГИС**

Геологическая информация имеет, в подавляющем большинстве случаев, точную координатную привязку - как правило, по трём пространственным координатам. Это относится как к полевым наблюдениям и получаемой при этом первичной информации, так и к характеристикам и свойствам объектов, которые выявляются и оцениваются в результате обработки и интерпретации всего комплекса исходных данных.

Конечным результатом геологоразведочных работ является информация о геологическом строении недр, о запасах минерального сырья и условиях его размещения в недрах. По полученным материалам составляются отчёты с приложениями к ним карт, разрезов, схем и других графи­ческих материалов с соответствующими пояснительными записками, а сами отчёты хранятся в государственном и территориальных геологических фондах. То есть, результатом производственной деятельности является информация, на получение которой затрачены огромные усилия и средства.

То, что в данном случае результаты, как правило, представлены в картографической форме с описательными дополнениями, наводит на мысль об эффективности использования здесь геоинформационных технологий (к сожалению, термин ГИС давно и прочно задействован в отрасли: ГИС - геофизические исследования в скважинах). Следует также отметить, что геология, как научно-производственная отрасль - далеко не новичок в использовании информационных технологий. В ней применяется около ста видов тематических карт, а средства вычислительной техники и специализированные программные системы начали здесь использоваться в производственном режиме (в первую очередь, для обработки данных гео­физических методов разведки) более 35 лет назад.

**2.9.2.ГИС в Бизнесе**

Прежде чем рассматривать приложения ГИС в бизнесе, попытаемся охарактеризовать саму предметную область, выделить ее среди многих других сфер применения ГИС технологии. Правда, сделать это будет не так уж и просто, поскольку понятие бизнеса в широком смысле охватывает значительную часть видов человеческой активности, является одним из путей, через которые люди стремятся реализовать свои способности и найти свое место в жизни. Итак, что же такое бизнес? Понятие «Бизнес» довольно расплывчатое и, в то же время, всеобъемлющее. Не претендуя на точное полное определение, попробуем выделить его, с нашей точки зрения, основные черты. Итак, под бизнесом может пониматься любая деятельность, направленная на получение прибыли (в принципе в слове «нажива» тоже нет ничего отрицательного, хотя в нашем понимании оно все же имеет некий негативный смысл. А, по сути, нажива - это то, что человек получает на жизнь, благодаря своей собственной активности, приложению своих сил, знаний и умений. Кстати, в наших современных словарях трактовка этого понятия практически не изменилась, только слово «нажива» заменено на «доход» или «прибыль»). А люди, которые вовлечены в эту деятельность - бизнесмены - по сути, просто являются людьми, занимающимися делом (деловыми людьми).

И все же бизнес - это более узкое понятие, чем деятельность или работа. Оно характеризует предпринимательскую деятельность, под которой преимущественно понимается деятельность в частном секторе экономики. Это и деятельность частных предпринимателей (так называемая индивидуальная трудовая деятельность), и деятельность частных компаний, и деятельность акционерных компаний и обществ. То есть, бизнесом с большим или меньшим успехом занимаются и отдельные граждане («каждый делает свой маленький бизнес» - так раньше говорили), и международные корпорации, раскинувшие свои щупальца, «сосущие соки» со всего мира и, в то же время, обеспечивающие рабочие места и, обычно, неплохие заработки десяткам и сотням тысяч людей.

Пожалуй, напрямую к сфере бизнеса нельзя отнести только деятельность государственных учреждений и организаций, которые, как нам говорят, существуют на средства, получаемые от сбора налогов, хотя и здесь не все однозначно. Взять, например, такие государственные инициативы, как лотереи и подобные им мероприятия. Особая статья - банки и другие фи­нансовые учреждения. В нашем сознании банковская деятельность напрямую связана, а зачастую может быть синонимом, аналогом (или как это называется у знатоков языкознания) понятия бизнеса. Стоит также упомянуть общественные некоммерческие, например, экологические, организации, как правило, не ставящие основной целью получение прямых доходов от своей деятельности.

С ГИС вы можете достичь значительно большего, чем просто отобразить ваши данные на карте. ГИС объединяет средства обычных пакетов картографического отображения, функции тематического представления информации на основе привязки табличных данных к адресам и улицам, возможности анализа географических местоположений с учетом дополнительной информации по находящимся в этих местах объектам. Эта технология связывает воедино инструменты графического отображения, работу с электронными таблицами, базами и хранилищами данных. Функции пространственного анализа позволяют, например, с помощью ГИС решить, где следует открыть новый магазин, аптеку или отделение банка, основываясь на новых демографических данных и планах развития города. Вы можете сразу получить нужную информацию об объекте, щелкнув на нем на электронной карте, либо создать и отобразить карту на основе информации, выбранной в базе данных. Причем связь карты с данными динамическая. Созданные вами карты не привязаны к отдельному моменту времени. В любой момент Вы можете обновить информацию, привязанную к карте, и внесенные изменения автоматически отразятся на карте. И для этого не нужно специальной подготовки.

