

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)»

Институт «Информационные системы, экономика и управление»
Кафедра «Цифровые технологии»

ЛЕКЦИЯ №1
ВВЕДЕНИЕ В ГИС

Старший преподаватель
Отс Дарья Анатольевна

Омск, 2024

Понятие ГИС

- **Геоинформационные системы (ГИС)** – программные продукты, предназначенные для создания, визуализации и анализа данных, размещенных на поверхности Земли. Для них важна координатная привязка или взаимосвязь с другими пространственными объектами.
- **Геоинформационная система** – это информационная система, предназначенная для сбора, хранения, обработки, отображения и распространения данных, а также получения на их основе новой информации и знаний о пространственно-координированных объектах и явлениях.

Историческая справка

- **60-е годы XX века** – возникновение первых ГИС (Канада, США, Швеция);
- **80-е годы** – становление геоинформатики как науки, отработка методологических подходов к созданию ГИС, формирование математического аппарата, разработка моделей данных и алгоритмы их отработки.

Особенности ГИС

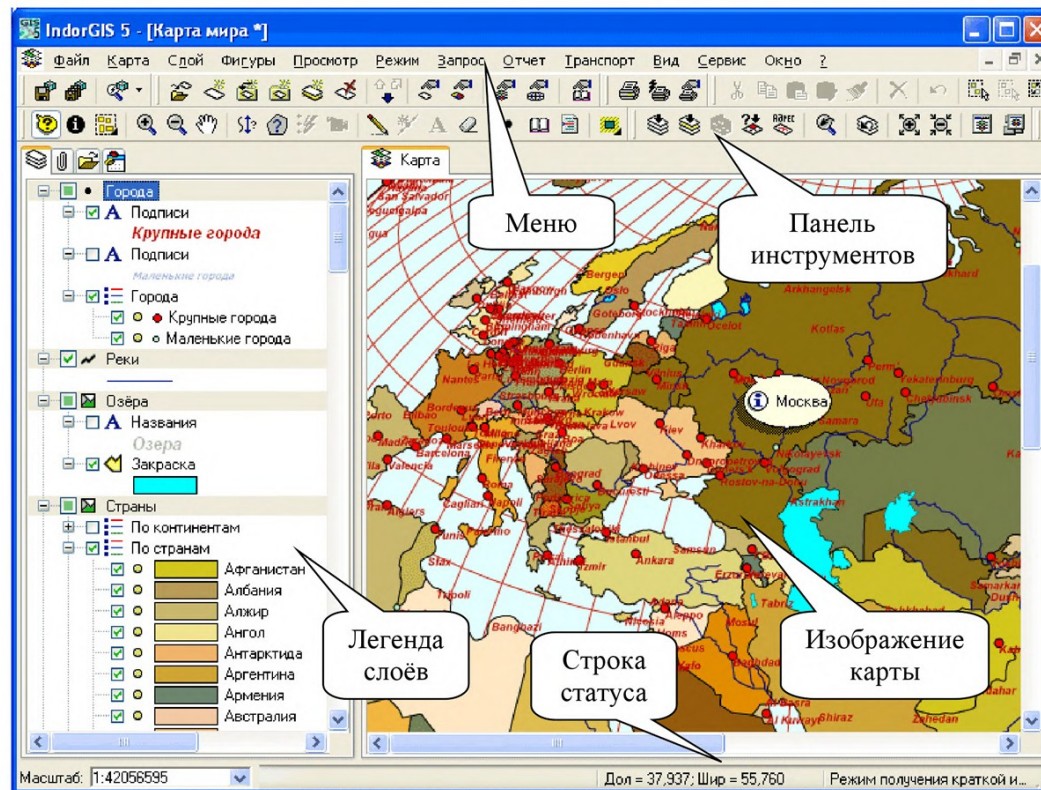
- Все моделируемые в ГИС объекты и явления имеют пространственную привязку;
- Вся информация в ГИС наглядно представляется в виде электронных карт;
- Карты в ГИС не являются статическими.

Функции ГИС

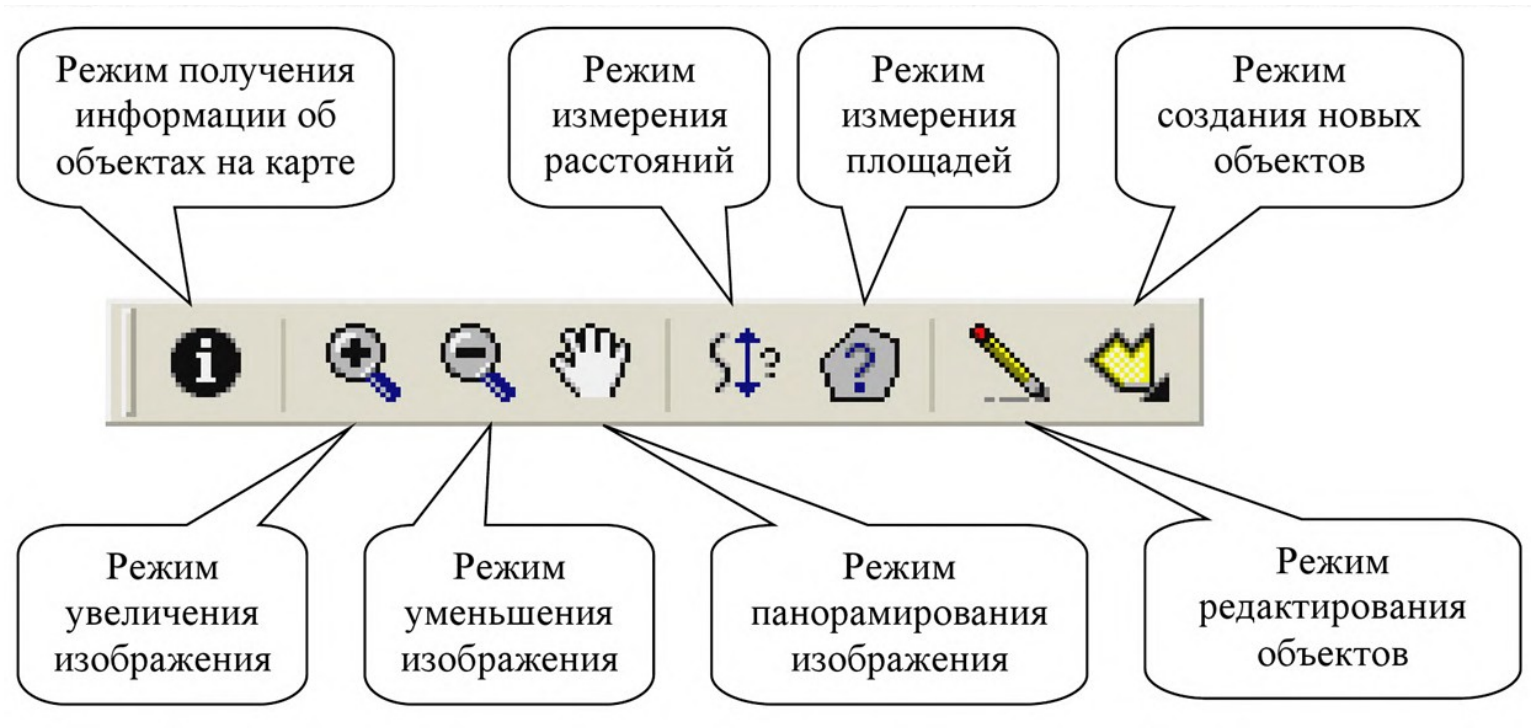
- Ввод данных;
- Преобразование (трансформация) данных;
- Конвертирование форматов данных;
- Трансформация картографических проекций;
- Хранение, манипулирование и управление данными в БД;
- Картометрические операции;
- Операции оверлея (взаимного наложения слоев);
- Операции пространственного анализа;
- Цифровое моделирование рельефа;
- Пространственное моделирование (геомоделирование);
- Визуализация данных;
- Вывод данных.

Интерфейс типичной ГИС

Интерфейс типичной ГИС



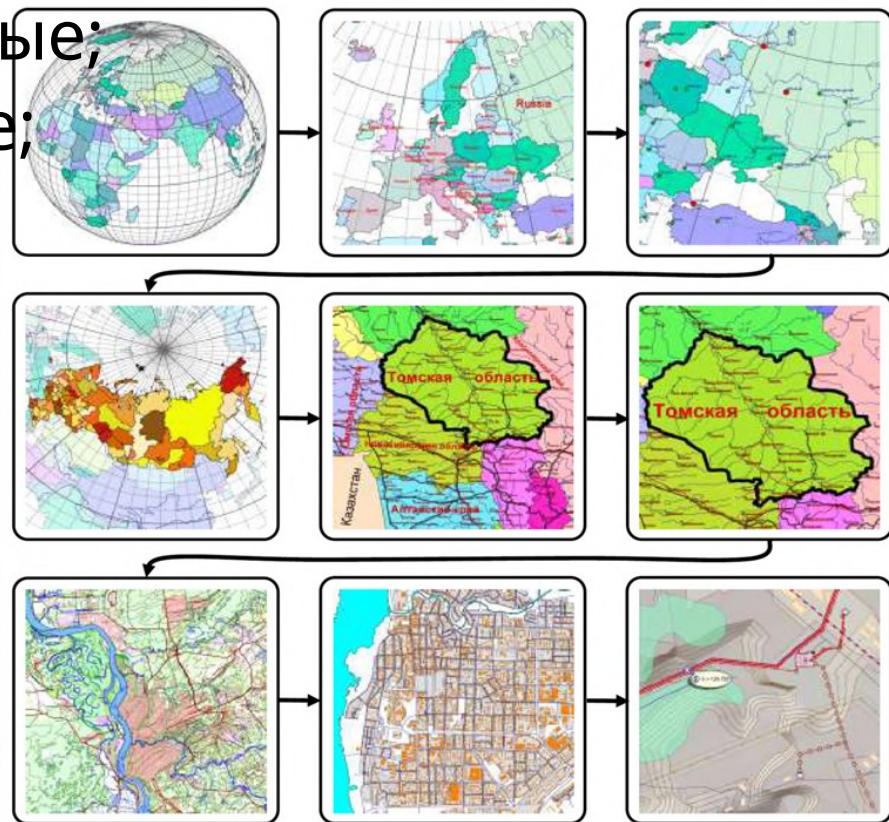
Панель инструментов типичной ГИС



Классификация ГИС

по пространственному охвату:

- глобальные (планетарные);
- субконтинентальные;
- межнациональные;
- национальные;
- региональные;
- субрегиональные;
- локальные;
- ультралокальные.



Классификация ГИС

по уровню управления в Российской Федерации:

- федеральные;
- региональные;
- муниципальные;
- корпоративные.

Классификация ГИС

по области деятельности, в которой она применяется:

- управление;
- землепользование;
- управление недвижимостью;
- градостроительство;
- архитектура;
- бизнес;
- инженерные сети;
- инженерно-геодезические изыскания;
- инженерно-геологические изыскания;
- геология;
- картография.

Классификация ГИС

по области деятельности, в которой она применяется:

- проектирование и строительство;
- экстренные службы;
- ГИБДД;
- навигация;
- транспорт;
- логистика;
- оборона;
- экология;
- оборона;
- образование;
- нефтегазовая отрасль;
- демография и статистика.



Классификация ГИС

по функциональности:

- Полнофункциональные (инструментальные) ГИС – обеспечивают полный цикл работы с пространственными данными от ввода и до принятия решений;
- ГИС для просмотра данных (ГИС-вьюеры) функциональность таких систем обычно ограничена просмотром и анализом существующих наборов пространственных данных;
- ГИС для ввода и обработки данных предназначены для подготовки исходных данных для ГИС с помощью векторизации и обработки данных дистанционного зондирования;
- Специализированные ГИС предназначены для применения в конкретной отрасли.

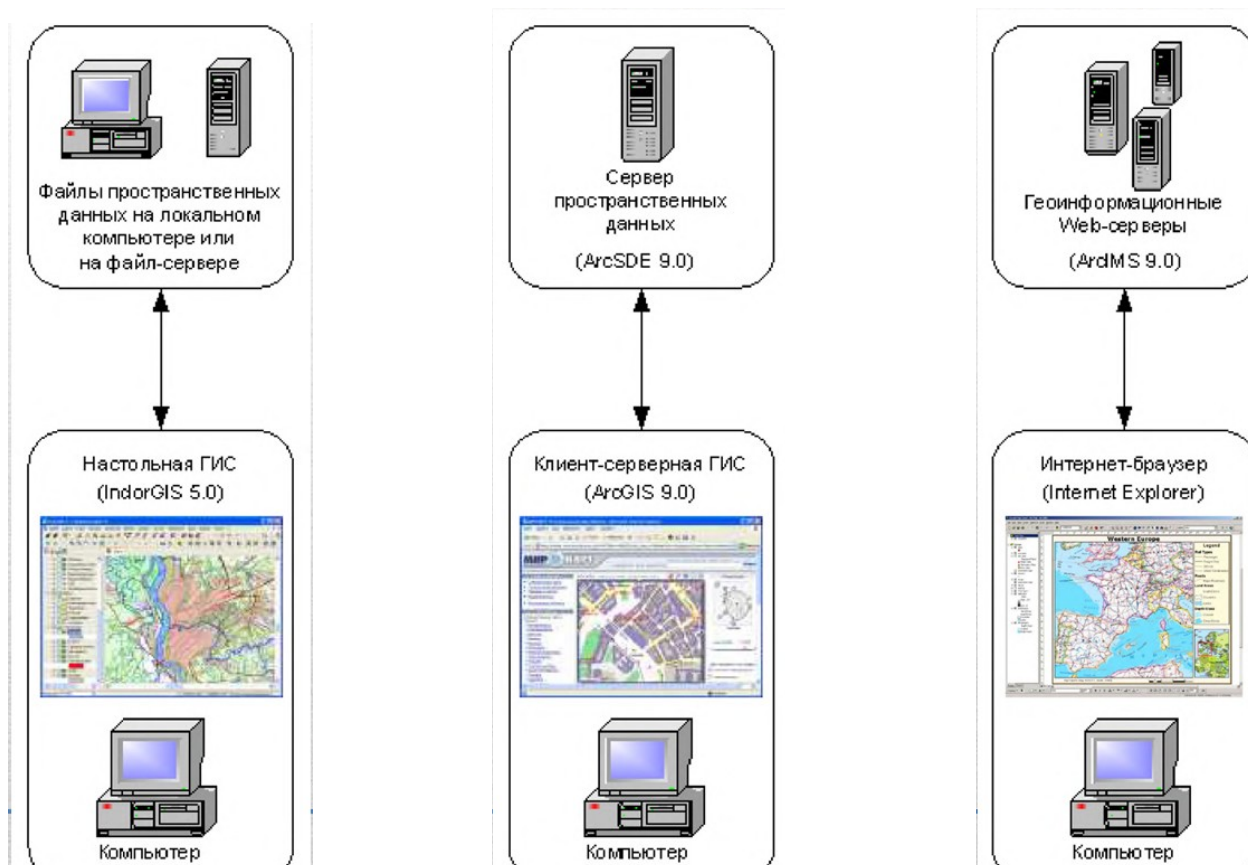
Классификация ГИС

по используемой модели данных:

- Векторные системы работают с топологическими и нетопологическими моделями данных, а также иногда с триангуляционными моделями поверхностей.
- Растровые системы позволяют работать только с растровыми моделями данных и иногда с регулярными моделями поверхностей.
- Гибридные системы совмещают в себе возможности векторных и растровых ГИС.

Классификация ГИС

по компьютерной платформе, на которой функционирует ГИС:



Организация данных в ГИС

В основе ГИС лежит концепция послойной организации пространственных данных.

