

Лекция 1. Введение в геоинформационные технологии

Геоинформация – основная составляющая ГИС:

- используется при решении задач территориального управления на различных уровнях;
- обеспечивает функционирование отраслей и отдельных предприятий;
- используется для долгосрочного планирования экономического и социального развития территорий, прогнозирования кризисных ситуаций и процессов;
- применяется в средствах массовой информации, Интернете, справочных и образовательных системах.

Геоинформационные системы - основное средство получения и обработки геоинформации в современных условиях.

Определения понятия «геоинформационная система» с точки зрения различных подходов.

ГИС – информационная система, обеспечивающая сбор хранение, обработку, доступ, отображение и распространения пространственно-координированных данных – **технологический подход**.

ГИС – информационная система, предназначенная для анализа геопространства и управления его развитием на основе создаваемых и сохраняемых моделей с учетом пространственно-временных факторов – **прикладной подход**.

ГИС – программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных, интеграцию данных, информации и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальной организацией общества – **информационно-прикладной подход**.

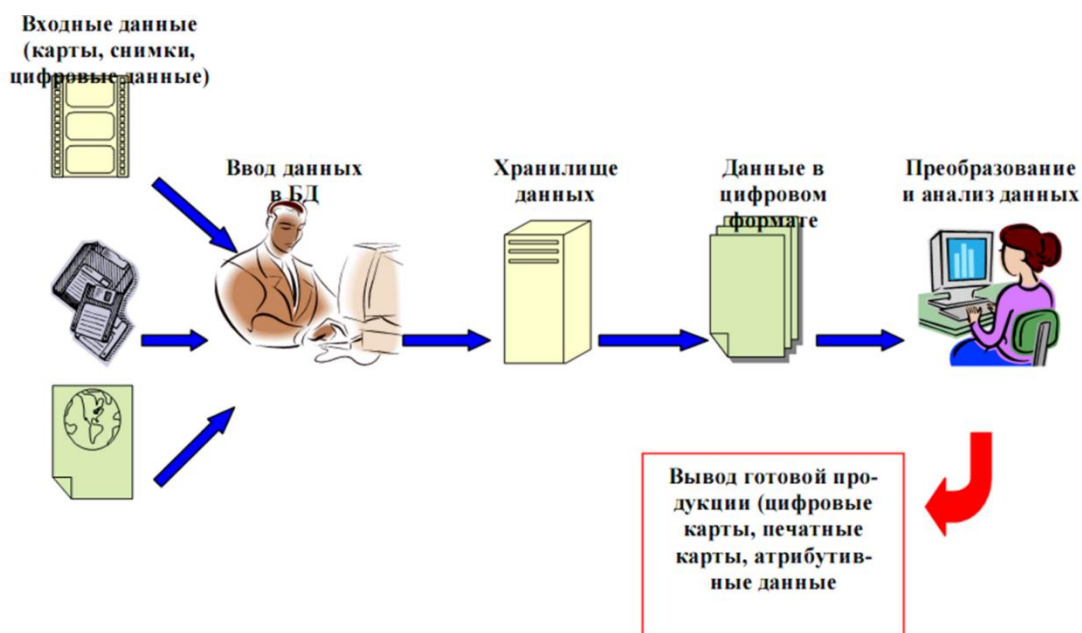


Рис. 1.1. Процесс работы с ГИС

Пространственный объект – цифровое представление объекта реальности, содержащее его местоположение и набор свойств (характеристик, атрибутов).

Различают пространственные объекты:
точечные;
линейные;
полигональные;
поверхности.



Рис. 1.2. Организация информации в ГИС



Рис. 1.3. Организационная структура данных в ГИС

Состояние работ по геоинформационному картографированию в Республике Беларусь

С помощью геоинформационных систем и технологий решается множество задач, связанных с анализом и обработкой пространственно-атрибутивных данных практически во всех областях человеческой деятельности: политика и экономика, наука и образование, здравоохранение и экология, оборона и охрана общественного порядка, управление и планирование. Одним из приоритетных направлений применения ГИС, с которого собственно и началось их внедрение, является сфера землеустройства и земельного кадастра.

Для обеспечения работы с данными землеустройства и земельного кадастра Республики Беларусь предназначена геоинформационная составляющая в виде Земельно-информационной системы (ЗИС).