Теперь ГИС, больше чем когда-либо, означает реальный бизнес. Ее внедрение приносит доход и, порой, немалый. Мно­гонациональных корпорации и малые предприятия, магазины и больницы, риэлторские фирмы и транспортные предприятия, страховые обществ и предприятия энергетического комплекса, телефонные и телекоммуникационные фирмы - самые разные компании все чаще используют возможности географического анализа для решения свои деловых задач.

**2.9.3.Связь и ГИС**

Связь правит современным миром. Мы постоянно ощущаем это, нас окружают сети и устройства связи, невидимые волны пронизывают эфир, Интернет раскинул свою паутину по всему миру - и все это многообразие охватывает одно современное понятие - телекоммуникации.

Телекоммуникации сейчас представляют один из наиболее динамичных и быстро растущих сегментов рынка для распространения геоинформационных технологий. Так обстоит дело во всем мире, и у нас эта тенденция тоже уже проявляется достаточно ярко. Причину этого явления, сферы применения и типичные задачи, которые помогает решить ГИС технология в этой области -вот вопросы, которые мы хотели бы здесь кратко рассмотреть. Во второй части раздела, посвященного телекоммуникациям, приведен ряд статей с примерами применения ГИС в данной области в разных странах.

Вся сфера телекоммуникаций с точки зрения применения ГИС принципиально делится на две области, которые различаются с позиции ГИС больше, чем, например, водопроводные и электрические сети в области инженерных коммуникаций. Из этих двух областей первая имеет дело с покрытием территории радиосигналом и, часто, с подвижными абонентами. Это транковая радиосвязь и сотовая телефония. Вторая область имеет дело с линейными объектами - физически, в явном виде, существующими сетями, соединяющими, как правило, неподвижных клиентов. Это и магистральные линии связи, на каких бы принципах они не были построены, и обычная телефония, образующая сложнейшие по конфигурации и количеству элементов сети. Первая из названных областей имеет особую специфику с точки зрения применения ГИС. И, одновременно, это именно та область, где ГИС технологии сегодня внедряются наиболее активно. Вторая область с точки зрения использования ГИС технологий имеет много общего с другими инженерными сетями. Хотя и в ней, разумеется, имеется определенная специфика, например, гораздо большая сложность устройств коммутации, очень динамичное состояние сети, высокая степень использования компьютерных технологий.

**2.9.4.ГИС в Военных технологиях**

Одной из существующих и перспективных областей применения ГИС является военная область, под которой подразумеваются приложения не только для частей Министерства обороны, но и для других силовых структур. Для нашей страны это: Министерство Обороны (разведка, топографическая служба, виды и рода войск), МВД, Пограничные войска, МЧС, ФСБ. Несмотря на разницу в задачах этих организаций, их организационной струк­туры и т.д., все они работают с картографической информацией, причем не только с целью просмотра, но и ее анализа. Топографическая служба, кроме того, занимается еще созданием и обновлением самой картографической основы.

Немаловажным также является тот факт, что многие из задач, прежде специфичных и уникальных только для военной области, теперь находят параллели на гражданском рынке. Например, задачи взаимной видимости, анализа движения по пересеченной местности, анализа и обработки изображений с высоким разрешением, чрезвычайно актуальны в исследовании окружающей среды, нефтяном и газовом секторах. Изображения высокого разрешения, ранее доступные только военным, все чаще и чаще находят самое обширное коммерческое применение.

Сейчас ГИС-технологии широко используются для представления в компьютерном виде, хранения и дальнейшего использования графической геологической информации: различных видов карт геологического содержания и топоосновы, планов, геологических разрезов, данных дистанционного зондирования Земли и др. ГИС-технологии обеспечивают эффективные средства для решения задач во всех областях хранения, обработки и использования пространственной информации. Они являются основными инструментами для создания цифровых моделей (ЦМ) карт, разработки ГИС-приложений, для обеспечения управления информационными ресурсами и организации доступа к геоданным.

**2.9.5.ГИС и транспорт**

Географические информационные системы (ГИС) - это успешно развивающаяся информационная технология, эффективно применяющаяся во многих отраслях, в том числе и на транспорте. При этом у транспортных ГИС есть одна важная особенность - самый широкий круг пользователей, которым нужна транспортная информация. Это сами дорожники, то есть те, кто создает и поддерживает транспортные сети в рабочем состоянии. Это те, кто осуществляет перевозки по транспортным артериям. Это и все мы, поскольку пользуемся транспортом для проезда. И всем нам, рядовым пассажирам и водителям, профессионалам перевозок и обслуживания дорог, нужна информация о транспортных сетях и объектах.