Способы деления объектов на слои:

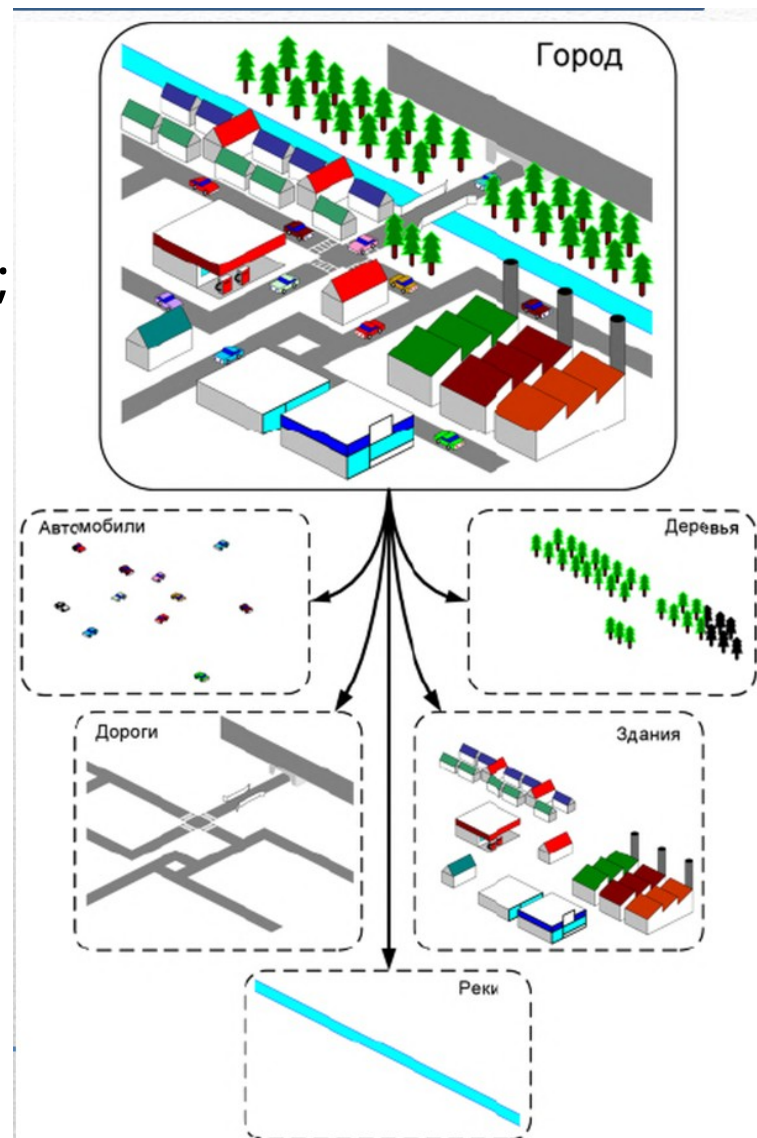
- В одном слое объекты одной природы происхождения;
- В одном слое объекты одинаковой топологической структуры и размерности.

Совокупность всех слоев образует карту.

Общая схема деления пространственных данных в ГИС на отдельные слои

основные слои:

- слой автомобилей;
- слой автомобильных дорог;
- слой деревьев;
- слой зданий;
- слой рек.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)»

Институт «Информационные системы, экономика и управление»
Кафедра «Цифровые технологии»

ЛЕКЦИЯ №2
ВЕКТОРНЫЕ ДАННЫЕ.
ЧАСТЬ 1

Старший преподаватель
Отс Дарья Анатольевна

Омск, 2024

План лекции

- Что такое векторные данные?
- Точечные характеристики;
- Полилинейные объекты;
- Полигональные объекты;
- Векторные данные в слоях;
- Редактирование векторных данных;
- Масштаб и векторные данные;
- Символика;
- Что можно делать с векторными данными?
- Распространенные проблемы с векторными данными

Что такое векторные данные?

Векторные данные предоставляют способ представления **объектов** реального мира в среде ГИС.

Объект — это все, что вы можете видеть на ландшафте. Представьте, что вы стоите на вершине холма. Глядя вниз, вы можете видеть дома, дороги, деревья, реки и т. д. (см. рис.1). Каждый из этих объектов будет **объектом**, когда мы представим их в приложении ГИС. Векторные объекты имеют **атрибуты**, которые состоят из текстовой или числовой информации, **описывающей** объекты.



Рис. 1 Осматривая ландшафт, можно увидеть его основные элементы, такие как дороги, дома и деревья

Векторный объект имеет форму, представленную с помощью **геометрии**. Геометрия состоит из одной или нескольких взаимосвязанных **вершин**.

Вершина описывает положение в пространстве с помощью осей **X**, **Y** и, опционально, **Z**.

Геометрии, которые имеют вершины с **Z**-осью, часто называют **2.5D**, поскольку они описывают высоту или глубину в каждой вершине, но не то и другое

Когда геометрия объекта состоит только из одной вершины, она называется **точечным объектом** (см. Рис. 2). Если геометрия состоит из двух или более вершин, а первая и последняя вершины не равны, формируется **полилинейный объект** (см. Рис. 3). Если присутствуют три или более вершин, а последняя вершина равна первой, формируется замкнутый **полигональный объект** (см. Рис. 4).

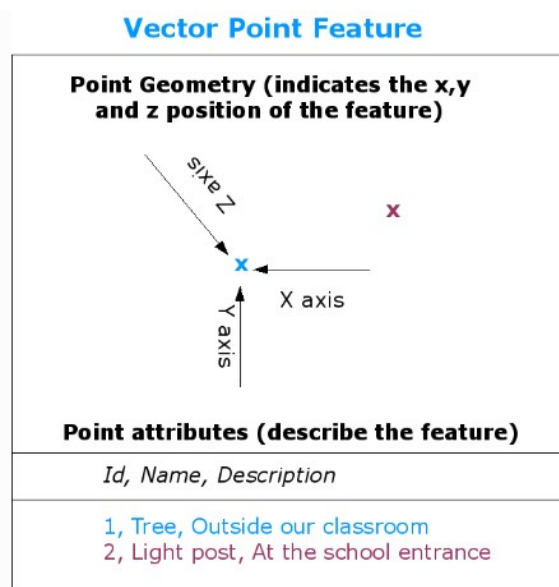


Рис. 2. Точечный объект описывается его координатами X, Y и, опционально, Z. Атрибуты точки описывают точку, например, является ли она деревом или фонарным столбом

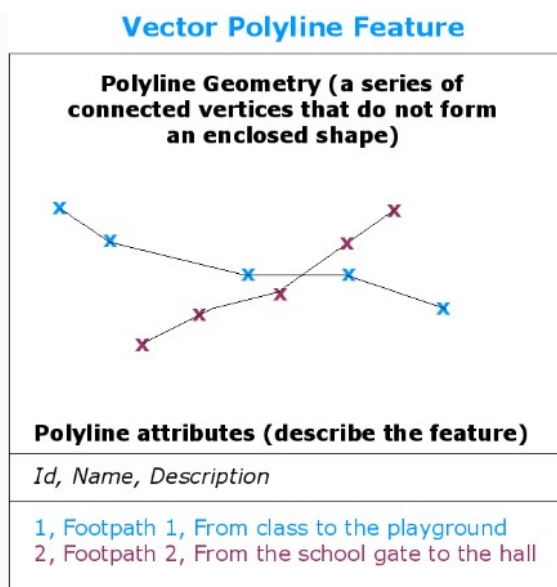


Рис. 3. Полилиния — это последовательность соединенных вершин. Каждая вершина имеет координаты X, Y (и опционально Z). Атрибуты описывают полилинию

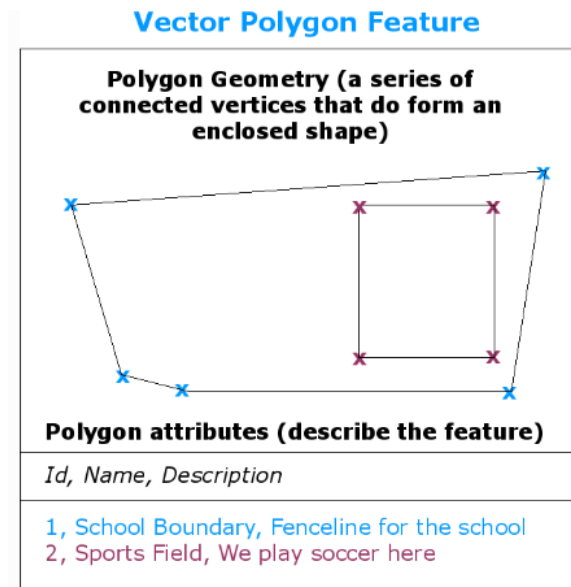


Рис. 4. Многоугольник, как и полилиния, представляет собой последовательность вершин. Однако в многоугольнике первая и последняя вершины всегда находятся в одном и том же положении

Оглядываясь на изображение ландшафта, которое мы вам показали выше, вы должны были увидеть различные типы объектов в том виде, в котором их представляет ГИС сейчас (см. на рис. 5).

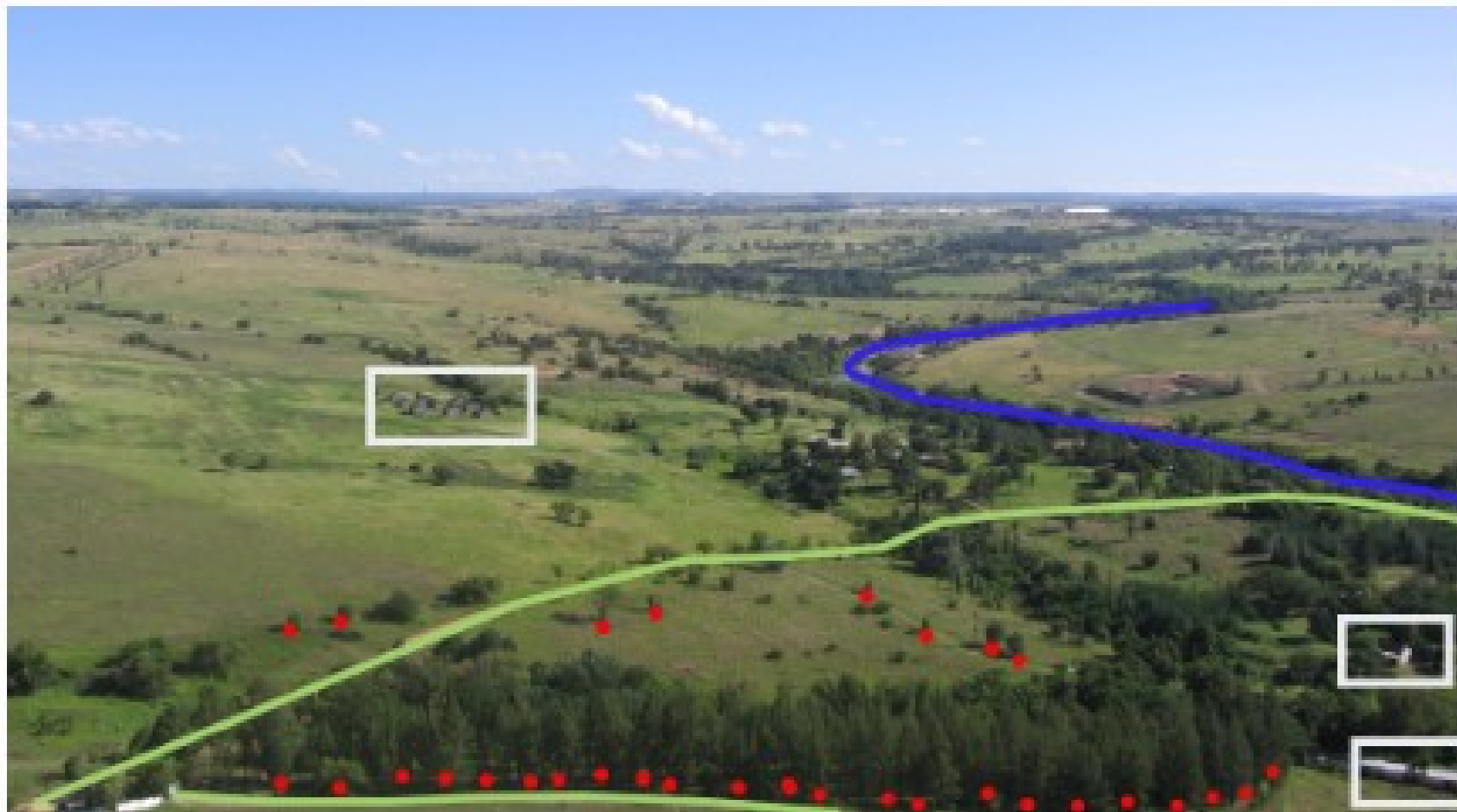


Рис. 5. Ландшафтные особенности, как мы представляем их в ГИС. Реки (синие) и дороги (зеленые) можно представить в виде линий, деревья — в виде точек (красные), а дома — в виде многоугольников (белые).

Точечные характеристики

Первое, что нам нужно понять, когда мы говорим о точечных объектах, это то, что то, что мы описываем как точку в ГИС, является вопросом мнения и часто зависит от масштаба. Давайте рассмотрим, например, города. Если у вас есть карта небольшого масштаба (которая охватывает большую территорию), может иметь смысл представить город с помощью точечного объекта. Однако по мере увеличения масштаба карты, переходя к большему масштабу, имеет смысл отображать границы города в виде многоугольника.

Выбор точек для представления объекта в основном зависит от масштаба (насколько далеко вы находитесь от объекта), удобства (создание точечных объектов занимает меньше времени и усилий, чем создание полигональных объектов) и типа объекта (некоторые объекты, такие как телефонные столбы, просто не имеют смысла хранить в виде полигонов).

Как показано на иллюстрации Рис. 2, точечный объект имеет значение X , Y и, опционально, Z . Значения X и Y будут зависеть от используемой **системы координат** (CRS). Мы более подробно рассмотрим системы координат в следующем уроке. Сейчас просто скажем, что CRS — это способ точного описания того, где находится конкретное место на поверхности Земли. Одной из наиболее распространенных систем отсчета является **Долгота и Широта**. Линии Долготы проходят от Северного полюса до Южного полюса. Линии Широты проходят с Востока на Запад. Вы можете точно описать, где вы находитесь в любой точке Земли, указав кому-нибудь свои Долготу (X) и Широту (Y). Если вы выполните аналогичное измерение для дерева или телефонного столба и отметите его на карте, вы создадите точечный объект.

Поскольку мы знаем, что Земля не плоская, часто бывает полезно добавить к точечной характеристике значение Z . Оно описывает, насколько высоко вы находитесь над уровнем моря.

Полилинейные объекты

Если точечный объект представляет собой одну вершину, то полилиния имеет две или более вершин. Полилиния представляет собой непрерывный путь, проходящий через каждую вершину, как показано на рис. 6. При соединении двух вершин создается линия. При соединении более двух вершин они образуют «линию линий» или полилинию.

Полилиния используется для отображения геометрии линейных объектов, таких как дороги, реки, контуры, пешеходные дорожки, траектории полетов и т. д. Иногда у нас есть специальные правила для полилиний в дополнение к их базовой геометрии.

Например, контурные линии могут соприкасаться (например, на скале), но никогда не должны пересекаться друг с другом. Аналогично, полилинии, используемые для хранения дорожной сети, должны быть соединены на перекрестках.

В некоторых приложениях ГИС вы можете задать эти специальные правила для типа объекта (например, дороги), и ГИС будет гарантировать, что эти полилинии всегда будут соответствовать этим правилам.

Атрибуты полилинии описывают ее свойства или характеристики.

Например, полилиния дороги может иметь атрибуты, описывающие, покрыта ли она гравием или битумом, сколько у нее полос, является ли она улицей с односторонним движением и т. д. ГИС может использовать эти атрибуты для обозначения полилинейного объекта подходящим цветом или стилем линии



Рис. 6. Полилинии, рассматриваемые в меньшем масштабе (1:20 000 слева), могут выглядеть гладкими и изогнутыми. При увеличении масштаба до большего (1:500 справа) полилинии могут выглядеть очень угловатыми.

Полигональные объекты

Полигональные объекты — это замкнутые области, такие как плотины, острова, границы стран и т. д.

Как и полилинейные объекты, полигоны создаются из ряда вершин, соединенных непрерывной линией. Однако, поскольку полигон всегда описывает замкнутую область, первая и последняя вершины всегда должны находиться в одном и том же месте! Полигоны часто имеют общую геометрию — границы, которые являются общими с соседним полигоном. Многие ГИС-приложения имеют возможность гарантировать, что границы соседних полигонов точно совпадают.