Кодекс Республики Беларусь «О земле» дает следующее определение ЗИС: земельно-информационная система Республики Беларусь – это комплекс программно-технических средств, баз пространственно-атрибутивных данных, каналов информационного обмена и других ресурсов, обеспечивающий автоматизацию накопления, обработки, хранения и предоставления сведений о состоянии, распределении и использовании земельных ресурсов в электронном виде, в том числе средствами геоинформационных технологий (ст. 1 Кодекса).

Статьей 79 Кодекса определено, что информационное обеспечение и автоматизация землеустройства осуществляются средствами земельно-информационной системы, создание и ведение земельно-информационной системы осуществляются за счет средств республиканского бюджета.

Кодекс Республики Беларусь «О земле» дает следующее определение ЗИС: земельно-информационная система Республики Беларусь – это комплекс программно-технических средств, баз пространственно-атрибутивных данных, каналов информационного обмена и других ресурсов, обеспечивающий автоматизацию накопления, обработки, хранения и предоставления сведений о состоянии, распределении и использовании земельных ресурсов в электронном виде, в том числе средствами геоинформационных технологий (ст. 1 Кодекса).

Статьей 79 Кодекса определено, что информационное обеспечение и автоматизация землеустройства осуществляются средствами земельно-информационной системы, создание и ведение земельно-информационной системы осуществляются за счет средств республиканского бюджета.

На современном рынке существует большое число ГИС различного назначения с различными функциями, возможностями, эксплуатируемых как на персональных компьютерах (ПК), так и на рабочих станциях (РС). Персональный компьютер - компьютер, обычно работающий с операционной системой Windows, на процессорах CISC-архитектуры, и используется обычно для учебных и справочно-информационных ГИС, или как рядовая машина, на которой выполняются несложные задачи подсобные операции. Рабочая станция (Workstation) - компьютер, обычно, работающий с операционной системой типа UNIX, VAX/VMX, как правило, базирующийся на процессорах RISC-архитектуры. Особенность Workstation - реализация многозадачности, возможность подключения большого количества менее мощных ЭВМ, т.е. организация вычислительной компьютерной сети.

Выбор аппаратного обеспечения ГИС должно осуществляться по результатам анализа предполагаемых объемов хранящихся данных, типов решаемых задач и требуемой скорости обработки и визуализации данных. Базовые и технические средства ПК определяются основными структурными компонентами:

- материнской или системной платой;
- процессором; - оперативной памятью;
- видеосистемой;
- системным интерфейсом.

Базовые и технические средства Workstation также определяется основными структурными компонентами:

- процессором;
- видеосистемой;
- системой интерфейсов.

Внешние запоминающие устройства:

- накопители на гибких дисках;
- накопители на жестких дисках (винчестеры);
- оптические и магнитооптические диски (CD-ROM, CD-R, CDRW);
- стриммеры (устройство для записи информации на кассеты с магнитной лентой, например, QIC, DDS и др.).

Периферийные устройства ввода и вывода:

- сканеры;
- дигитайзеры;
- принтеры и плоттеры;
- графопостроители.

Сканер - устройство для считывания графической и текстовой информации. Сканер позволяет создавать цифровую копию изображения для последующей обработки. В ГИС они широко используются для получения растровых образов карт. Сканеры бывают трех: типов ручные, планшетные и барабанные.

В геоинформационных системах для сканирования карт обычно используются планшетные и барабанные сканеры. Программное обеспечение, написанное для сканеров, позволяет сканировать, редактировать и ретушировать изображения, а также записывать их в формате, удобном для последующей обработки. Дигитайзер - это устройство планшетного типа, предназначенное для ввода информации в цифровой форме. Дигитайзер состоит из электронного планшета и курсора. Он имеет собственную систему координат и, при передвижении курсора по планшету, его координаты передаются в компьютер. Принтеры и плоттеры предназначены для вывода информации на бумагу.

В зависимости от способа печати различаются матричные, струйные и лазерные принтеры. В матричных принтерах реализован ударный способ печати с помощью печатающей головки, содержащей ряд иголок (от 9 до 24) и красящей ленты. В струйных принтерах и плоттерах специальные чернила выдуваются при помощи сопел. Такие принтеры и плоттеры работают бесшумно, имеют высокую разрешающую способность, а также возможность многоцветной печати. В лазерных принтерах при печати используется принцип ксерографии частички краски электрически притягиваются к специальному барабану, с которого краска «перекатывается» на бумагу.