В результате столь массового спроса транспортная информация является очень ценным ресурсом. Но при этом оказывается, что хотя в целом потребность в такой информации высока, реально лишь немногие из потенциальных пользователей способны оплатить создание больших объемов данных о транспортных сетях. Действительно, каждому из нас нужны карты дорог, транспортные схемы на большие территории. Но ни частные лица, ни небольшие компании не в состоянии самостоятельно провести сбор информации и создать собственные базы данных по дорогам на обширную территорию. Такое под силу только крупным компаниям и, прежде всего, государству, собирающему налоги со всех нас, в том числе и на развитие транспорта. То есть, на государственном уровне должна быть служба, обладающая актуальной базой детальных данных по транспортной сети стра­ны и предоставляющая эту информацию всевозможным потребителям.

В Северной Америке и Европе уже давно созданы такие базы данных, и они широко доступны.

**Глава 3. ГИС-технология «Компас-2».Краткая характеристика ГИС «Компас-2». Назначение, содержание сферы применения.**

Компас2 – это сетевая система для представления, моделирования и анализа географической информации

(COMPASS: Cartography Online Modeling, Presentation and Analysis System)

Функциональные возможности системы КОМПАС 2:

публикация географической информации (ГИ) в сетях Интернет и Интранет

простота актуализации тематических показателей базы данных ГИ

визуализация пространственных свойств многослойной ГИ

комплексный интерактивный картографический и когнитивно-графический анализ ГИ

интуитивно понятные методы извлечения существенной информации из ГИ

поддержка принятия решения на основе интерактивного представления и многомерного анализа ГИ

Области применения КОМПАС 2: экономика, социология, демография, политика, бизнес, администрирование, экология.

Представление, анализ и поддержка принятия решений в системе COMPASS 2:

Визуализация многослойных векторных данных: полигонов, линейных и точечных объектов.

Построение гистограммы и группировка регионов России по произвольным интервалам значений индикатора. Регионы со значениями индикатора в выбранном интервале подсвечиваются на карте.

Круговые диаграммы показывают соотношение значений индикатора по странам, выделенным на карте, и соотношение суммарного значения индикатора для выбранных стран к сумме по всем странам мира.

Разбиение стран по комплексу индикаторов на 2 класса (зеленый и синий тон).

Интерактивное представление, анализ ГИ и поддержка принятия решений обеспечиваются следующими средствами:

Картографические и графические операции:

выявление образа пространственного распределения значений индикатора с помощью раскраски и вида представления географических объектов карты

вывод информации для выбираемых на карте географических объектов: значение индикатора, таблица, текст, URL

выбор на карте прецедентов географических объектов для аналитических операций

построение гистограммы и интерактивная группировка объектов по произвольным интервалам значений индикатора

сопоставление географических объектов с помощью круговых и столбчатых диаграмм

подсветка релевантных данных в окнах визуализации и анализа ГИ

изменение масштаба и сдвиг карты

подготовка отчета в виде HTML документа

Аналитические операции (анализ объектов по комплексу свойств):

построение карт сходства объектов карты с выбираемыми прецедентами по произвольному набору индикаторов

классификация объектов карты по сходству с двумя группами прецедентов по произвольному набору индикаторов

COMPASS 2 реализован по схеме клиент-сервер на языке Java. Arc View shape формат используется для картографической информации, формат DBF используется для табличной атрибутивной информации. Для описания структуры и представления картографических и атрибутивных данных используется язык XML.

**ГИС «Компас2»**

**Блок-схема структуры ГИС «Компас-2»**

**Экономические показатели**

## Атрибутивная

## Города

Территориально-экономические районы (11 карт)

Железные дороги

Графическая информация

# **Кадастровая информация**

**Глава 4. Разработка варианта кадастра памятников России. Привязка его к ГИС «Компас-2».**

Для создания кадастра памятников, описания памятников были сведены в единую систему. Проанализировав описания памятников были выявлены основные параметры которые известны. Это-

Дата постройки, создания.

Место.

Архитектор, создатель, заказчик.

Стиль.

Материал.

Функция.

Чьё фото.

Перестройки.

Почти у всех памятников были известны: Мастера, Местоположение, Период возведения, Стиль. Главное меню состоит из этих 5 характеристик.



Была разработана общая форма для описания памятника(стиль, вид, информация).

Так как ГИС «Компас-2» сделана в HTML-формате, программа кадастра тоже выполнена в HTML-формате. ГИС «Компас-2» использует «Internet Explorer», кадастр тоже. Это сделано для того чтобы не переключатся во время работы между программами и не загромождать «Рабочий стол» окнами.