Как и точки и полилинии, полигоны имеют атрибуты.

Атрибуты описывают каждый полигон.

Например, плотина может иметь атрибуты глубины и качества воды.

Векторные данные в слоях

Большинство приложений ГИС группируют векторные объекты в слои. Объекты в слое имеют одинаковый тип геометрии (например, все они будут точками) и одинаковые виды атрибутов (например, информацию о виде дерева для слоя деревьев).

Например, если вы записали положение всех пешеходных дорожек в вашей школе, они обычно будут храниться вместе на жестком диске компьютера и отображаться в ГИС как один слой. Это удобно, поскольку позволяет скрывать или отображать все объекты для этого слоя в вашем приложении ГИС одним щелчком мыши.

Редактирование векторных данных

Приложение ГИС позволит вам создавать и изменять геометрические данные в слое – процесс, называемый **оцифровкой**.

Если слой содержит полигоны (например, плотины ферм), приложение ГИС позволит вам создавать новые полигоны только в этом слое. Аналогично, если вы хотите изменить форму объекта, приложение позволит вам сделать это только в том случае, если измененная форма является правильной. Например, оно не позволит вам редактировать линию таким образом, чтобы у нее была только одна вершина – помните, что в нашем обсуждении линий выше все линии должны иметь как минимум две вершины.

Создание и редактирование векторных данных — важная функция ГИС, поскольку это один из основных способов создания персональных данных для интересующих вас вещей. Например, вы отслеживаете загрязнение реки. Вы можете использовать ГИС для оцифровки всех выпусков ливневых стоков (как точечных объектов). Вы также можете оцифровать саму реку (как полилинейный объект). Наконец, вы можете снимать показания уровня pH вдоль течения реки и оцифровывать места, где вы делали эти показания (как точечный слой).

Помимо создания собственных данных, существует множество бесплатных векторных данных, которые вы можете получить и использовать. Например, вы можете получить векторные данные, которые появляются на листах карт масштабом 1:50 000, от Главного управления: обследований и картографии.

Масштаб и векторные данные

Масштаб карты — важный вопрос, который следует учитывать при работе с векторными данными в ГИС. Когда данные собираются, они обычно оцифровываются с существующих карт или берут информацию из записей геодезиста и устройств глобальной системы позиционирования. Карты имеют разные масштабы, поэтому если вы импортируете векторные данные с карты в среду ГИС (например, оцифровывая бумажные карты), цифровые векторные данные будут иметь те же проблемы с масштабом, что и исходная карта. Этот эффект можно увидеть на иллюстрациях Рис. 7 и Рис. 8. Многие проблемы могут возникнуть из-за неправильного выбора масштаба карты. Например, использование векторных данных на иллюстрации Рис. 7 для планирования зоны охраны водно-болотных угодий может привести к тому, что важные части водно-болотных угодий останутся вне заповедника! С другой стороны, если вы пытаетесь создать региональную карту, использование данных, полученных в масштабе 1:1000 000, может быть вполне приемлемым и сэкономит вам много времени и усилий на сбор данных.

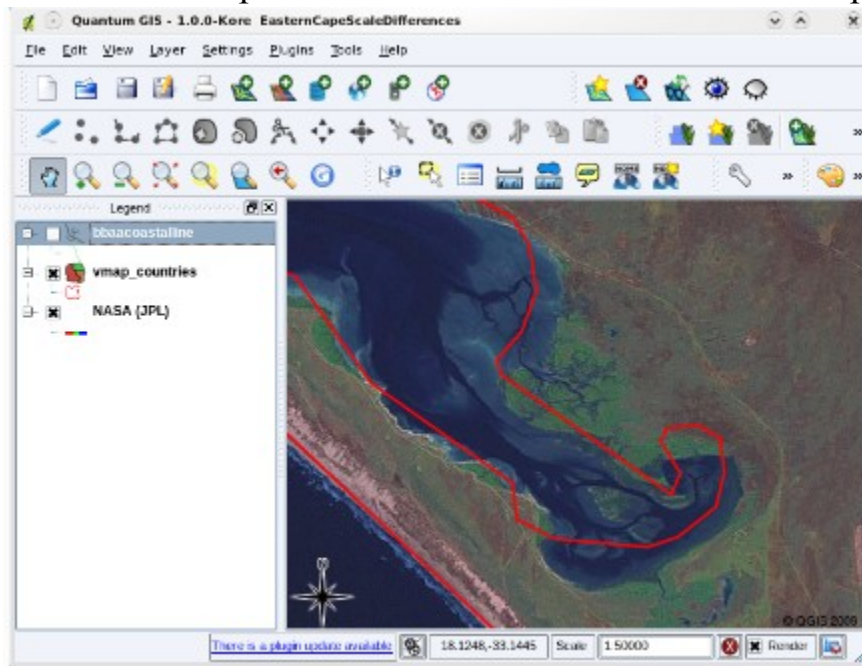


Рис. 7. Векторные данные (красные линии), оцифрованные с карты мелкого масштаба (1:1000 000).

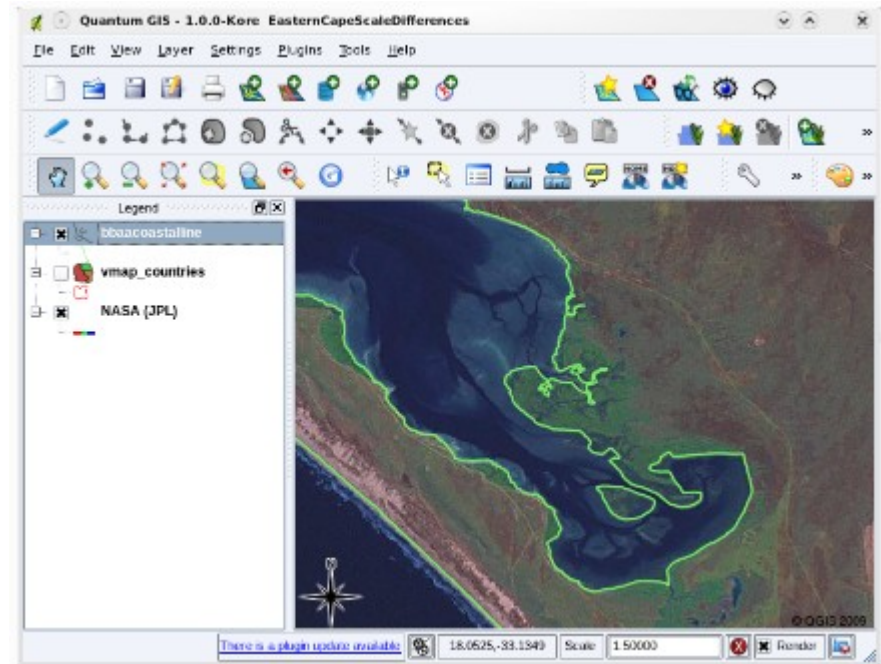


Рис. 8. Векторные данные (зеленые линии), оцифрованные с карты большого масштаба (1:50 000)

Символика

Символика — это мощная функция, которая оживляет карты и облегчает понимание данных в вашей ГИС/

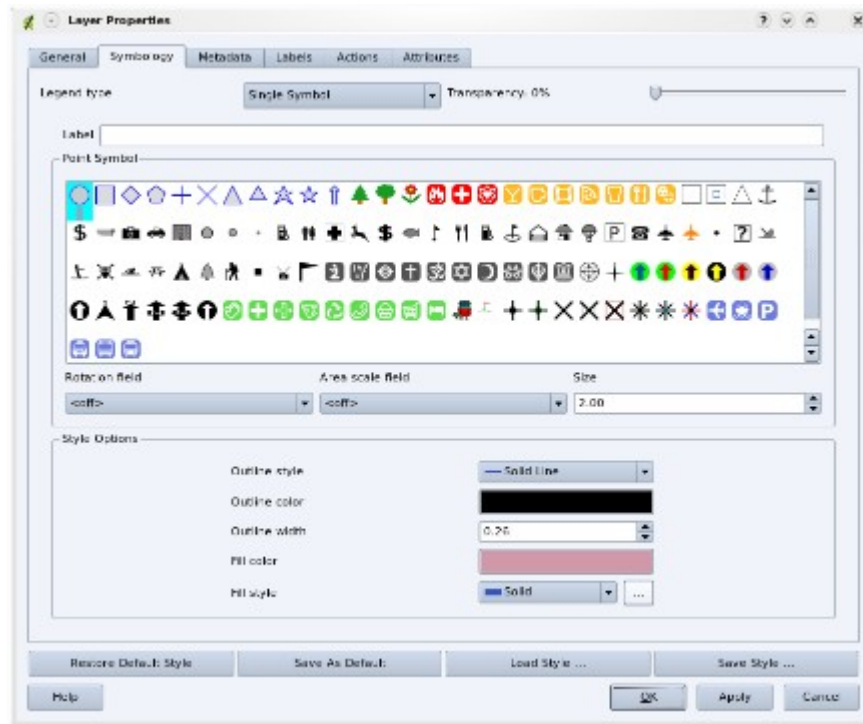


Рис. 9. В ГИС вы можете использовать панель (подобную представленной выше) для настройки того, как должны отображаться объекты на вашем слое

Когда вы добавляете векторные слои в вид карты в приложении ГИС, они будут нарисованы случайными цветами и базовыми символами.

Программа ГИС позволит вам выбирать цвета, соответствующие типу объекта (например, вы можете указать ей рисовать векторный слой водоемов синим цветом). ГИС также позволит вам настроить используемый символ. Поэтому, если у вас есть точечный слой деревьев, вы можете показать положение каждого дерева с помощью небольшого изображения дерева, а не базового кругового маркера, который ГИС использует при первой загрузке слоя (см. иллюстрации Рис. 9, Рис. 10, и Рис. 11).

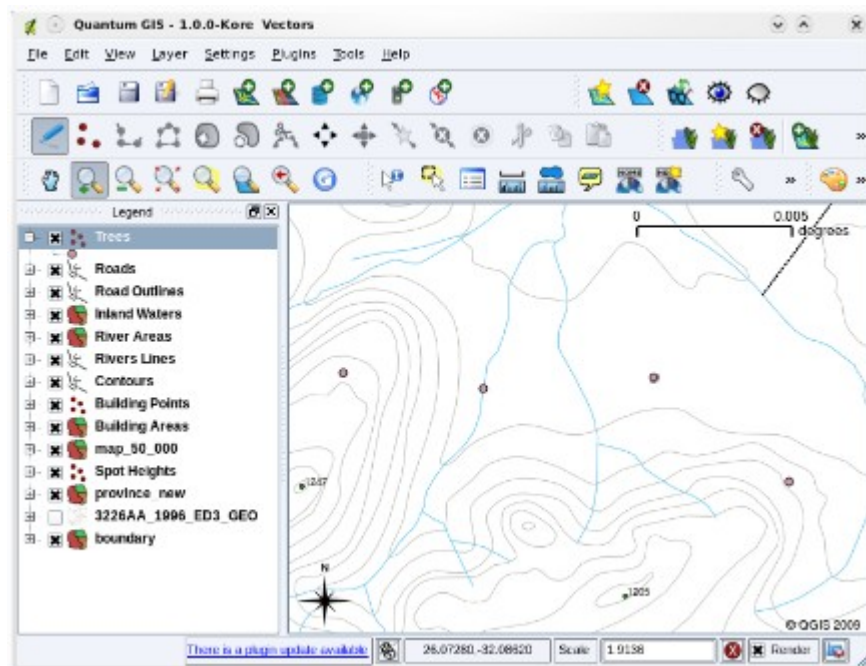
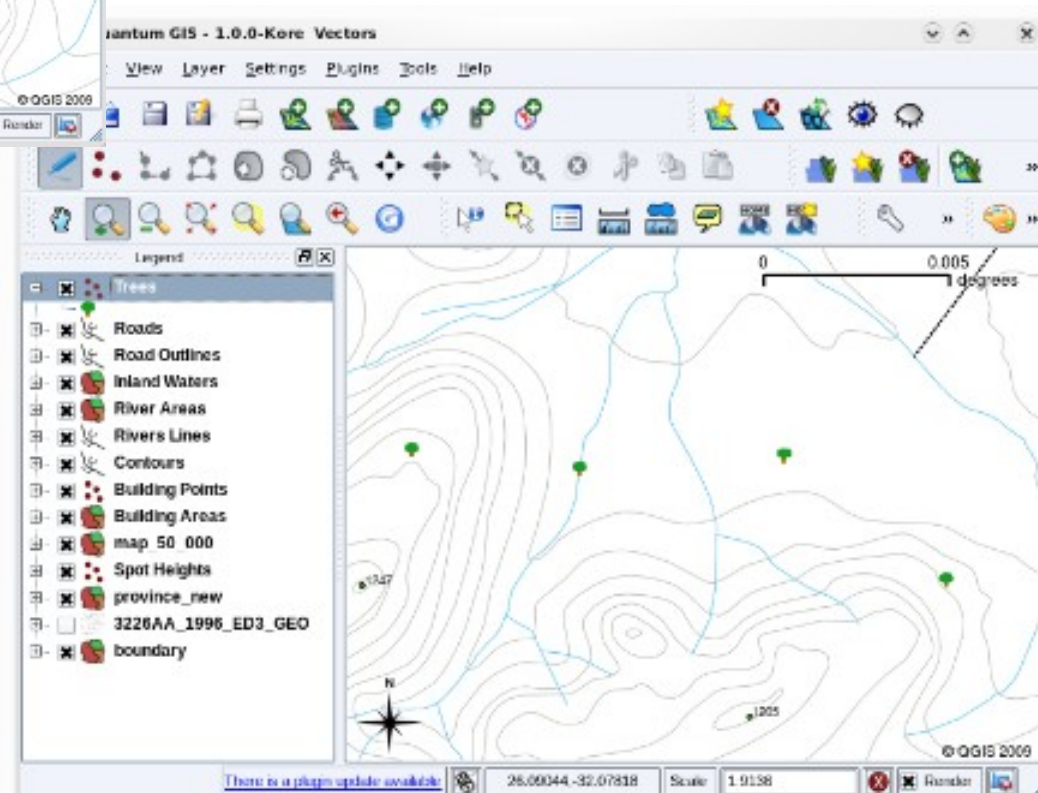


Рис. 10. Когда слой (например, слой деревьев выше) загружается впервые, ГИС-приложение присваивает ему общий символ

Рис. 11. После внесения корректировок становится гораздо легче увидеть, что наши точки представляют собой деревья



Что можно делать с векторными данными в ГИС?

На самом простом уровне мы можем использовать векторные данные в приложении ГИС почти так же, как вы используете обычную топографическую карту.

Реальная мощь ГИС начинает проявляться, когда вы начинаете задавать такие вопросы, как «какие дома находятся в пределах 100-летнего уровня затопления реки?»; «где лучше всего разместить больницу, чтобы она была легкодоступна для как можно большего числа людей?»; «какие учащиеся живут в определенном пригороде?».

ГИС — отличный инструмент для ответа на такие вопросы с помощью векторных данных. Обычно мы называем процесс ответа на такие вопросы **пространственным анализом**.

Распространенные проблемы с векторными данными

Работа с векторными данными имеет некоторые проблемы. Неточные векторные данные могут возникнуть, когда инструменты, используемые для сбора данных, не настроены должным образом, когда люди, собирающие данные, не проявляют осторожности, когда время или деньги не позволяют обеспечить достаточную детализацию в процессе сбора и так далее.

Если у вас векторные данные плохого качества, вы часто можете обнаружить это при просмотре данных в ГИС. Например, полосы могут возникать, когда края двух полигональных областей не совпадают должным образом (см. рис. 12).