Графопостроители - устройства для вывода чертежей на бумагу. В основе работы этих устройств - регистрация графической информации механическим и немеханическим способами. При механическом способе используют карандаши, перья с чернилами, при немеханических - некоторые химические процессы. Последние устройства обладают высокой скоростью вывода изображений. Основными типами графопостроителей являются векторные и растровые.

Векторные графопостроители, имеющие наиболее широкое распространение, характеризуются высоким качеством получаемого изображения. Растровые графопостроители бывают электростатическими, чернильно-струйными, термографическими и лазерными. В ГИС системах для получения картографической информации в основном используются чернильно-струйные или лазерные графопостроители.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СВЯЗЬ ГИС С ДРУГИМИ НАУКАМИ

Точное время зарождения геоинформационных систем вряд ли известно достоверно. Сам взгляд на историю существенно зависит от точки зрения на время зарождения идей и технологий, которые составляют основу современных ГИС. Поэтому схематично история ГИС такова.

Ее истоки находятся в работах коллективов, впервые сформулировавших задачи и подходы к построению информационных систем, ориентированных на обработку пространственных данных. Это коллективы ученых и разработчиков из Канады и Швеции. Канадские работы были связаны с созданием в 1963-1971 гг. Канадской ГИС (CGIS) под руководством Р. Томлинсона. CGIS является одним из примеров крупной универсальной (по тем временам) региональной ГИС национального уровня. Работы шведов концентрировались вокруг ГИС земельно-учетной специализации, в частности, Шведского земельного банка данных, предназначенного для автоматизации учета земельных участков (землевладений) и недвижимости. Учеными этих коллективов были сформулированы оригинальные идеи, которые позволили заложить в основу этих ГИС фундаментальные принципы. Так, главный принцип, который вывел ГИС из круга баз данных общего назначения, заключался во введении в число атрибутов операционных объектов признака пространства, в какой бы форме местоуказания (в координатах, в иерархии административной принадлежности, в терминах принадлежности к ячейкам регулярных сетей членения территории) он ни выражался.

70-е годы – годы обобщения и критического анализа функционирующих ГИС. В этот период проводилось большое количество теоретических разработок. И лишь в конце 70-х стали появляться новые ГИС – проекты.

80-е годы за рубежом ГИС стали динамично развиваться. К середине 80-х в мире уже функционировало более 500 геоинформационных систем. Начинают разрабатываться и продаваться коммерческие ГИС-программы. Стал шире круг решаемых задач.

В России до конца 80-х ГИС разрабатывались Министерством обороны и поэтому были закрытыми.

С конца 80-х – начала 90 началось развитие ГИС в России. Сначала развивались специализированные ГИС. В начале 90-х появились первые Российские коммерческие ГИС, и сразу же начался «наплыв» импортных ГИС. С середины 90-х г.г. в России начался ГИС-бум, который отчасти продолжается и в настоящее время.

В литературе наиболее часто обращается внимание на связи ГИС и картографии. Взаимосвязи картографии и ГИС проявляются в следующих аспектах:

1. Топографические карты – главный источник данных для ГИС;

2. Системы географических и прямоугольных координат и картографическая разграфка служат основой для координатной привязки (географической локализации) всей информации, поступающей и хранящейся в ГИС;

3. Карты – основное средство географической интерпретации и организации данных дистанционного зондирования Земли и другой используемой в ГИС информации (статистической, аналитической и т.п.);

4. Послойное представление пространственных объектов имеет прямые аналогии с поэлементным разделением тематического содержания карт.

Геоинформационные системы напрямую связаны с дистанционным зондированием. Данные, полученные дистанционными методами и снабженные привязкой, могут служить основой для выделения пространственных объектов. Так же данные для создания геоинформационных систем можно получить в прикладных науках (в нашем случае в геологии, геохимии, геофизике).

По архитектурному принципу построения среди геоинформационных систем выделяют: – закрытые; – открытые. Закрытые системы характеризуются низкой ценой, заранее определенным классом решаемых задач, простотой интерфейса и быстрым освоением этих систем пользователями. Открытые системы имеют определенный набор функций и снабжены специальным аппаратом для создания и встраивания пользователями специальных приложений, расширяя тем самым возможности базовых ГИС. Открытые системы дороже и могут быть адаптированы к широкому классу задач. По аппаратной платформе выделяют: – ГИС профессионального уровня; – ГИС настольного типа.