Для привязки ГИС «Компас-2» оказалось возможным только вставить кнопку «Кадастр памятников», т.к. « исходники» закрыты (не возможно что то менять в программе).

**ГИС «Компас2»**

**Атрибутивная**

**По экономическим показателям**

Графические данные кадастровой информации

## Города

Железные дороги

**11 карт**

По территориально-экономическим районам

# **Кадастровая информация**

**Кадастр памятников России**

**Глава 5. Защита данных в ГИС.**

Бурное распространение геоинформационных систем на западе обусловлено в значительной степени наличием большого количества готовых ГИС-данных, созданных как в рамках государственных программ внедрения и сопровождения ГИС, так и на коммерческой основе. В нашей стране положение пока иное. За редкими исключениями практически полностью отсутствуют общедоступные данные в удобных для использования цифровых форматах, что зачастую сдерживает интерес к ГИС и возможность получения быстрой отдачи от проектов, в основу которых положено использование этой технологии.

Зачастую проект начинается с ввода необходимых данных, имеющихся только в виде твердых копий карт, чертежей и других документов. Создание и выверка ГИС-данных, поддержка их актуальности, требуют значительных средств, что сказывается на темпах создания базы геоданных и ее конечном объёме. При этом нередко случается дублирование одинаковых данных, создаваемых разными организациями независимо друг от друга. Это, естественно, приводит и к удорожанию данных. На объёме создания и распространения данных сказывается также и проблема "пиратства", т.е. нелегальное распространение таких данных. Кроме этого, существует и проблема несанкционированного доступа к данным.

До сегодняшнего дня проблема "излишнего" распространения данных решалась, в основном, организационными методами, либо использованием возможностей разграничения доступа на программном уровне (например, средствами операционной системы или СУЩ). В данной заметке мы хотим обратить Ваше внимание на относительно новый способ защиты данных - использование электронных ключей.

Аппаратно для такой защиты требуется только ключ и его установка в порт компьютера. Приобретения другой аппаратуры или техники не требуется. Защита (шифрование) данных осуществляется с привязкой, как к конкретному ключу, так и к группе ключей, и представляет собой отдельную процедуру подготовки данных. Защитить можно файлы всех типов, содер­жащие любую информацию, части файлов защитить нельзя. Например, при работе с ArcView GIS 3.0, можно защитить отдельный файл покрытия, покрытие целиком, шейп-файлы, чертежи AutoCAD, файлы растровых изображений, файлы привязки растровых изображений, файлы баз данных, текстовые файлы, файлы проектов, временные файлы (создаваемые во время работы ArcView и удаляемые при его закрытии).

При использовании СУБД защищаются файлы таблиц, индексные файлы, файлы Memo-полей и полей с двоичной информацией, тексты программ, временные файлы. Имеется возможность защитить файлы разных версий MS Access, MS Word, MS Excel, MS PowerPoint. Одним ключом можно защитить любое количество файлов, в любой их комбинации, ис­пользуемых одновременно несколькими приложениями. Тип шифруемых данных указывается заданием имён файлов и каталогов, в которых они размещены, причём, при их указании допускается применение стандартных масок DOS.

Защищённые данные можно прочитать только при наличии соответствующего ключа. При этом допускается изменение и создание новых зашифрованных файлов. Если ключ отсутствует, то приложение, попытавшееся обратиться к зашифрованным данным, не сможет распаковать их.

Принципиальное ограничение по использованию защиты данных с помощью электронных ключей накладывает обязательная процедура авторизации приложения, необходимая для запуска дешифрирующего драйвера, и выполняемая только средствами самого приложения. То есть используемое приложение должно иметь возможность выполнять процедуры из динамически подключаемых библиотек (DLL). Следовательно, либо оно должно иметь какой-то свой макроязык или свою среду разработки программ, либо нужно иметь исходный код этого приложения, чтобы можно было добавить в него авторизацию. Даже если ключ имеется в системе, неавторизованное приложение не сможет использовать данные. Таким образом, зашифрованные данные можно использовать даже по открытым линиям связи и в локальных сетях.

В настоящий момент дешифрирующее программное обеспечение разработано только под Windows 95. Соответственно, и использование защищённых данных возможно только под управлением этой операционной системы. В данный момент разрабатывается ПО для Windows NT 4.0 (где, кстати, имеются собственные средства разграничения доступа - прим. Редакции ARCREVIEW).

В зависимости от того, служит ли ключ для защиты данных на локальной машине или в сети, а если в сети, то на сколько рабочих мест, изменяется и стоимость защиты данных.