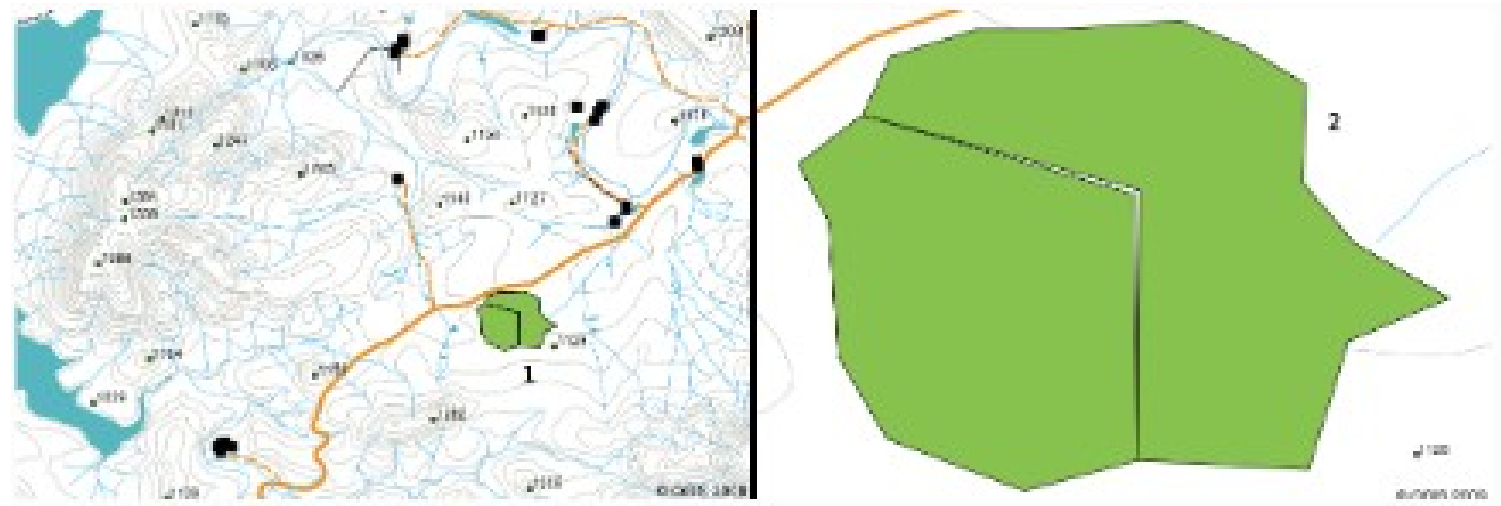


Рис. 12. Щепки возникают, когда вершины двух полигонов не совпадают на их границах. В мелком масштабе (например, 1 слева) вы можете не увидеть эти ошибки. В крупном масштабе они видны как тонкие полосы между двумя полигонами (2 справа).

Перелеты могут возникать, когда линейный объект, такой как дорога, не встречается с другой дорогой точно на перекрестке. **Недолеты** могут возникать, когда линейный объект (например, река) не встречается точно с другим объектом, с которым он должен быть соединен.

Рисунок Рис. 13 демонстрирует, как выглядят недолеты и перелеты. Из-за этих типов ошибок очень важно оцифровывать данные тщательно и точно. В предстоящей теме по топологии мы рассмотрим некоторые из этих типов ошибок более подробно.



Рис. 13 Недолеты (1) возникают, когда оцифрованные векторные линии, которые должны соединяться друг с другом, не совсем соприкасаются. Перелеты (2) возникают, если линия заканчивается за линией, с которой она должна соединяться

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)»

Институт «Информационные системы, экономика и управление»
Кафедра «Цифровые технологии»

ЛЕКЦИЯ №3
ВЕКТОРНЫЕ ДАННЫЕ
ЧАСТЬ 2

Старший преподаватель
Отс Дарья Анатольевна

Омск, 2024

План лекции

- Данные векторных атрибутов
- Подробно об атрибутах;
- Отдельные символы;
- Градуированные символы;
- Непрерывные цветные символы;
- Уникальные символы ценности;

Данные векторных атрибутов

Если бы каждая линия на карте была одного цвета, ширины, толщины и имела одинаковую метку, было бы очень трудно понять, что происходит. Карта также давала бы нам очень мало информации. Взгляните, например, на рис. 1.

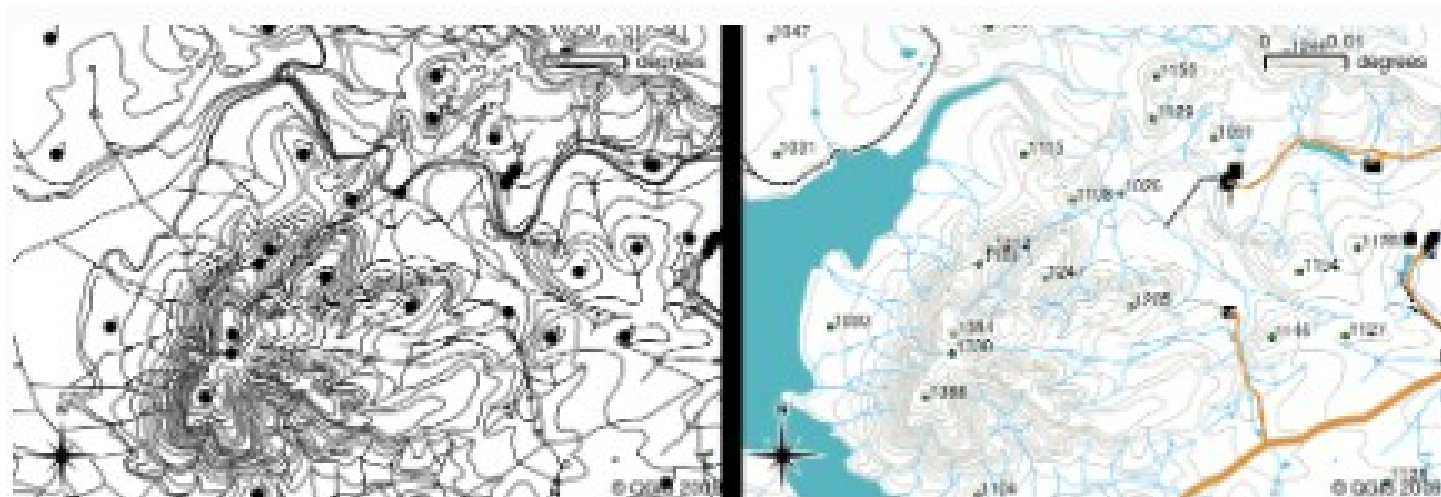


Рис. 1. Карты оживают, когда цвет и различные символы используются, чтобы помочь вам отличить один тип объекта от другого. Можете ли вы определить разницу между реками, дорогами и контурами, используя карту слева? Используя карту справа, гораздо легче увидеть различные объекты

В этой теме мы рассмотрим, как атрибутивные данные могут помочь нам сделать интересные и информативные карты. В предыдущей теме о векторных данных мы кратко объяснили, что атрибутивные данные используются для описания векторных объектов. Взгляните на фотографии домов на рис. 2 .



Рис. 2. У каждого объекта есть характеристики, которые мы можем описать. Это могут быть видимые вещи или вещи, которые мы знаем об объекте (например, год постройки).

Геометрия этих объектов дома представляет собой полигон (основанный на плане этажа дома), атрибуты, которые мы записали, — это цвет крыши, наличие балкона и год постройки дома. Обратите внимание, что атрибуты не обязательно должны быть видимыми — они могут описывать то, что мы знаем об объекте, например, год его постройки. В приложении ГИС мы можем представить этот тип объекта в слое полигонов домов, а атрибуты — в таблице атрибутов (см. рис. 3).

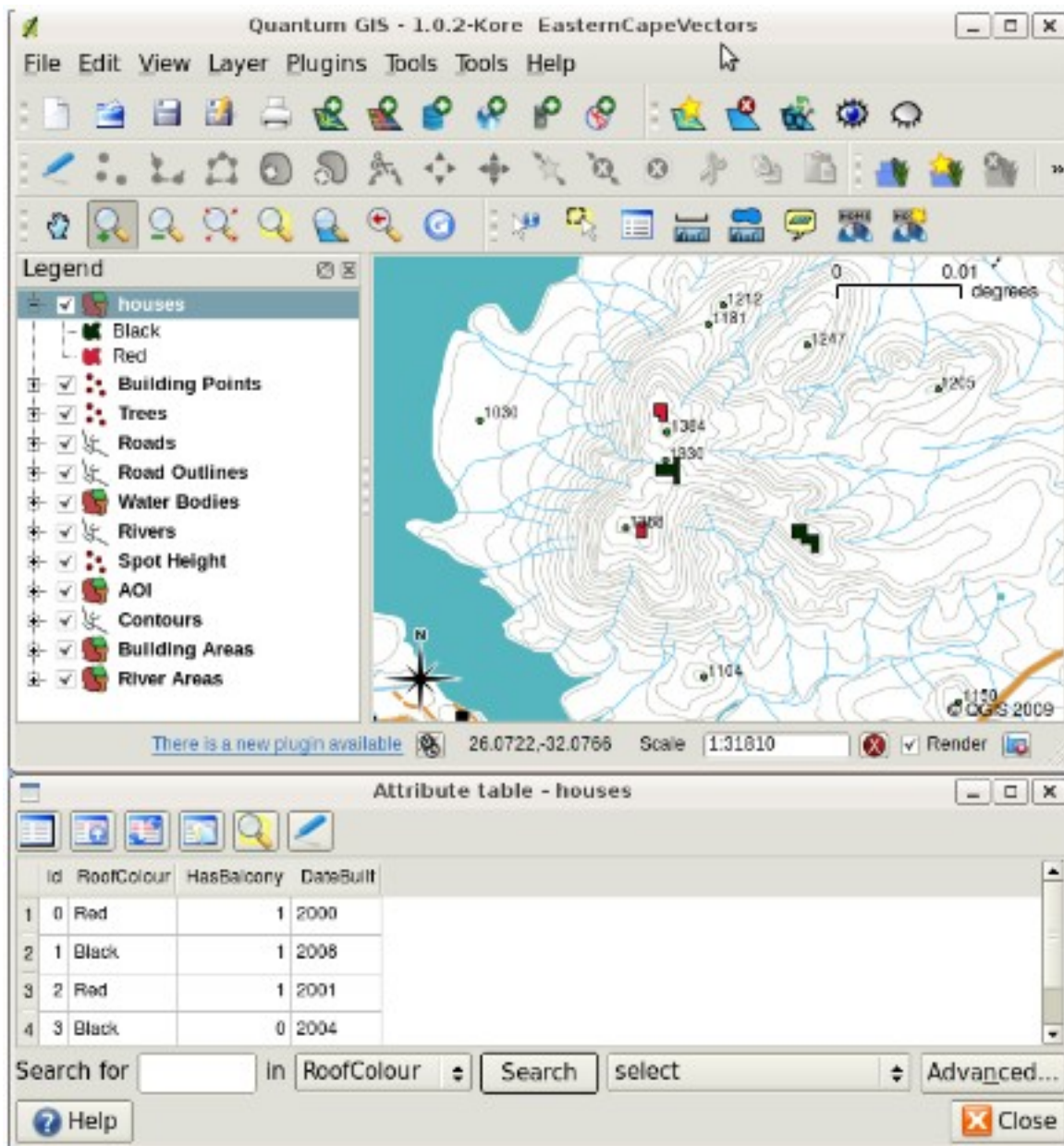


Рис. 3. Слой домов. Характеристики домов имеют атрибуты, которые описывают цвет крыши дома и другие свойства. Таблица атрибутов (нижнее изображение) перечисляет атрибуты для областей домов, показанных на карте. Когда характеристика выделена в таблице, она будет отображаться на карте как желтый многоугольник.

Тот факт, что в приложении ГИС объекты имеют атрибуты, а также геометрию, открывает множество возможностей. Например, мы можем использовать значения атрибутов, чтобы сообщить ГИС, какие цвета и стили использовать при рисовании объектов (см. рис. 4).

Процесс настройки цветов и стилей рисования часто называют настройкой **символики** объектов.

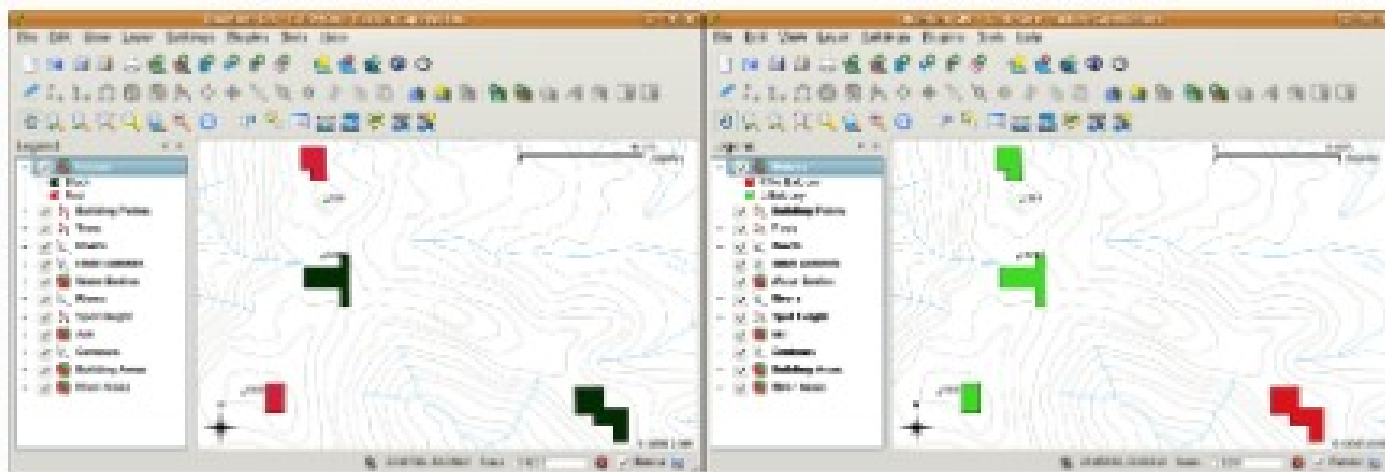


Рис. 4. В приложении ГИС мы можем рисовать объекты по-разному в зависимости от их атрибутов. Слева мы нарисовали многоугольники домов того же цвета, что и атрибут крыши. Справа мы раскрасили дома в соответствии с тем, есть ли у них балкон или нет.

Атрибутивные данные также могут быть полезны при создании **меток карт**.

Большинство ГИС-приложений будут иметь возможность выбора атрибута, который следует использовать для маркировки каждого объекта.

Если вы когда-либо **искали на карте** название места или определенную функцию, вы знаете, насколько это может быть трудоемким. Наличие атрибутивных данных может сделать поиск определенной функции быстрым и легким. На рис. 5 вы можете увидеть пример атрибутивного поиска в ГИС.

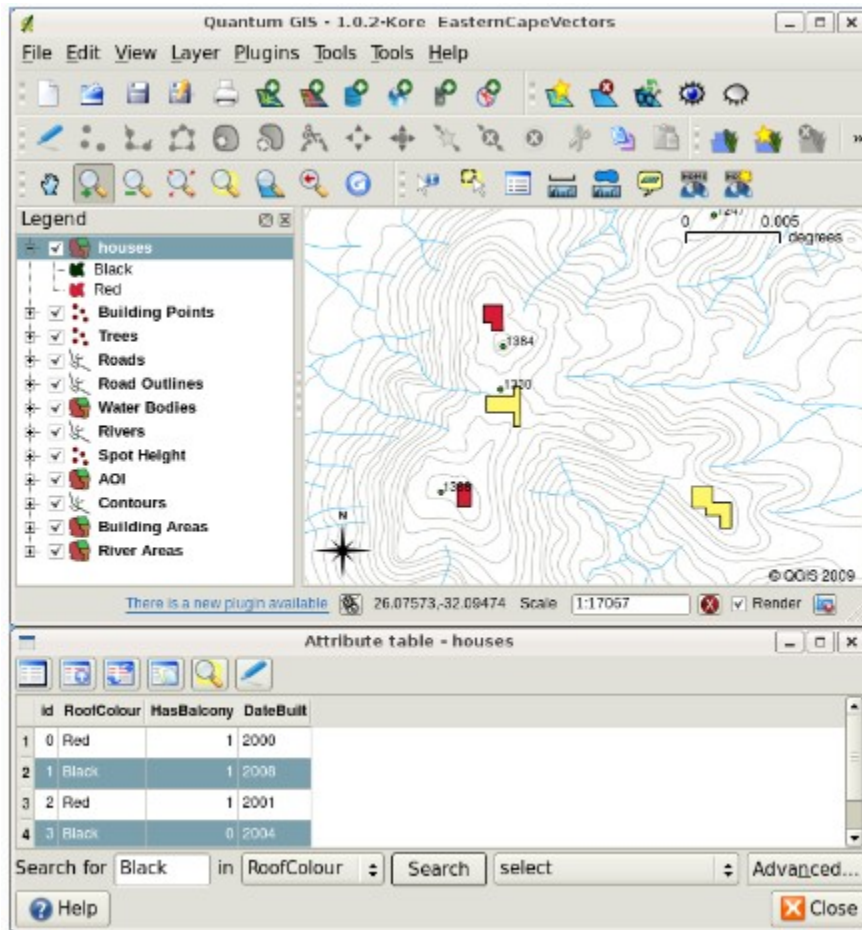


Рис. 5. В приложении ГИС мы также можем искать объекты на основе их атрибутов. Здесь мы видим поиск домов с черными крышами. Результаты показаны желтым цветом на карте, бирюзовым в таблице.