К классическим ГИС профессионального уровня относятся широко известные системы фирм Intergraph, ESRI, и др. Это достаточно мощные системы, созданные первоначально для функционирования на рабочих станциях и для сетевого использования. Эти системы поддерживают многочисленные приложения, включают блоки векторизации картографического материала, поддерживают работу с большим числом внешних устройств. ГИС настольного типа ориентированы на ПК и предназначены для использования широким кругом пользователей. Например: AtlasGIS, MapInfo, ArcView, Microstation, WinGIS, Geograph/Geodraw, ПАПК и т.д.

Эти ГИС обладают меньшим набором функций. Они имеют низкую цену, более массово используются, на их базе организуются рабочие места в больших ГИС-проектах, где ГИС строится как многоуровневая система.

По территориальному охвату различают следующие ГИС: – глобальные (планетарные, global GIS);

- континентальные;
- национальные (государственные);
- региональные; – субрегиональные;
- локальные (местные).

По предметной области моделирования различают:

- городские (муниципальные);
- природоохранные;
- земельные;
- геологические;

– и т.д.

По функциональным возможностям различают ГИС

- универсальные (инструментальные);
- специальные;
- ГИС - вьюеры.

Универсальные ГИС характеризуются открытостью, работают с различными форматами данных, обладают достаточной мощным графическим редактором, имеют средства разработки и внедрения различных приложений. По мере развития и создания новых версий, эти ГИС снабжаются большим числом модулей, как общего, так и специального назначения (ARC/INFO, MapInfo и т.д.).

Это наиболее широко используемый класс ГИС, поскольку позволяют адаптировать различные задачи, увеличивать число встраиваемых специализированных модулей, с помощью которых расширяется аппарат пространственного моделирования и анализа исходных данных. Как правило, эти системы имеют собственные встроенные языки программирования, позволяющие работать как с атрибутивной, так и с графической информацией, и средства для внедрения программных модулей, написанных на языках программирования высокого уровня.

Специальные ГИС решают узкий круг задач на заданном наборе параметров. Их основная задача - контроль протекания процессов и предотвращение нежелательных ситуаций, автоматизация документооборота и т.д. ГИС - вьюеры предназначены для визуализации пространственной информации, вывода на печать. Эти системы, как правило, не снабжены аппаратом для пространственного анализа и моделирования.

Гис-технологии – это современные компьютерные технологии для картирования и анализа объектов реального мира, а также событий, происходящих на нашей планете, в нашей жизни и деятельности. Эти технологии объединяют традиционные операции при работе с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

В последние несколько десятилетий широкое распространение получил особый класс информационных систем – географические информационные системы. ГИС представляют собой информационные системы, обеспечивающие сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных. Область ГИС очень быстро развивается и захватывает все новые и новые сферы жизни и деятельности человека. Геоинформационные системы стали играть существенную роль в различных научных и прикладных сферах, в том числе и не связанных с географической наукой. Причин такого успеха ГИС несколько:

- большая эффективность решения сложных проблем средствами ГИС;
- огромное множество областей применения ГИС, так как данные системы оперируют пространственными данными, являющимися частью нашей повседневной жизни;
- доступность для массового пользователя мощных персональных компьютеров, а также сложного программного обеспечения ГИС, снабженного удобным пользовательским интерфейсом.

Эффективная работа современных ГИС возможна только на основе мощной компьютерной системы. Аппаратные средства ГИС – это отдельные компьютеры или сеть компьютеров, а также устройства ввода-вывода информации, к которым относят принтеры, плоттеры, сканеры, дигитайзеры и др. Аппаратные средства ГИС должны обеспечивать ряд операций:

- ввод в ГИС разнородной пространственной информации, полученной из различных источников (планово-картографические материалы, аэро- и космосъемка, лидарная и сонарная съемки, системы спутникового позиционирования, геодезическая съемка, системы автоматизированного проектирования, базы данных и др.);
- хранение больших массивов пространственных данных в различных форматах их цифрового представления;
- выполнение сложных операций ГИС-анализа и моделирования;
- качественное представление данных в цифровой форме или на бумажных носителях.