В настоящее время данный способ защиты успешно работает в ГИС семейства ARC/INFO, в частности, в ArcView. Работа может выполняться одновременно как с обычными данными, так и с зашифрованными.

При работе с защищёнными данными не отмечено заметного снижения производительности программного обеспечения, независимо от типа защищаемых данных. Не замечены проблемы с другими устройствами и ключами, также подключёнными к параллельному порту компьютера.

В комплект поставки входит программное обеспечение для шифрования данных, описание этапов шифрования данных и работы с зашифрованными данными, необходимое количество электронных ключей. Возможен заказ дополнительных ключей без покупки шифрующего ПО.

В настоящее время мы можем предложить защиту конкретных объёмов данных и поставку технологии защиты, включая тексты дешифрирующих скриптов для ArcView, макросов и программ для различных СУБД, MS Office 95 и MS Office 97.

**Заключение**

Во время создания кадастра памятников России и привязки его к ГИС «Компас-2», я изучил возможности, функции ГИС «Компас-2», а также возможность использования его для создания различных видов природных кадастров.

Компас-2 – это сетевая система для представления, моделирования и анализа географической информации

Функциональные возможности системы КОМПАС 2:

публикация географической информации (ГИ) в сетях Интернет и Интранет

простота актуализации тематических показателей базы данных ГИ

визуализация пространственных свойств многослойной ГИ

комплексный интерактивный картографический и когнитивно-графический анализ ГИ

интуитивно понятные методы извлечения существенной информации из ГИ

поддержка принятия решения на основе интерактивного представления и многомерного анализа ГИ

COMPASS 2 реализован по схеме клиент-сервер на языке Java. Arc View shape формат используется для картографической информации, формат DBF используется для табличной атрибутивной информации. Для описания структуры и представления картографических и атрибутивных данных используется язык XML.

Программа Компас-2 удобна для представления, моделирования и анализа географической информации. Хорошо подходит для таких областей как: экономика, социология, демография, политика, бизнес, администрирование, экология, и многие другие.

Усовершенствовать программу предлагаю следующим образом:

Полностью русифицировать программу

Добавить функциональную возможность создания дополнительных слоёв в ГИС.

Ввести в слои возможность наложения координатной сетки (тем самым облегчить нанесение объектов).

В случае с кадастром памятников было бы удобно вводить координаты памятников и определять в дальнейшем их местоположение.

Была Создана инструкция пользователя по ГИС «Компас-2» для использования её в учебном процессе в курсе ГИС. Разработаны варианты заданий с ответами для лучшего понятия работы с ГИС.

Результат проделанной работы может быть применён:

в Гос.Думе как дополнение к «Компас-2» (эта ГИС-технология в настоящее время там применяется), или других государственных ведомствах

в учебном процессе, в качестве наглядного пособия по памятникам истории, архитектуры, природы, как всей России так и отдельно взятой области.

**Приложение**

Южно-Уральский государственный университет

**Compass2**

**(Инструкция пользователя)**

Копалов К.Д.

# Челябинск 2003

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. Введение
2. Функции

## Перечень поддерживаемых функций

## Управление слоями и выбор текущего индикатора

## Масштабирование и навигация

## Легенда

1. Режимы

## Режим "Explore"

## Режим "Compare"

## Режим "Compare with value"

## Режим "Grouping"

## Режим "Similarity"

## Режим "Membership"

## Режим "Report"

7. Заключение

1. ВВЕДЕНИЕ

Компас2 – это сетевая система для представления, моделирования и анализа географической информации

(COMPASS: Cartography Online Modeling, Presentation and Analysis System)

Функциональные возможности системы КОМПАС 2:

* публикация географической информации (ГИ) в сетях Интернет и Интранет
* простота актуализации тематических показателей базы данных ГИ
* визуализация пространственных свойств многослойной ГИ
* комплексный интерактивный картографический и когнитивно-графический анализ ГИ
* интуитивно понятные методы извлечения существенной информации из ГИ
* поддержка принятия решения на основе интерактивного представления и многомерного анализа ГИ

Области применения КОМПАС 2: экономика, социология, демография, политика, бизнес, администрирование, экология.

Представление, анализ и поддержка принятия решений в системе COMPASS 2:

1. Визуализация многослойных векторных данных: полигонов, линейных и точечных объектов.
2. Построение гистограммы и группировка регионов России по произвольным интервалам значений индикатора. Регионы со значениями индикатора в выбранном интервале подсвечиваются на карте.
3. Круговые диаграммы показывают соотношение значений индикатора по странам, выделенным на карте, и соотношение суммарного значения индикатора для выбранных стран к сумме по всем странам мира.
4. Разбиение стран по комплексу индикаторов на 2 класса (зеленый и синий тон).