Наконец, атрибутивные данные могут быть очень полезны при проведении **пространственного анализа**.

Пространственный анализ объединяет пространственную информацию, хранящуюся в геометрии объектов, с их атрибутивной информацией. Это позволяет нам изучать объекты и то, как они соотносятся друг с другом.

Существует много типов пространственного анализа, которые можно выполнить, например, вы можете использовать ГИС, чтобы узнать, сколько домов с красной крышей находится в определенной области. Если у вас есть объекты деревьев, вы можете использовать ГИС, чтобы попытаться выяснить, какие виды могут пострадать, если участок земли будет застроен. Мы можем использовать атрибуты, хранящиеся для проб воды вдоль русла реки, чтобы понять, где загрязнение попадает в поток. Возможности безграничны!

Объекты — это объекты реального мира, такие как дороги, границы собственности, участки электроподстанций и т. д.

Объект имеет **геометрию** (которая определяет, является ли он **точкой**, **полилинией** или **многоугольником**) и атрибуты (которые описывают объект). Это показано на рис. 6.

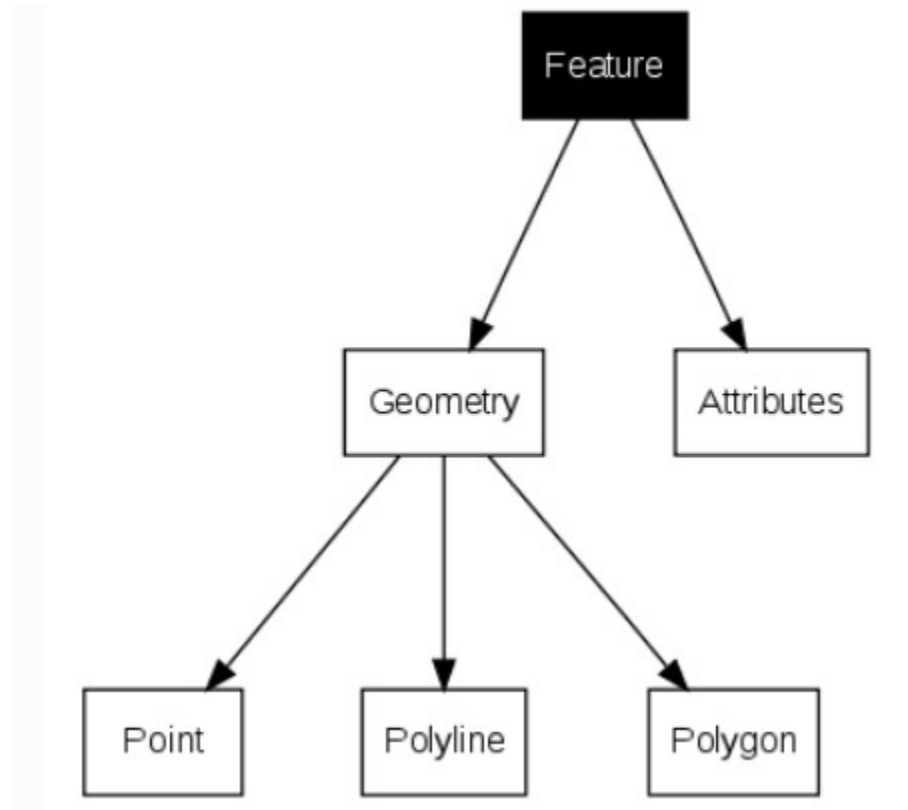


Рис. 6. Обзор векторных объектов

Подробнее об атрибутах

Атрибуты для векторного объекта хранятся в **таблице**. Таблица похожа на электронную таблицу. Каждый столбец в таблице называется полем. Каждая строка в таблице — это **запись**. Таблица *table_house_attributes* показывает простой пример того, как выглядит таблица атрибутов в ГИС. Каждая запись в таблице атрибутов в ГИС соответствует одному объекту. Обычно информация в таблице атрибутов хранится в какой-то базе данных. Приложение ГИС связывает записи атрибутов с геометрией объекта, так что вы можете находить записи в таблице, выбирая объекты на карте. и находить объекты на карте. выбирая объекты в таблице

Таблица атрибутов	Поле 1: Год постройки	Поле 2: Цвет крыши	Поле 3: Балкон
Запись 1	1998	Красный	Да
Запись 2	2000	Черный	Нет
Запись 3	2001	Серебро	Да

Атрибуты Table House: Таблица атрибутов содержит поля (столбцы) и записи (в строках).

Каждое поле в таблице атрибутов содержит определенный тип данных – текст, число или дату. Решение о том, какие атрибуты использовать для функции, требует некоторого размышления и планирования. В нашем примере дома ранее в этой теме мы выбрали цвет крыши, наличие балкона и месяц постройки в качестве интересующих атрибутов. Мы могли бы так же легко выбрать другие аспекты дома, такие как:

- количество уровней;
- количество комнат;
- количество жильцов;
- тип жилья (дом из ДСП, многоквартирный);
- год постройки дома;
- площадь пола в доме и т.д.

Как сделать хороший выбор атрибутов, необходимых для объекта, при таком количестве вариантов? Обычно все сводится к тому, что вы планируете делать с данными.

Если вы хотите создать цветную карту, показывающую дома по возрасту, имеет смысл иметь атрибут «Год постройки» для вашего объекта. Если вы точно знаете, что никогда не будете использовать этот тип карты, лучше не хранить эту информацию.

Сбор и хранение ненужной информации — плохая идея из-за стоимости и времени, необходимых для исследования и сбора информации.

Очень часто мы получаем векторные данные от компаний, друзей или правительства. В этих случаях обычно невозможно запросить определенные атрибуты, и нам приходится довольствоваться тем, что мы получаем.

Отдельные символы

Если объект символизируется без использования данных таблицы атрибутов, его можно нарисовать только простым способом. Например, для точечных объектов можно задать цвет и **маркер** (круг, квадрат, звезда и т. д.), но это все. Вы не можете указать ГИС рисовать объекты на основе одного из его свойств в таблице атрибутов. Для этого вам нужно использовать градуированный, непрерывный или уникальный символ значения. Они подробно описаны в следующих разделах.

Приложение ГИС обычно позволяет вам устанавливать символику слоя с помощью диалогового окна, например, показанного на рис. 7. В этом диалоговом окне вы можете выбрать цвета и стили символов. В зависимости от типа геометрии слоя могут отображаться различные параметры. Например, для точечных слоев вы можете выбрать стиль маркера. Для линейных и полигональных слоев нет параметра стиля маркера, но вместо этого вы можете выбрать **стиль линии** и **цвет**, например, пунктирный оранжевый для гравийных дорог, сплошной оранжевый для второстепенных дорог и т. д. (как показано на рис. 8). Для полигональных слоев у вас также есть возможность задать **стиль** и цвет заливки.

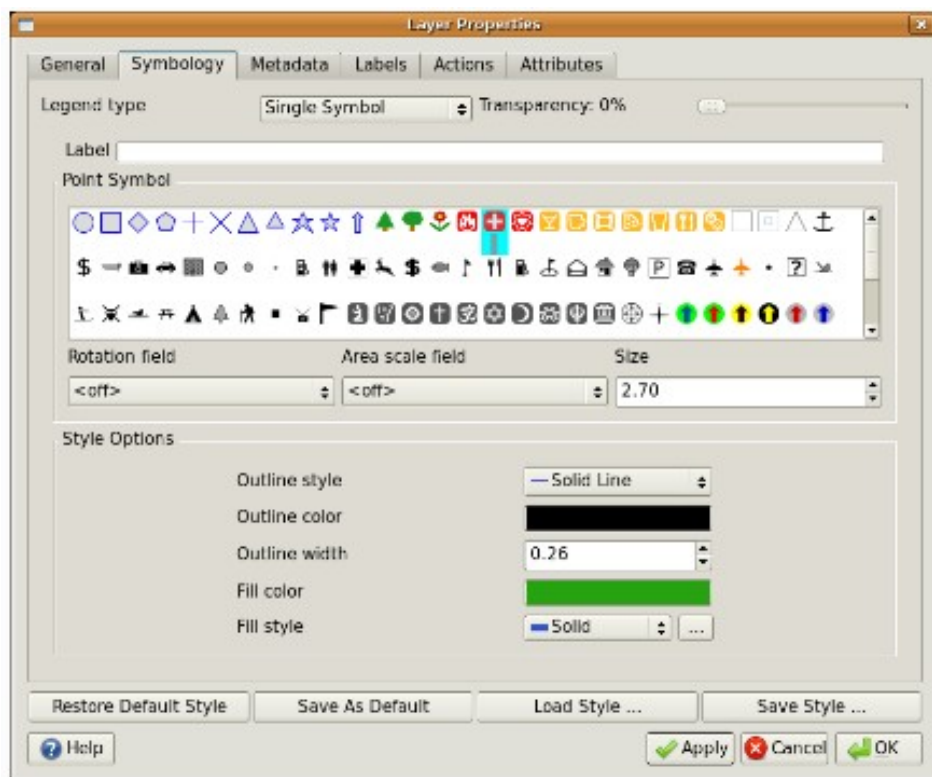


Рис. 7. При использовании простых символов объект рисуется без использования атрибута для управления его внешним видом. Это диалог для точечных объектов

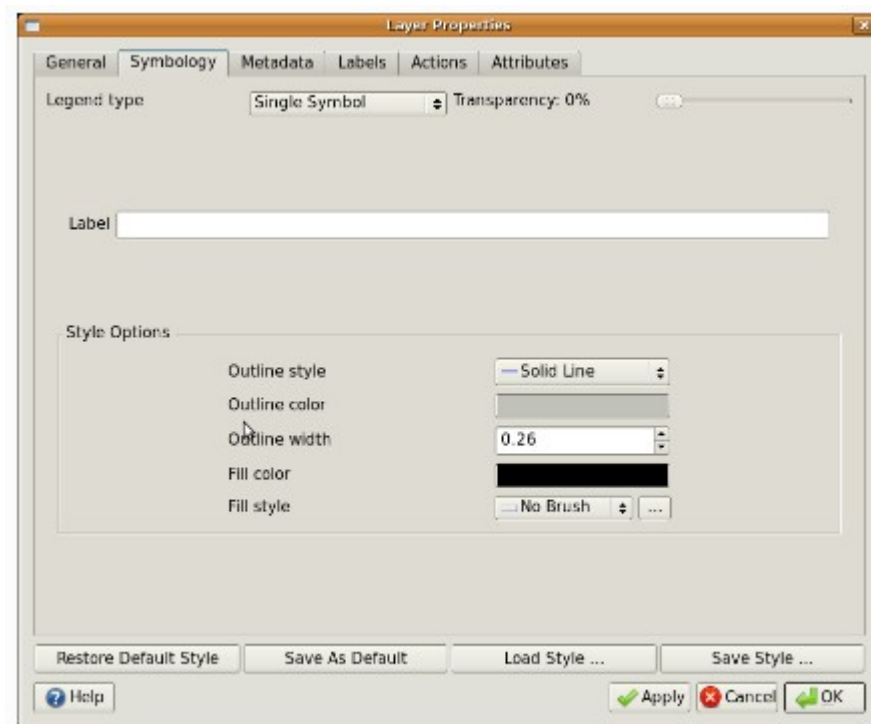


Рис. 8. Существуют различные варианты определения простых символов для полилинейных и полигональных объектов.

Градированные символы

Иногда векторные объекты представляют собой объекты с изменяющимся числовым значением. Хорошим примером этого являются контурные линии. Обычно каждый контур имеет значение атрибута, называемое «высотой», которое содержит информацию о том, какую высоту представляет этот контур. Ранее в этой теме мы показывали контуры, нарисованные одним цветом. Добавление цвета к контурам может помочь нам интерпретировать значения контуров. Например, мы можем нарисовать низменные области одним цветом, области средней высоты — другим, а области большой высоты — третьим.

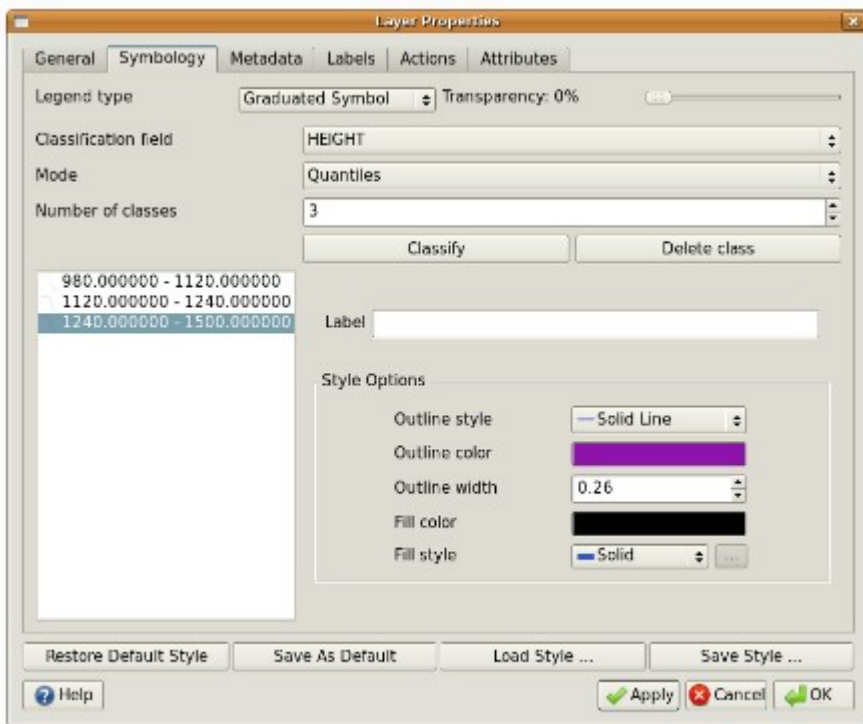


Рис. 9. Атрибут высоты контуров может использоваться для разделения контуров на 3 класса. Контуры между 980 м и 1120 м будут нарисованы коричневым цветом, между 1120 м и 1240 м — зеленым, а между 1240 м и 1500 м — фиолетовым

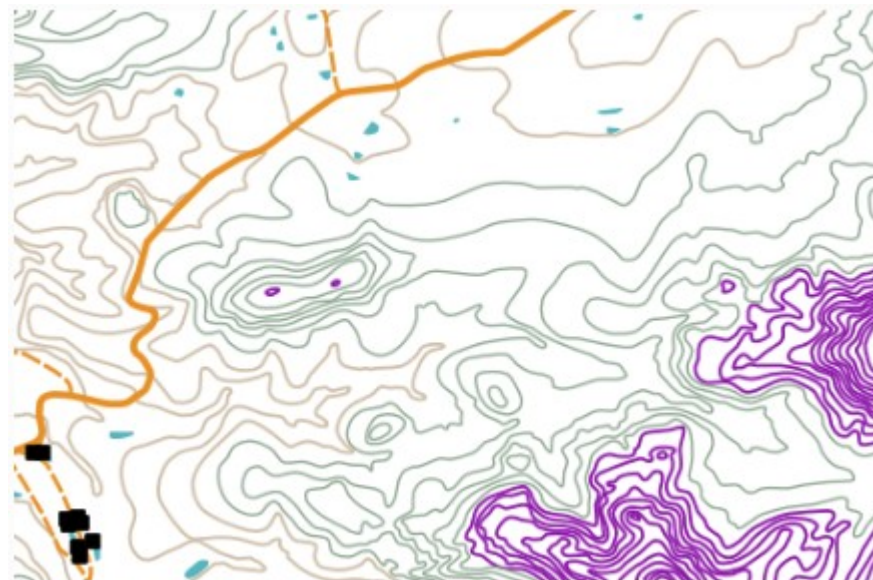


Рис. 10. Наша карта после установки градуированных цветов для наших контуров

Настройка цветов на основе дискретных групп значений атрибутов называется в QGIS **градуированной символикой**. Процесс показан на рисунках Рис. 9 и Рис. 10.