Программное обеспечение ГИС включает системное программное обеспечение компьютерной системы (операционная система и др.) и программное средство ГИС, которое может быть представлено совокупностью программных продуктов, реализующих отдельные функции. Однако если базовый программный продукт не выполняет все основные функции ГИС, он рассматривается как специализированное ГИС-приложение, предназначенное для удовлетворения специфических запросов пользователей. ГИС оперируют пространственными данными. Геоданные – это любые объекты, явления или процессы, локализованные в пространстве. В ГИС они состоят из двух взаимосвязанных частей:

- пространственные данные, описывающие местоположение и геометрию геообъекта;
- атрибутивные данные, определяющие качественные и количественные характеристики геообъекта.

Геоинформационное образование является совокупностью знаний геоинформационной науки. Специалист по ГИС, по мнению Консорциума университетов для географической информационной науки, должен владеть знаниями, умениями и навыками в рамках следующих блоков:

- концептуальные основы ГИС;
- организационные и институциональные аспекты;
- особенности геопространственных данных;
- аспекты проектирования ГИС; • обработка данных; • аналитические методы;

- геовычисления;
- картография и визуализация;
- моделирование данных;
- ГИС и общество.

Регламент ГИС определяет правила организации данных, информационной деятельности и технологии работ, а также требует использования ряда стандартов. Стандарты регламентируют определение, хранение, использование и перемещение данных между системами и приложениями. Они обеспечивают оптимальный баланс между совместным и индивидуальным использованием данных посредством определения минимальных требований для обмена ими. Работа ГИС невозможна также и без пользователей, имеющих базовую подготовку для изучения земного пространства с помощью геоинформационных приложений.

В общем виде базовые функции любой ГИС должны обеспечивать следующие возможности:

- 1) сбор, подготовка и ввод геоданных (формирование баз данных);
- 2) хранение, обновление и управление геоданными (организация хранения данных, обеспечение процедур их редактирования и обновления, обслуживание поступающих в систему запросов по информационному поиску);
- 3) обработка, моделирование и анализ геоданных (организация обработки данных, обеспечение процедур их преобразования, математического ГИС-моделирования и анализа);
- 4) контроль, визуализация и вывод геоданных (генерация и оформление результатов работы системы в виде карт, графических изображений, таблиц, графиков, диаграмм и т.д.).

Специфическими функциями, посредством которых ГИС выделяется в особый класс информационных систем, являются интегрирование, анализ и визуализация географической информации. В идеологии ГИС заложена идея интегрирования. Они отличаются от других информационных систем именно тем, что обладают эффективными возможностями интегрирования разноплановой пространственной информации, связанной с реальным земным пространством. Это означает, что любые данные могут быть совмещены в одну систему, если они имеют пространственную привязку в системе координат.

ГИС интегрирует не только данные, но и передовые информационные технологии. Методологический аппарат таких направлений, как цифровая картография, проектирование баз данных, геодезия и топография, спутниковое позиционирование, дистанционное зондирование Земли, Web-картография и др., расширяют возможности ГИС и, 8 Пространственный охват Глобальные (планетарные) Субконтинентальные Региональные Национальные Локальные (местные), кроме того, определяют будущую стратегию развития отдельных направлений ГИС.

Аналитические возможности ГИС позволяют получить ответы на множество пространственных запросов, решить большое количество пространственных задач в разных предметных областях. ГИС имеет мощный инструмент визуализации информации. Пространственная информация отображается посредством картографических изображений, диаграмм, графиков и т.д., оформленных богатым арсеналом изобразительных средств, адаптированных для удобного

восприятия этих данных. Цифровые объекты карты могут быть отображены или напечатаны в любой комбинации и фактически в любом масштабе карты. Это свойство делает ГИС-проекты более гибкими по сравнению со «статичными» традиционными бумажными картами.

Геоинформационная система (ГИС) – это информационная система, оперирующая пространственными данными и по пространственному охвату подразделяющаяся на глобальные, субконтинентальные, национальные, межнациональные, региональные, субрегиональные и локальные ГИС. Основные функции ГИС предусматривают следующее (рис. 1.3).