Интерактивное представление, анализ ГИ и поддержка принятия решений обеспечиваются следующими средствами:

1. Картографические и графические операции:
   * выявление образа пространственного распределения значений индикатора с помощью раскраски и вида представления географических объектов карты
   * вывод информации для выбираемых на карте географических объектов: значение индикатора, таблица, текст, URL
   * выбор на карте прецедентов географических объектов для аналитических операций
   * построение гистограммы и интерактивная группировка объектов по произвольным интервалам значений индикатора
   * сопоставление географических объектов с помощью круговых и столбчатых диаграмм
   * подсветка релевантных данных в окнах визуализации и анализа ГИ
   * изменение масштаба и сдвиг карты
   * подготовка отчета в виде HTML документа
2. Аналитические операции (анализ объектов по комплексу свойств):
   * построение карт сходства объектов карты с выбираемыми прецедентами по произвольному набору индикаторов
   * классификация объектов карты по сходству с двумя группами прецедентов по произвольному набору индикаторов

COMPASS 2 (<http://www.iitp.ru/projecst/geo>) реализован по схеме клиент-сервер на языке Java. Arc View shape формат используется для картографической информации, формат DBF используется для табличной атрибутивной информации. Для описания структуры и представления картографических и атрибутивных данных используется язык XML.

2. Функции

Система предназначена для представления на карте пространственных и временных характеристик территориальных объектов (полигонов, линий, точек) и комплексного анализа географических данных. Дружественный интерфейс, простота подготовки и представления географических данных, интуитивно понятные средства исследования комплексных свойств объектов делают систему доступной для широкого круга пользователей: производителей, поставщиков и потребителей данных.

Управление картой:

* "Layers" - работа со слоями;
* "Zoom" - масштабирование и навигация;
* "Legend" - легенда.

Режимы работы:

* "Explore" – получение информации
* "Compare"
* "Compare with value"
* "Grouping"
* "Similarity"
* "Membership"
* "Report"

## Перечень поддерживаемых функций

### Операции с картой:

* отображение пространственного и временного распределения исследуемого свойства регионов посредством раскраски карты в соответствии со значениями выбранного индикатора;
* отображение пространственного и временного распределения исследуемого свойства городов посредством раскраски, изменения размеров и вида их обозначений на карте;
* выбор на карте географического объекта для вывода таблицы значений всех индикаторов;
* выбор на карте прецедентов географических объектов для комплексного сравнительного анализа и построения круговых и столбчатых диаграмм;
* управление слоями карты.
* поиск географического объекта на карте по его названию;
* изменение масштаба и сдвиг карты;
* построение легенды карты.

### Графические операции

* построение круговых и столбчатых диаграмм для подмножеств индикаторов и географических объектов.
* создание html-копии окон программы: карта, легенда закраски, диаграммы.

### Аналитические операции:

* сравнение значений индикаторов всех географических объектов карты с некоторым заданным опорным значением;
* объединение географических объектов в группы посредством разбиения всего диапазона значений выбранного индикатора на несколько произвольных интервалов;
* оценивание сходства всех географических объектов карты с выбранными эталонными объектами (прецедентами) по произвольному набору свойств.

## 3.Управление слоями и выбор текущего индикатора

Вкладка "Layers" управляющей панели содержит перечень составляющих карту слоев, для каждого слоя выводится список индикаторов, связанных с объектами карты.

Карта состоит из набора слоев, в каждый момент времени активным может быть только один слой: именно над объектами этого слоя и производятся все операции (подсветка, выбор, поиск, смена текущего индикатора и т. д.). Для выбора активного слоя нужно произвести щелчок левой кнопкой мыши на его названии.

Управление видимостью слоя осуществляется щелчком на значке в виде глаза, расположенном слева от названия слоя. При отключении видимости слоя список его индикаторов сворачивается, при включении - восстанавливается.

Примечание: видимость активного слоя отключена быть не может.

Выбранный индикатор активного слоя преобразуется в параметр визуализации, позволяющий оценить значение индикатора для каждого объекта (цвет закраски, форма и размер значка, толщина линии). Смена текущего индикатора может быть произведена только для активного слоя путем выбора его в списке.

## 4. Масштабирование и навигация

В верхней части данной панели расположен переключатель, позволяющий выбрать одно из двух средств управления видимостью карты:

* "Zoom the Map" - выбора фрагмента для просмотра. Необходимо с помощью мыши определить прямоугольник, ограничивающий фрагмент для просмотра: нажать левую кнопку в той точке, которая соответствует верхней левой точки ограничивающего прямоугольника, и, не отпуская кнопки, "растянуть" прямоугольник так, чтобы он охватывал весь фрагмент;
* "Pan the Map" - сдвиг карты без изменения масштаба. Необходимо при нажатой левой кнопке мыши перемещать курсор в нужном направлении.