Значение атрибута	Класс и цвет
1	Класс 1
2	Класс 1
3	Класс 1
4	Класс 2
5	Класс 2
6	Класс 2
7	Класс 3
8	Класс 3
9	Класс 3

Градуированные символы наиболее полезны, когда вы хотите показать четкие различия между объектами со значениями атрибутов в разных диапазонах значений.

Приложение ГИС проанализирует данные атрибутов (например, высоту) и на основе запрошенного вами количества классов создаст для вас группировки.

Этот процесс проиллюстрирован в ***table_graded:*** градуированный цвет разбивает диапазоны значений атрибутов на выбранное вами количество классов. Каждый класс представлен другим цветом.

Непрерывные цветные символы

Иногда бывает полезно рисовать объекты в цветовом диапазоне от одного цвета до другого. Приложение ГИС будет использовать числовое значение атрибута из объекта (например, высоты контура или уровни загрязнения в ручье), чтобы решить, какой цвет использовать. Таблица [table_continuous](#) показывает, как значение атрибута используется для определения непрерывного диапазона цветов.

Значение атрибута	Цвет (без классов и группировок)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Таблица Непрерывная: Непрерывная цветовая символика использует начальный цвет (например, светло-оранжевый, показанный здесь) и конечный цвет (например, темно-коричневый, показанный здесь) и создает серию оттенков между этими цветами.

Используя тот же пример контуров, который мы использовали в предыдущем разделе, давайте посмотрим, как определяется и выглядит карта с символикой непрерывного цвета. Процесс начинается с установки свойств слоев на непрерывный цвет с помощью диалога, подобного показанному на рис. 11 .

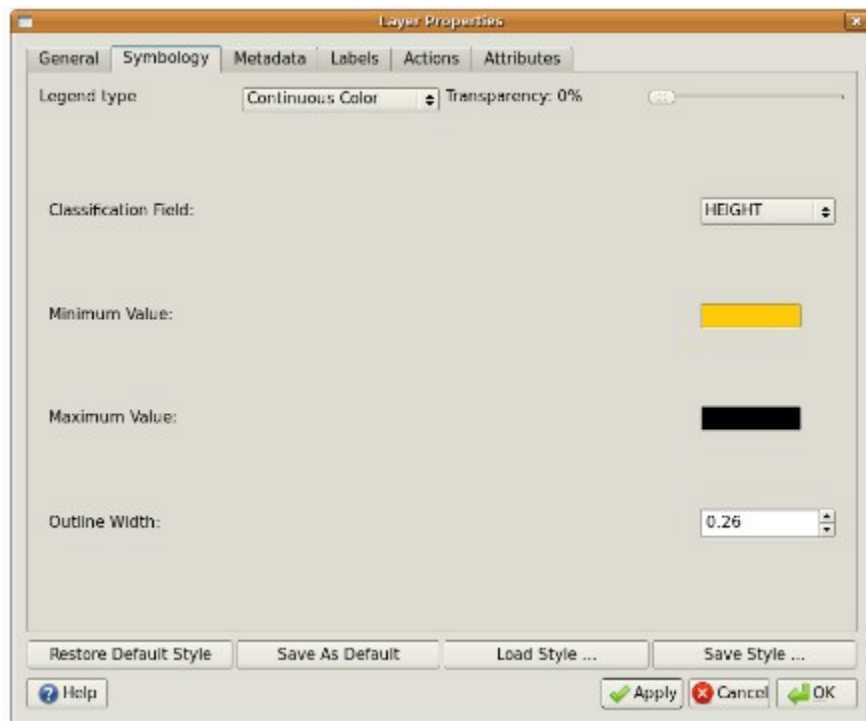


Рис. 10. Настройка непрерывной цветовой символики. Атрибут высоты контура используется для определения значений цвета. Цвета определяются для минимальных и максимальных значений. Затем приложение ГИС создаст градиент цветов для рисования объектов на основе их высот.

После определения минимального и максимального цветов в цветовом диапазоне, цветные объекты, которые будут нарисованы, будут зависеть от того, где атрибут находится в диапазоне между минимумом и максимумом. Например, если у вас есть контурные объекты со значениями, начинающимися с 1000 м и заканчивающимися на 1400 м, диапазон значений составляет от 1000 до 1400. Если цвет, установленный для минимального значения, установлен на оранжевый, а цвет для максимального значения - черный, контуры со значением, близким к 1400 м, будут нарисованы близко к черному. С другой стороны, контуры со значением, близким к 1000 м, будут нарисованы близко к оранжевому (см. рис. 11).

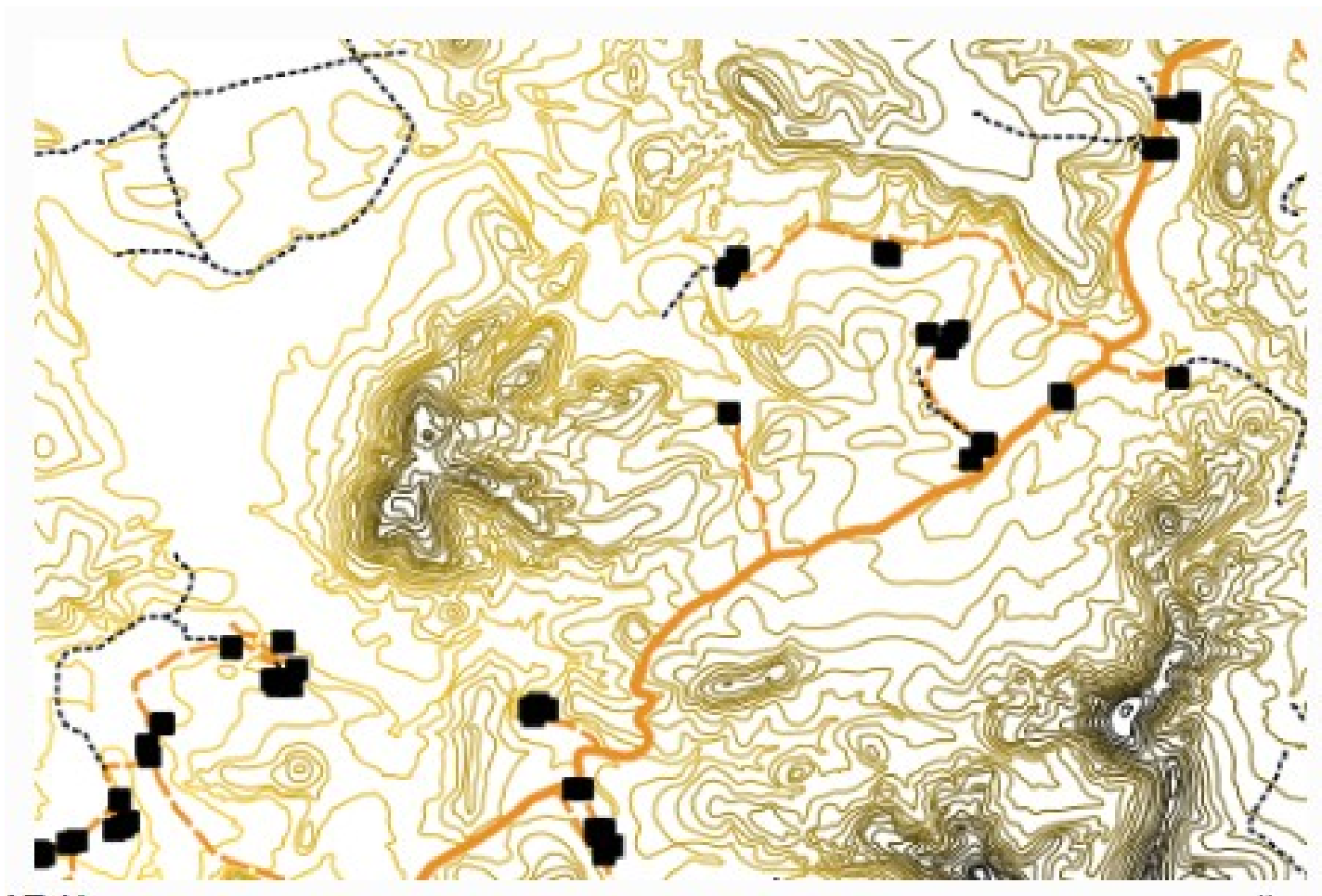


Рис. 11. Контурная карта, нарисованная с использованием непрерывной цветовой символики

УНИКАЛЬНЫЕ СИМВОЛЫ ЦЕННОСТИ

Значение атрибута	Цветовой класс и символ
Артериальный маршрут	
Главная дорога	
Второстепенная дорога	
Улица	

Таблица уникальных: уникальные значения атрибутов для типа объекта (например, дороги) могут иметь свой собственный символ.

В приложении ГИС мы можем открыть/выбрать использование символики уникальных значений для слоя. ГИС просканирует все различные строковые значения в поле атрибута и создаст список уникальных строк или чисел. Затем каждому уникальному значению можно назначить цвет и стиль. Это показано на рис. 12.

Иногда атрибуты объектов не являются числовыми, вместо этого используются **строки**. «Строка» — это компьютерный термин, означающий группу букв, цифр и других письменных символов. Атрибуты строк часто используются для классификации вещей по имени. Мы можем указать ГИС-приложению назначить каждой уникальной строке или числу свой цвет и символ. Дорожные объекты могут иметь разные классы (например, «улица», «второстепенная дорога», «главная дорога» и т. д.), каждый из которых отображается на карте ГИС разными цветами или символами.

Это проиллюстрировано в

[table unique](#)

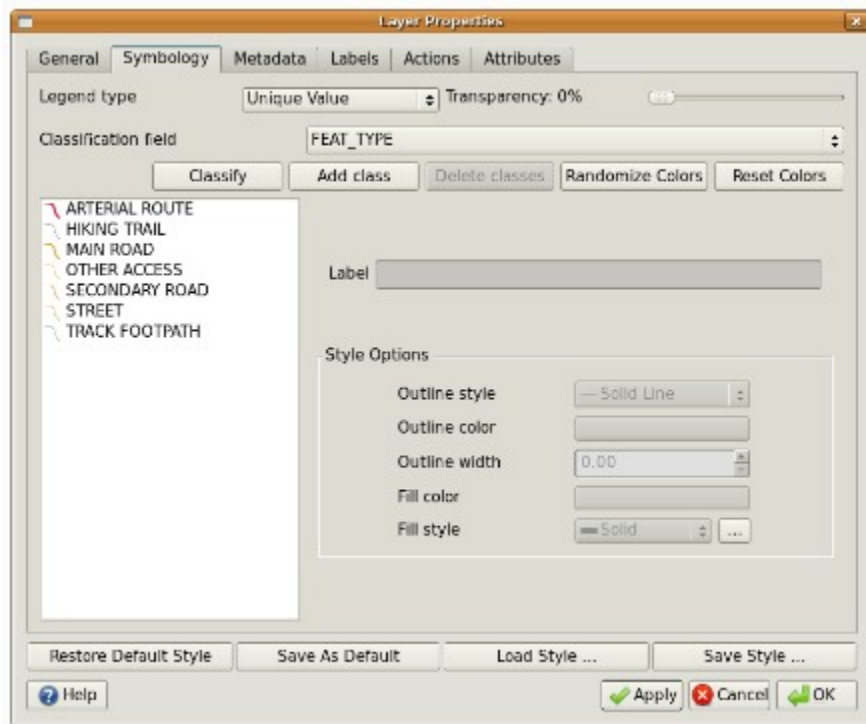


Рис. 12. Определение уникальных символов значений для дорог на основе типа дороги.

Когда ГИС рисует слой, она будет просматривать атрибуты каждого объекта перед тем, как нарисовать его на экране. На основе значения в выбранном поле в таблице атрибутов линия дороги будет нарисована с подходящим цветом и стилем линии (и стилем заливки, если это полигональный объект). Это показано



Рис. 13. Векторный слой дорог, обозначенный с использованием уникального значения для каждого типа дороги

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)»

Институт «Информационные системы, экономика и управление»
Кафедра «Цифровые технологии»

ЛЕКЦИЯ №4
РАСТРОВЫЕ ДАННЫЕ

Старший преподаватель
Отс Дарья Анатольевна

Омск, 2024

Растровые данные в деталях

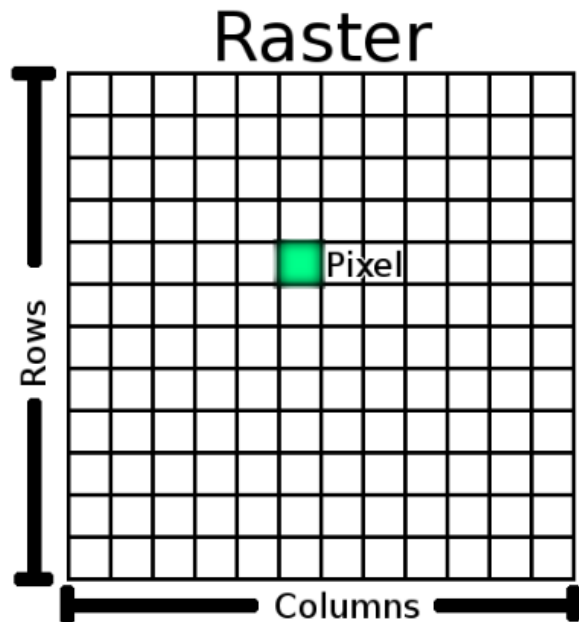


Рис. 1. Набор растровых данных состоит из строк (проходящих по горизонтали) и столбцов (проходящих по вертикали) пикселей (также известных как ячейки). Каждый пиксель представляет собой географический регион, а значение в этом пикселе представляет собой некоторую характеристику этого региона

Растровые данные используются в ГИС-приложении, когда мы хотим отобразить информацию, которая непрерывна по области и не может быть легко разделена на векторные объекты.

Например, показанные луга имеют много вариаций цвета и плотности покрова. Было бы достаточно легко сделать один полигон вокруг каждой области луга, но большая часть информации о луге будет потеряна в процессе упрощения объектов до одного полигона. Это связано с тем, что когда вы даете векторному объекту значения атрибутов, они применяются ко всему объекту, поэтому векторы не очень хороши для представления объектов, которые не являются однородными (полностью одинаковыми) повсюду. Другой подход, который вы можете использовать, — оцифровать каждое небольшое изменение цвета и покрова травы как отдельный полигон.

Проблема такого подхода в том, что для создания хорошего векторного набора данных потребуется проделать огромный объем работы.

Использование растровых данных является решением этих проблем.

Геопривязка

Геопривязка — это процесс точного определения того, где именно на поверхности Земли было создано изображение или набор растровых данных.

Эта позиционная информация хранится вместе с цифровой версией аэрофотоснимка. Когда приложение ГИС открывает фотографию, оно использует позиционную информацию, чтобы гарантировать, что фотография отображается в правильном месте на карте. Обычно эта позиционная информация состоит из координаты верхнего левого пикселя на изображении, размера каждого пикселя в направлении X, размера каждого пикселя в направлении Y и величины (если таковая имеется), на которую поворачивается изображение. С помощью этих нескольких фрагментов информации приложение ГИС может гарантировать, что растровые данные отображаются в правильном месте.

Информация о географической привязке для растра часто предоставляется в небольшом текстовом файле, сопровождающем растр.