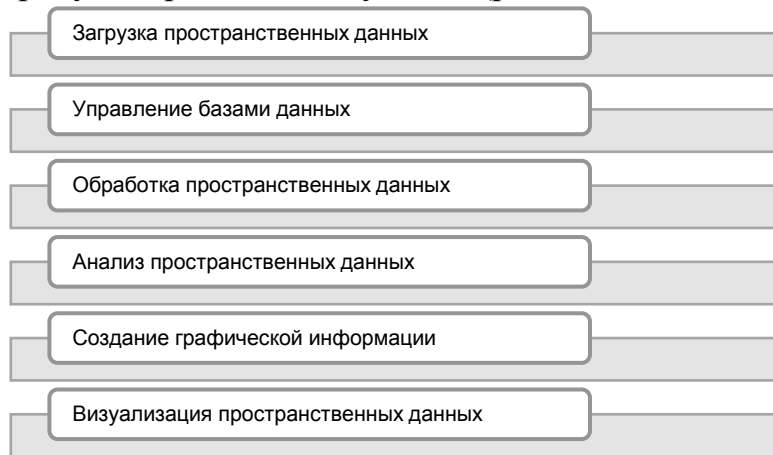


Рис. 1.3. Основные функции геоинформационных систем

Геоинформационные системы функционируют на базе **геоинформационных технологий** – совокупности приемов, способов и методов применения программно-технических средств обработки и передачи информации, позволяющей реализовать функциональные возможности геоинформационных систем.

ГИС подразделяются на проприетарные (несвободные) и оупенсорные (свободные). **Проприетарные ГИС** – программное обеспечение, являющееся частной собственностью авторов или правообладателей и распространяющееся по лицензии. Правообладатель проприетарной ГИС сохраняет за собой монополию на ее использование, копирование и модификацию, полностью или в существенных моментах. К *преимуществам* проприетарных ГИС можно отнести такие: постоянная техническая поддержка продукта; более стабильная работа по сравнению с оупенсорными ГИС; гарантированное отсутствие вредоносных объектов (вирусов); автоматическое обновление; качественное использование всех возможностей оборудования. *Недостатками* проприетарных ГИС являются: определенная сумма оплаты за лицензию; проприетарные протоколы работы устройства; зависимость от разработчика; невозможность изменить исходный код; ограничение на распространение и модификацию.

Наиболее широко используемой в геоматике проприетарной ГИС является ArcGIS (разработчик: ESRI, США), представляющая собой полную систему, которая позволяет собирать, организовывать, управлять, анализировать, обменивать и распределять географическую информацию (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Структура и функциональные возможности проприетарной ГИС ArcGIS

Оупенсорсные ГИС (открытые, свободные) – программное обеспечение с открытым исходным кодом, пользователи которого имеют права (свободы) на его неограниченную установку, запуск, свободное использование, изучение, распространение и изменение, а также распространение копий и результатов изменения. История свободных ГИС началась с 1978 г. когда службой охраны рыбных ресурсов и диких животных США была создана ГИС MOSS, которая сочетала в себе возможность работы как с растровыми, так и с векторными данными. Начало XXI века ознаменовалось разработкой таких свободных ГИС как SAGA – System for Automated Geoscientific Analyses (2001 г.), gvSIG (2003 г.), QGIS (2002 г.), ILWIS (2007 г.). Наиболее широко используемой оупенсорсной ГИС является Quantum GIS (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Структура и функциональные возможности проприетарной ГИС QuantumGIS

Данная ГИС изначально разрабатывалась как простой графический интерфейс для GRASS. Она работает на платформах Windows, Mac OS X и Linux и

поддерживает векторные и растровые данные, а также базы геоданных и данные, предоставляемые различными картографическими веб-серверами. Функциональность постоянно увеличивается за счет добавления модулей, создаваемых на языках программирования C++ и Python.

К преимуществам оупенсорсных ГИС можно отнести такие: отсутствие платы за лицензию; быстрый темп разработки за счет привлечения разработчиков со всего мира; открытость и доступность данных.

Недостатками оупенсорсных ГИС являются: отсутствие постоянной технической поддержки продукта; наличие ошибок и менее стабильная работа по сравнению с проприетарными ГИС; отсутствие полноценных справочных и обучающих материалов.