Кроме того, на панели имеются 3 кнопки:

* "Zoom in" (увеличение масштаба) - увеличивает с фиксированным множителем отображение на экране участка карты;
* "Zoom out" (уменьшение масштаба) - уменьшает отображение;
* "Full Extent" - после изменения масштаба может использоваться для восстановления всей карты в окне.

## 5. Легенда (вкладка "Legend" управляющей панели)

Данная вкладка не содержит элементов управления и выводит информацию о параметрах визуализации, используемых при отображении каждого слоя карты, и их зависимости от значений выбранных индикаторов

6. Режимы

## Режим "Explore"

### Получение информации об объектах

При перемещении курсора мыши по полю карты производится подсветка того объекта активного слоя, который максимально приближен к курсору. При этом значения всех индикаторов подсвеченного объекта выводятся в виде таблицы, выбранный индикатор выделяется красным. Подсветку объекта можно зафиксировать, нажав на правую кнопку мыши. Для снятия фиксации необходимо произвести повторное нажатие в произвольном месте карты.

### Поиск объекта на карте

При выборе объекта в комбинированном списке или при непосредственном наборе его идентификатора в текстовом поле ввода с последующим нажатием кнопки "Find" объект подсвечивается на карте, причем подсветка фиксируется. Снятие фиксации - нажатие правой кнопкой мыши в произвольном месте карты.

[(задание и решение)](задания/рпаао.doc)

## Режим "Compare"

Реализует построение круговых и столбчатых диаграмм для выбранного подмножества объектов. Части диаграмм, относящиеся к отдельным регионам, кодируются цветом. Выбор объекта осуществляется нажатием не нем левой кнопки мыши, при этом объект помечается значком в виде квадратика. Повторное нажатие убирает метку и отменяет выбор объекта. Нажатие кнопки "Reset" очищает список выбранных объекта.

### Доступные опции

1. Вычисление:
   * "Relative values" - круговая диаграмма показывает относительные доли выбранных регионов в суммарном их значении для выбранного подмножества объектов;
   * "Sum values" - круговая диаграмма показывает долю выбранных объектов от суммарного значения заданного индикатора по всем объектам.
2. Тип диаграммы:
   * "Bar chart" - столбчатая диаграмма;
   * "Pie chart" - круговая диаграмма.

[(задание и решение)](задания/Compare.doc)

## Режим "Compare with value"

Позволяет просмотреть величины отклонений индикаторов объектов от некоторого выбранного опорного значения, установка которого производится:

* с помощью слайдера - либо щелчком ЛКМ на его внутренней области (при этом бегунок перемещается в точку нажатия), либо щелчком на самом бегунке и его перетаскиванием при нажатой ЛКМ;
* путем ввода значения в текстовом поле "Base value" с последующим нажатием кнопки "Update";
* при выборе объекта на карте (щелчок левой кнопкой мыши) в качестве опорного принимается значение индикатора для данного объекта;

При установке флажка "Percentage" значения отклонений рассчитываются в процентах.

[(задание и решение)](задания/Compare%20with%20value.doc)

## Режим "Grouping"

В этом режиме используется слайдер, позволяющий разбивать диапазон значений на произвольное количество интервалов и изменять их границы. При щелчке ЛКМ на внутренней области слайдера добавляется новый бегунок, являющийся границей интервала. Количество добавляемых бегунков (а следовательно, и интервалов) может быть произвольным.Для изменения значения границы интервала нужно произвести щелчок ЛКМ непосредственно на бегунке, и, не отпуская клавишу, перемещать его. При перемещении до упора в соседний бегунок текущий будет удален.

Над слайдером выводится диаграмма. Количество ее столбцов соответствует числу интервалов, на которые разбит весь диапазон значений. Высота каждого столбца диаграммы пропорциональна количеству объектов выбранного слоя, у которых значение текущего показателя попадает в соответствующий интервал. Количество объектов в интервале выводится непосредственно над столцом диаграммы. При выделении курсором мыши одного из интервалов слайдера (при этом его границы окрашиваются желтым) на карте производится подсветка всех объектов, попавших в выделенный интервал.

При установке флажка "Classify" каждому интервалу слайдера ставится в соответствие некоторый цвет, который используется для отрисовки соответствующего столбца диаграммы и всех объекты слоя, принадлежащих данному интервалу.

При нажатии кнопки "Reset" слайдер возвращается в исходное состояние - все бегунки удаляются.