Источники растровых данных

Растровые данные можно получить несколькими способами. Два наиболее распространенных способа — это аэрофотосъемка и спутниковая съемка. При аэрофотосъемке самолет пролетает над областью с камерой, установленной под ним. Затем фотографии импортируются в компьютер и привязываются к местности. Спутниковые снимки создаются, когда спутники, вращающиеся вокруг Земли, направляют специальные цифровые камеры на Землю, а затем делают снимок области на Земле, над которой они пролетают. После того, как изображение сделано, оно отправляется обратно на Землю с помощью радиосигналов на специальные приемные станции. Процесс получения растровых данных с самолета или спутника называется **дистанционным зондированием**.

В других случаях растровые данные могут быть вычислены. Например, страховая компания может взять отчеты полиции о преступлениях и создать общенациональную растровую карту, показывающую, насколько высок уровень преступности в каждой области. В этих случаях они часто используют методы анализа растров, такие как **интерполяция**.

Иногда растровые данные создаются из векторных данных, поскольку владельцы данных хотят поделить данные в удобном для использования формате. Например, компания с дорожными, железнодорожными, кадастровыми и другими векторными наборами данных может выбрать создание растровой версии этих наборов данных, чтобы сотрудники могли просматривать эти наборы данных в веб-браузере. Обычно это полезно только в том случае, если атрибуты, о которых должны знать пользователи, могут быть представлены на карте с помощью меток или символов. Если пользователю необходимо просмотреть таблицу атрибутов для данных, предоставление их в растровом формате может быть плохим выбором, поскольку растровые слои обычно не имеют связанных с ними данных атрибутов.

Пространственное разрешение

Каждый растровый слой в ГИС имеет пиксели (ячейки) фиксированного размера, которые определяют его пространственное разрешение. Это становится очевидным, если посмотреть на изображение в мелком масштабе (см. рис. 2), а затем увеличить его до крупного масштаба (см. рис. 3).



Рис. 2. Этот спутниковый снимок выглядит хорошо при использовании мелкого масштаба...



Рис. 3. ...но при увеличении можно увидеть отдельные пиксели, из которых состоит изображение

Пространственное разрешение изображения определяется несколькими факторами. Для данных дистанционного зондирования пространственное разрешение обычно определяется возможностями сенсора, используемого для получения изображения.

Изображения с размером пикселя, покрывающим небольшую область, называются изображениями «**высокого разрешения**», поскольку на них можно различить высокую степень детализации. Изображения с размером пикселя, покрывающим большую область, называются изображениями «**низкого разрешения**», поскольку количество деталей, отображаемых изображениями, невелико.

Спектральное разрешение

В то время как наши глаза могут видеть только длины волн RGB, электронные датчики в камерах способны обнаруживать длины волн, которые наши глаза не видят. Конечно, в портативной камере, вероятно, нет смысла записывать информацию из **невидимых** частей спектра, так как большинство людей просто хотят посмотреть на фотографии своей собаки или что-то еще. Растровые изображения, которые включают данные для невидимых частей спектра света, часто называют многоспектральными изображениями. В ГИС запись невидимых частей спектра может быть очень полезна. Например, измерение инфракрасного света может быть полезно для идентификации водоемов.

Поскольку наличие изображений, содержащих несколько полос света, так полезно в ГИС, растровые данные часто предоставляются в виде многополосных изображений. Каждая полоса в изображении похожа на отдельный слой. ГИС объединит три полосы и покажет их как красный, зеленый и синий, чтобы человеческий глаз мог их видеть. Количество полос в растровом изображении называется его **спектральным разрешением**.

Если изображение состоит только из одной полосы, его часто называют изображением в оттенках серого. Для изображений в оттенках серого можно применить ложную окраску, чтобы сделать различия в значениях пикселей более очевидными. Изображения с примененной ложной окраской часто называют **псевдоцветными изображениями**.

Преобразование растра в вектор

При обсуждении векторных данных мы объяснили, что растровые данные часто используются в качестве фонового слоя, который затем применяется в качестве основы для оцифровки векторных объектов.

Другой подход заключается в использовании современных компьютерных программ для автоматического извлечения векторных объектов из изображений. Некоторые объекты, такие как дороги, отображаются на изображении как внезапное изменение цвета соседних пикселей. Компьютерная программа ищет такие изменения цвета и в результате создает векторные объекты. Этот вид функциональности обычно доступен только в очень специализированном (и часто дорогом) программном обеспечении ГИС..

Преобразование векторов в растры

Иногда бывает полезно преобразовать векторные данные в растровые. Одним из побочных эффектов этого является то, что атрибутивные данные (то есть атрибуты, связанные с исходными векторными данными) будут потеряны при преобразовании. Однако преобразование векторов в растровый формат может быть полезным, если вы хотите предоставить данные ГИС не пользователям ГИС.

С более простыми растровыми форматами человек, которому вы даете растровое изображение, может просто просмотреть его как изображение на своем компьютере без необходимости использования какого-либо специального программного обеспечения ГИС.

Растровый анализ

Существует множество аналитических инструментов, которые можно использовать на растровых данных, но нельзя использовать на векторных данных. Например, растры можно использовать для моделирования потока воды по поверхности земли. Эту информацию можно использовать для расчета водоразделов и сетей рек на основе рельефа местности.

Растровые данные также часто используются в сельском и лесном хозяйстве для управления производством сельскохозяйственных культур. Например, с помощью спутникового снимка земель фермера можно определить области, где растения растут плохо, а затем использовать эту информацию для внесения большего количества удобрений только на пораженные области. Лесники используют растровые данные для оценки того, сколько древесины можно заготовить на данной территории.

Растровые данные также очень важны для управления стихийными бедствиями. Анализ цифровых моделей рельефа (вид раstra, где каждый пиксель содержит высоту над уровнем моря) может затем использоваться для определения областей, которые, вероятно, будут затоплены. Затем это может быть использовано для направления спасательных и восстановительных работ в области, где это больше всего необходимо.

Топология

Определение понятия «ТОПОЛОГИЯ»



Рис. 4. Топология сети лондонского метрополитена

Топология выражает пространственные отношения между соединяющимися или смежными векторными объектами (точками, полилиниями и полигонами) в ГИС. Топологические или основанные на топологии данные полезны для обнаружения и исправления ошибок оцифровки (например, две линии в векторном слое дорог, которые не совпадают идеально на перекрестке). Топология необходима для проведения некоторых типов пространственного анализа, например сетевого анализа.

Представьте, что вы едете в Лондон. На обзорной экскурсии вы планируете сначала посетить собор Святого Павла, а днем рынок Ковент-Гарден за сувенирами. Глядя на карту метро Лондона (см. рис. 4), вам нужно найти пересадочные поезда, чтобы добраться из Ковент-Гардена в собор Святого Павла. Для этого требуется топологическая информация (данные) о том, где можно пересестись на другой поезд. Глядя на карту метро, топологические отношения иллюстрируются кругами, которые показывают связность.

Ошибки топологии

Топологические ошибки с **полигональными** объектами могут включать незамкнутые полигоны, зазоры между границами полигонов или перекрывающиеся границы полигонов. Распространенная топологическая ошибка с **полилинейными** объектами заключается в том, что они не встречаются идеально в точке (узле). Этот тип ошибки называется **недолетом**, если между линиями существует зазор, и **перелетом**, если линия заканчивается за линией, с которой она должна соединяться (см. рис. 5).

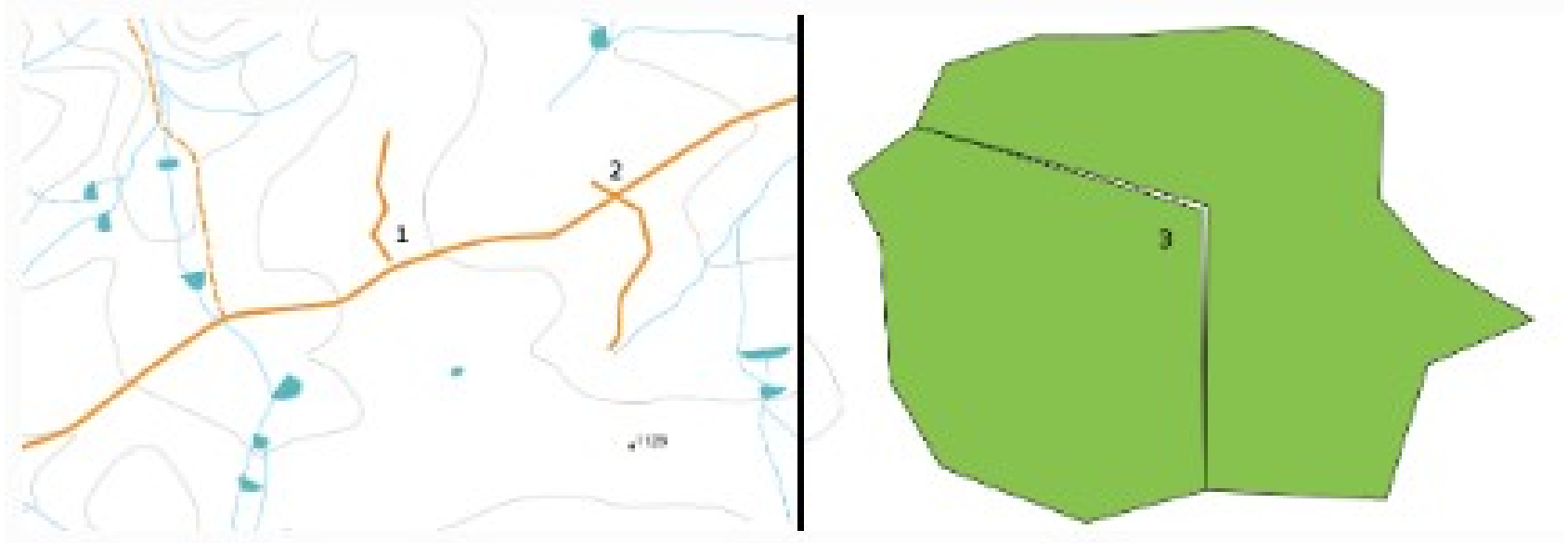


Рис. 5. Недолеты (1) возникают, когда оцифрованные векторные линии, которые должны соединяться друг с другом, не совсем соприкасаются. Перелеты (2) возникают, если линия заканчивается за линией, с которой она должна соединяться. Осколки (3) возникают, когда вершины двух полигонов не совпадают на их границах

Результатом ошибок перелета и недолета являются так называемые «висячие узлы» на конце линий. Висячие узлы допустимы в особых случаях, например, если они присоединены к тупиковым улицам.

Топологические ошибки нарушают связь между объектами. Эти ошибки необходимо исправить, чтобы можно было анализировать векторные данные с помощью таких процедур, как сетевой анализ

Правила топологии

К счастью, многие распространенные ошибки, которые могут возникнуть при оцифровке векторных объектов, можно предотвратить с помощью правил топологии, реализованных во многих ГИС-приложениях.

За исключением некоторых специальных форматов данных ГИС, топология обычно не применяется по умолчанию. Многие распространенные ГИС, такие как QGIS, определяют топологию как правила взаимоотношений и позволяют пользователю выбирать правила, если таковые имеются, для реализации в векторном слое.

В следующем списке приведены некоторые примеры того, где правила топологии могут быть определены для объектов реального мира на векторной карте:

- Края территорий карты муниципалитета не должны перекрываться.
- Края территорий карты муниципалитета не должны иметь разрывов (полос).
- Полигоны, показывающие границы собственности, должны быть замкнуты. Недолеты или перелеты линий границ не допускаются.
- Контурные линии в векторном линейном слое не должны пересекаться (пересекать друг друга).

Топологические инструменты

Многие приложения ГИС предоставляют инструменты для топологического редактирования. Например, в QGIS вы можете включить топологическое редактирование для улучшения редактирования и поддержания общих границ в слоях полигонов. ГИС, такая как QGIS, «обнаруживает» общую границу на карте полигонов, поэтому вам нужно только переместить вершину ребра одной границы полигона, а QGIS обеспечит обновление границ других полигонов, как показано на рис. 6 (1).

Другая топологическая опция позволяет предотвратить** перекрытие полигонов** во время оцифровки (см. рис. 6 (2)). Если у вас уже есть один полигон, с помощью этой опции можно оцифровать второй смежный полигон так, чтобы оба полигона перекрывались, а затем QGIS обрезает второй полигон по общей границе.

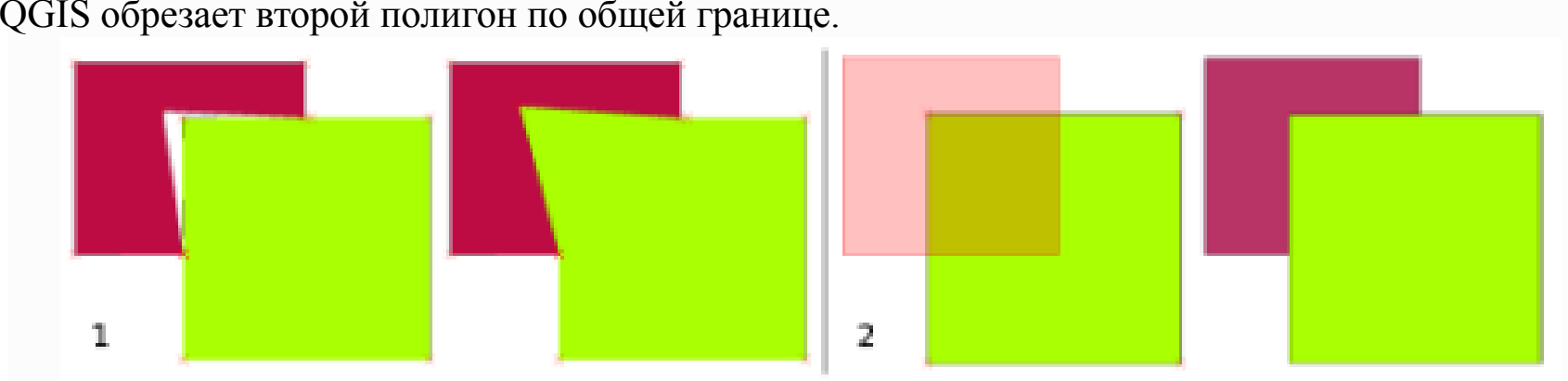


Рис.6 (1) Топологическое редактирование для обнаружения общих границ при перемещении вершин. При перемещении вершины обновляются все объекты, которые разделяют эту вершину. (2) Чтобы избежать перекрытия полигонов, когда оцифровывается новый полигон (показано красным), он обрезается, чтобы избежать перекрытия соседних областей

Расстояние защелкивания

Расстояние привязки — это расстояние, которое ГИС использует для поиска ближайшей вершины и/или сегмента, которые вы пытаетесь соединить при оцифровке. Сегмент — это прямая линия, образованная между двумя вершинами в геометрии полигона или полилинии. Если вы не находитесь в пределах расстояния привязки, ГИС, такая как QGIS, оставит вершину там, где вы отпустите кнопку мыши, вместо того, чтобы привязать ее к существующей вершине и/или сегменту (см. рис. 7).

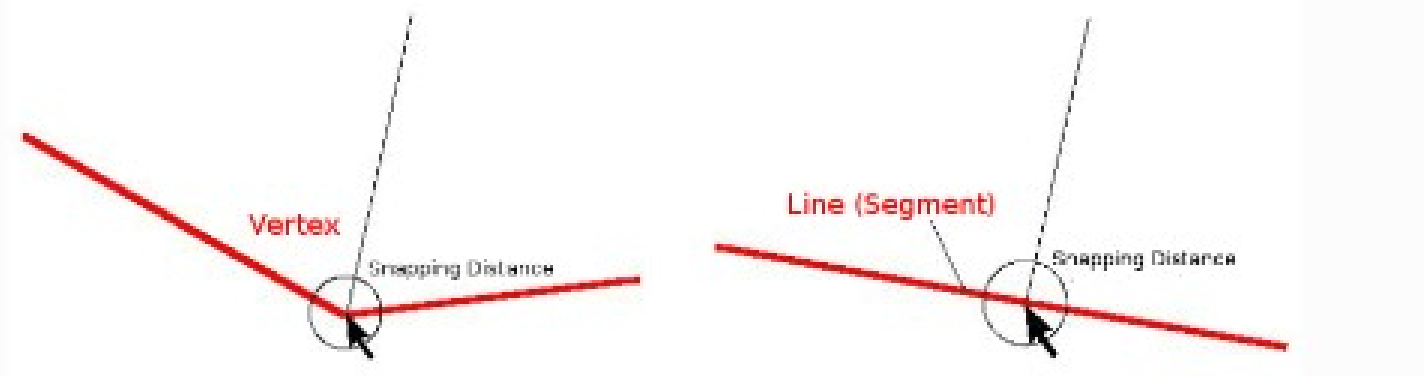


Рис.7 Расстояние привязки (черный круг) определяется в единицах карты (например, десятичных градусах) для привязки либо к вершинам, либо к сегментам

Радиус поиска

Радиус поиска — это расстояние, которое ГИС использует для поиска ближайшей вершины, которую вы пытаетесь переместить, когда нажимаете на карту. Если вы не находитесь в радиусе поиска, ГИС не найдет и не выберет ни одной вершины объекта для редактирования. В принципе, это довольно похоже на функциональность расстояния привязки.