ГИС являются мощным инструментом, позволяющим решать проблемы и принимать лучшие решения; выполнять успешное планирование и рационально использовать ресурсы; прогнозировать события; более эффективно обмениваться информацией; получать образование и мотивировать других и *позволяют выполнять следующее:*

- создавать, обмениваться и использовать интеллектуальные карты;
- компилировать географическую информацию;
- создавать и управлять базами географических данных;
- решать различные задачи при помощи пространственного анализа;
- создавать web-приложения на базе карт;
- производить связь и обмен информацией посредством визуализации геоданных.

С помощью ГИС-приложений, используемых для создания и редактирования наборов векторных и растровых данных, возможно создавать и редактировать различные цифровые карты, оцифровывать отсканированные с бумажных носителей карты и редактировать их (рис. 1.6).

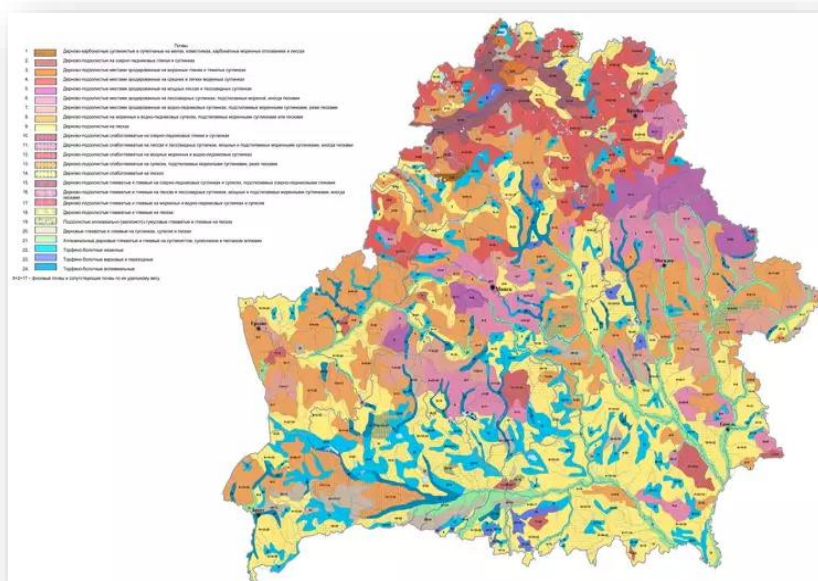


Рис. 1.6. Карта почв Республики Беларусь

С помощью GIS данные карт на бумажных носителях возможно трансформировать в цифровой вид; корректировать по данным ДЗЗ; объединять в единые покрытия; визуализировать в картографическом проекте (рис. 1.7).

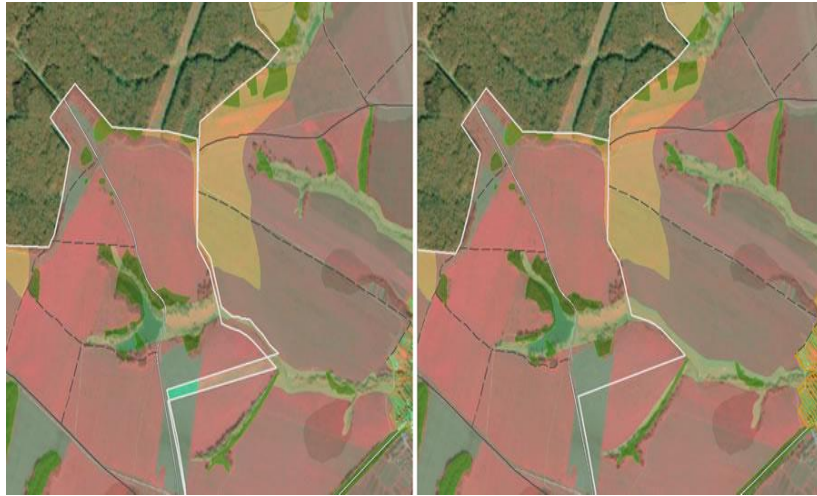


Рис. 1.7. Фрагмент цифровой почвенной карты до (слева) и после корректировки пространственной привязки

Возможности современных геоинформационных систем позволяют осуществлять комплексную оценку, моделирование и прогнозирование состояния территорий и могут с успехом применяться для принятия управляющих решений по охране земельных ресурсов и рациональному их использованию. Применение ГИС-технологий в оптимизации земельных площадей фермерских хозяйств повышает эффективность получения оперативных и точных данных о земельной собственности и площади.