[(задание и решение)](задания/Grouping.doc)

## Режим "Similarity"

Предназначен для анализа сходства с набором эталонных объектов на основе измерения расстояний между ними по выбираемому пользователем ряду индикаторов. При этом каждый индикатор нормируется по среднеквадратическому отклонению значений всех представленных объектов. После нормировки все свойства выражаются безразмерными величинами с единичными среднеквадратичными отклонениями. Расстояние между объектами измеряется в долях среднеквадратичного отклонения. Если расстояние между объектами больше заданного пользователем радиуса, то такие объекты считаются несравнимыми. Расстояния между парой объектов в системе может вычисляться двумя способами: как максимальная по абсолютной величине разность между значениями нормированного свойства объектов (метрика С) и как квадратный корень от суммы квадратов разностей значений по всем выбранным свойствам (евклидова метрика L2).

Таким образом, сходство двух объектов определяется расстоянием между ними: при нулевом расстоянии сходство максимально и равно 1. По мере увеличения расстояния до заданного радиуса сходство линейно убывает до 0., Если расстояние больше заданного радиуса, сходство равно 0. Можно измерять аналогию по отношению к одному объекту или к совокупности объектов. Во втором случае сходство объекта определяется по минимальному расстоянию среди всех анализируемых объектов.

Выбор эталонных объектов производится путем нажатия левой кнопки мыши, повторное нажатие отменяет выбор. Нажатие кнопки "Reset" очищает список выбранных регионов. Выбор индикаторов производится из их списка. По мере выбора (отмены выбора) объектов и индикаторов карта обновляется.

### Доступные опции

1. Выбор метрики:
   * Max - максимальная абсолютная разность для нормированных по среднеквадратическим отклонениям (СКО) индикаторов;
   * L2 - евклидова метрика.
2. Задание радиуса (порогового значения для измерения сходства в долях СКО): в текстовом поле вводе с меткой "Radius" введите новое значение и нажмите кнопку "Update"

[(задание и решение)](задания/рпаао.doc)

## Режим "Membership"

Предназначен для анализа сходства с двумя наборами эталонных объектов. Сходство определяется расстоянием между объектами и равно 1(-1) в случае максимальной приближенности к эталонным объектам первого (второго) классов. Для выбора эталонных объектов первого (второго) класса переключатель "Selection" должен быть установлен в положение "First Class" ("Second Class"). Остальные опции аналогичны режиму "Similarity"

[(задание и решение)](задания/рпаао.doc)

## Режим "Report"

Создание html-копии окон программы: карта, легенда закраски, диаграммы. При нажатии кнопки "Print" отчет отображается в новом окне браузера, команды которого могут быть использованы для:

* печати отчета (меню "Файл" -> "Печать");
* сохранения отчета (меню "Файл" -> "Сохранить как")
* внедрения отчета в документы, открываемые в других программах:
  + путем копирования отчета с последующей его вставкой в другой документ. Например, для внедрения отчета в документ Microsoft Word или Microsoft Excel: в окне броузера выделите весь отчет (Ctrl+A), скопируйте его (Ctrl+C), перейдите в окно документа, в который необходимо вставить отчет и нажмите Ctrl+V;
  + путем сохранения отчета в файле с последующей вставкой полученного файла в другой документ - например, в презентацию Power Point: в окне броузера сохраните отчет (меню "Файл" -> "Сохранить как"), перейдите в окно Power Point и произведите вставку из файла (меню "Вставка" -> "Из файла")

При нажатии кнопки "Edit Report" html-код отчета становится доступен в окне текстового редактора и может быть изменен.

7.Заключение

Программа COMPASS2 удобна для представления, моделирования и анализа географической информации. Хорошо подходит для таких областей как: экономика, социология, демография, политика, бизнес, администрирование, экология и многие другие.

Усовершенствовать программу предлагаю следующим образом:

* Полностью русифицировать программу
* Добавить функциональную возможность создания дополнительных слоёв в ГИС
* Ввести в слои возможность наложения координатной сетки (тем самым облегчить нанесение объектов)

Например добавить слой «Памятники России», было бы очень удобно вводить координаты памятников и определять в дальнейшем их местоположение.

|  |  |
| --- | --- |
| [**КНИЖНЫЙ МАГАЗИН**](http://учебники.информ2000.рф/chitai.shtml) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| [**ТОВАРЫ для ХУДОЖНИКОВ и ДИЗАЙНЕРОВ**](http://учебники.информ2000.рф/kar.shtml) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| [**АУДИОЛЕКЦИИ**](http://учебники.информ2000.рф/lectr.shtml) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| [**IT-специалисты: ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ**](http://учебники.информ2000.рф/otu.shtml) |  |

|  |  |
| --- | --- |
| [**ФИТНЕС на ДОМУ**](http://учебники.информ2000.рф/fit1.shtml) |  |