Расстояние привязки и радиус поиска устанавливаются в единицах карты, поэтому вам может потребоваться поэкспериментировать, чтобы получить правильное значение расстояния. Если указать слишком большое значение, ГИС может привязаться к неправильной вершине, особенно если вы имеете дело с большим количеством вершин, расположенных близко друг к другу. Если указать слишком маленький радиус поиска, приложение ГИС не найдет ни одного объекта или вершины для перемещения или редактирования.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
(СибАДИ)»

Институт «Информационные системы, экономика и управление»
Кафедра «Цифровые технологии»

ЛЕКЦИЯ №5
Понятие и виды систем координат

Старший преподаватель
Отс Дарья Анатольевна

Омск, 2024

ПОДРОБНЕЕ О СИСТЕМАХ КООРДИНАТ

С помощью систем координат (СК) каждое место на Земле может быть описано набором из трех цифр, называемых координатами.

Их принято делить на **системы географических координат** и **системы проекционных координат** (также называются **картезианскими**, или **прямоугольными**).

СИСТЕМЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ

Системы географических координат основаны на **широте** и **долготе**, а также дополнительном значении высоты для описания местоположений на Земле.

Самая популярная в наше время называется **WGS 84** (англ. World Geodetic System 1984). Это всемирная система геодезических параметров Земли 1984 года, в число которых входит система геоцентрических координат. В отличие от локальных систем, является единой системой для всей планеты.

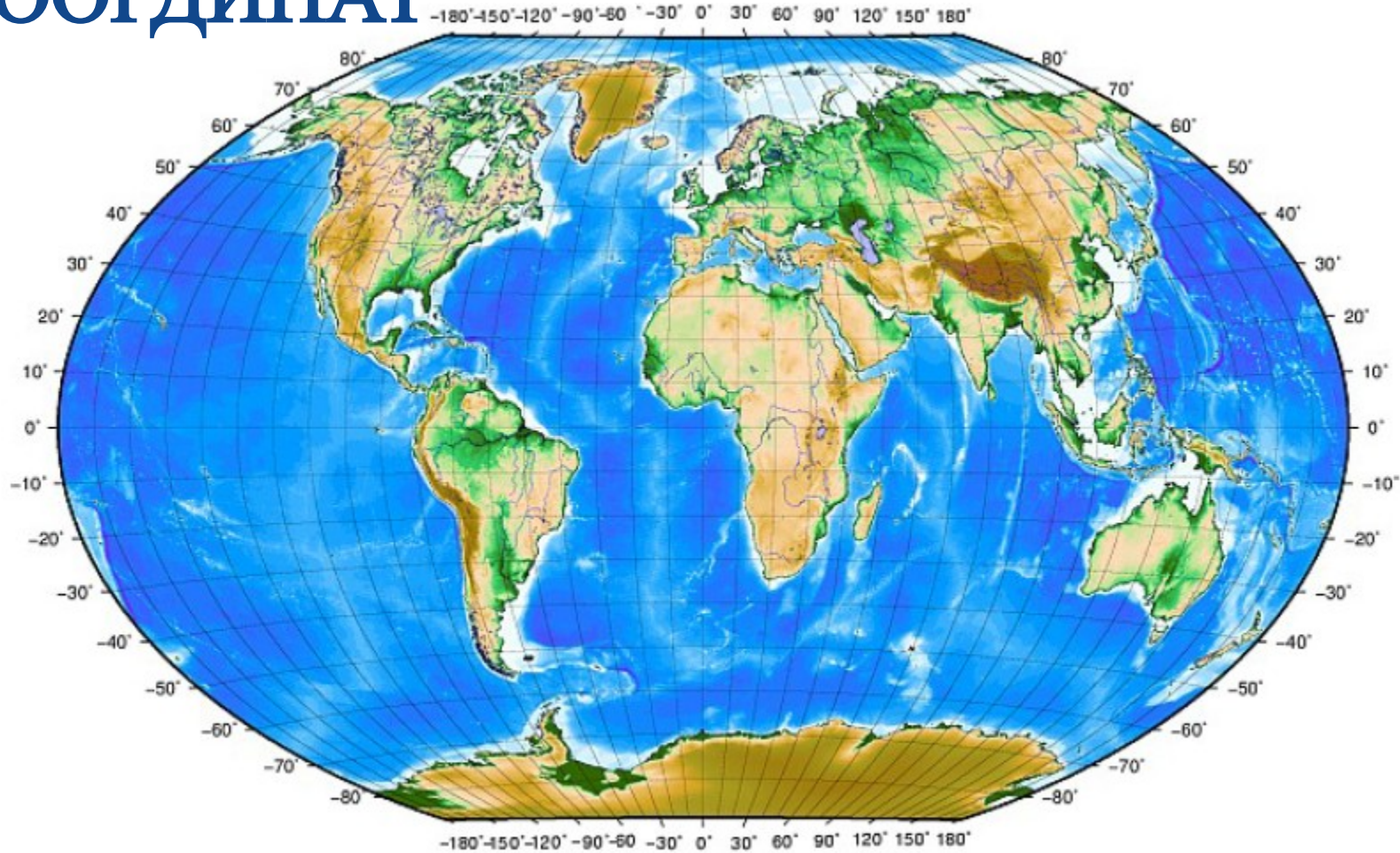
ЛИНИИ ШИРОТЫ

Линии широты (параллели) идут параллельно экватору и разделяют Землю на 180 равных частей с севера на юг. Точкой отсчета широты является экватор, и каждое **полушарие** разделено на девяносто частей, каждая из которых представляет собой один градус широты. Градусы широты измеряются от 0 на экваторе до 90 на полюсах (Северный полюс располагается на 90° северной широты, Южный полюс – на 90° южной широты). Для упрощения математического представления, градусы широты в Южном полушарии представляют со минусовым знаком (от 0 до -90°). В любой точке Земли расстояние между параллелями одинаково – 60 морских миль

ЛИНИИ ДОЛГОТЫ

Линии долготы (меридианы), с другой стороны, не являются регулярными. Они пересекают экватор под прямым углом, а потом сходятся на полюсах. Линия нулевой долготы (нулевой меридиан) идет от Северного полюса к Южному полюсу через Гринвич, Англия. Долгота измеряется от 0 до 180 градусов к западу или востоку от нулевого меридиана. Стоит заметить, что в ГИС-приложениях значения к западу от нулевого меридиана имеют негативные значения

СИСТЕМА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ



*Система географических координат,
состоящая из параллелей и меридианов*

На экваторе, и только на экваторе, расстояние между соседними меридианами, равно расстоянию между соседними параллелями. По мере приближения к полюсам, расстояние между меридианами уменьшается до тех пор, пока все 360 градусов долготы не сойдутся в одной-единственной точке полюса. Используя систему географических координат, мы имеем сетку линий, разделяющую Землю на фигуры, покрывающие примерно 12363.365 кв. км на экваторе... хорошее начало, но не очень полезное для точного определения местоположения.

Чтобы быть по-настоящему полезной, градусная сетка делится на более мелкие участки, которые способны определить местоположение объекта с допустимым уровнем точности. Для этого градусы разделены на **минуты** (') и **секунды** ("). В градусе 60 минут, в минуте 60 секунд, соответственно в градусе 3600 секунд. Значит, на экваторе одна секунда широты или долготы примерно равна 30.87624 м

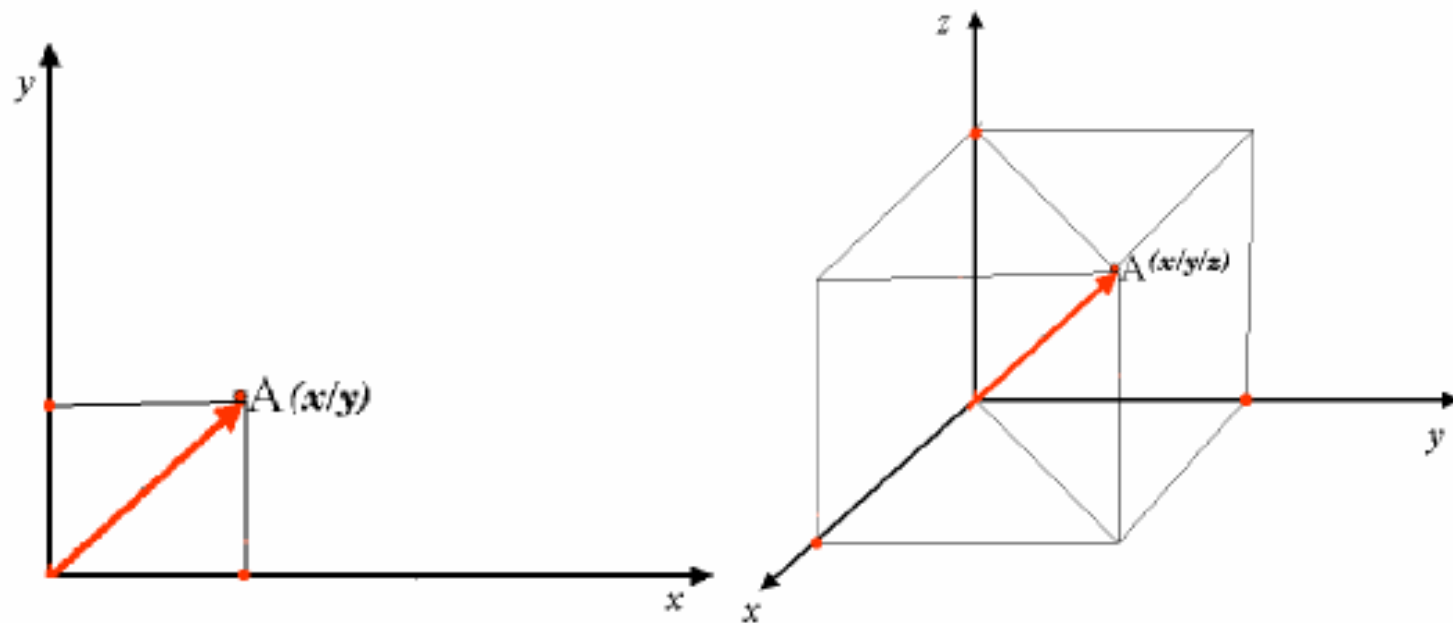
СИСТЕМЫ ПРОЕКЦИОННЫХ КООРДИНАТ

Двумерная координатная система обычно определяется двумя осями. Располагаясь под прямым углом друг к другу, они формируют так называемую XY-плоскость. Горизонтальная ось обычно подписывается как X, вертикальная – как Y.

В случае трехмерной системы координат добавляется третья ось Z. Она также располагается под прямым углом к двум первым осям.

Система проекционных координат в Южном полушарии (к югу от экватора) берет отсчет на экваторе от определенной **долготы**. Это значит, что значения Y повышаются на юг, а значения X растут в сторону запада. В Северном полушарии (к северу от экватора) проекционная СК также берет начало от экватора на определенной долготе. При этом значения Y растут в сторону севера, а значения X увеличиваются на восток.

СИСТЕМА ПРОЕКЦИОННЫХ КООРДИНАТ



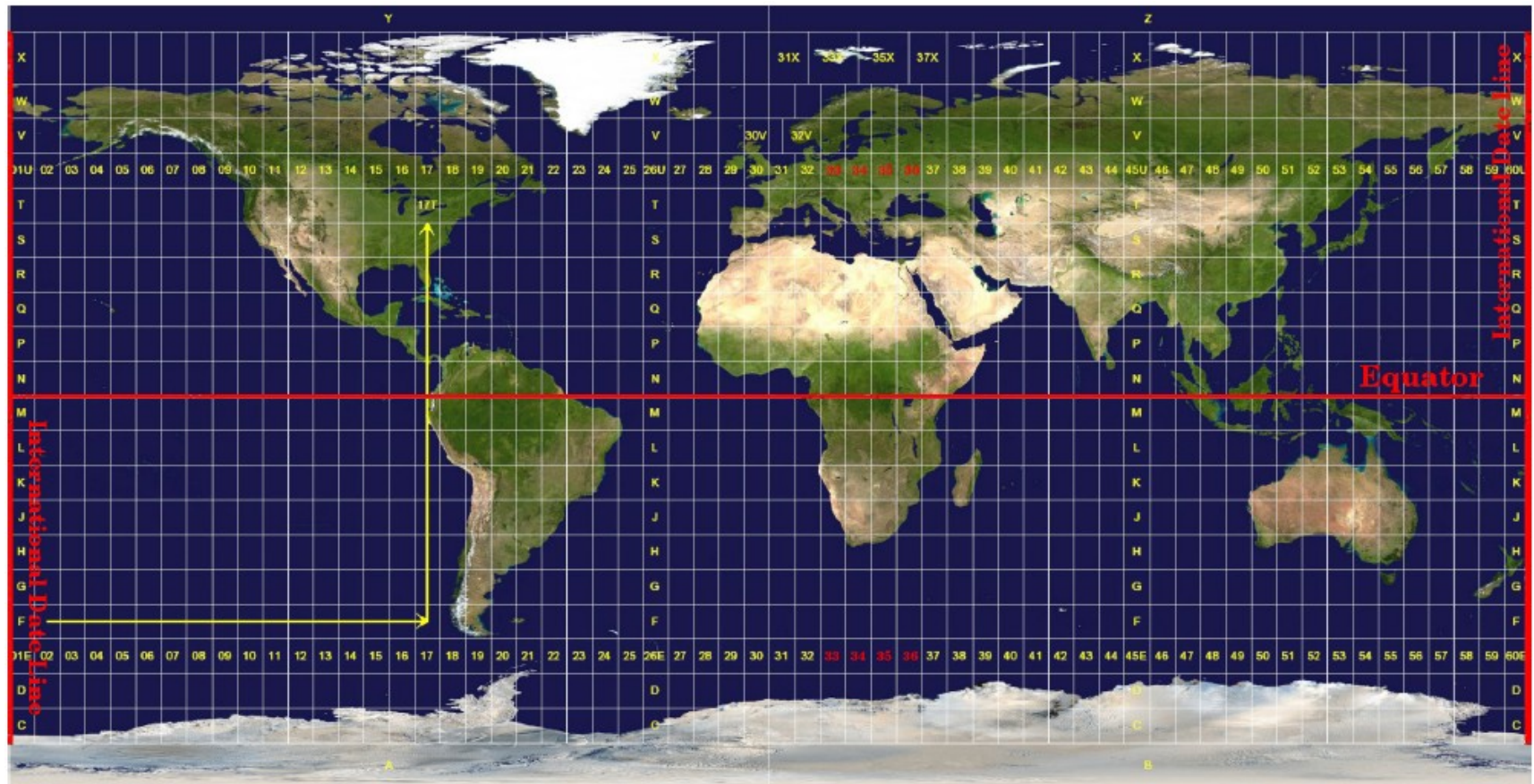
*Двумерная система
с координатами X и Y (слева) и трехмерная система
с координатами X , Y и Z (справа).*

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПОПЕРЕЧНАЯ ПРОЕКЦИЯ МЕРКАТОРА (UTM)

Точка отсчета системы координат UTM находится на экваторе на определенной долготе. Значения Y повышаются на юг, а значения X растут в сторону запада. UTM является глобальной картографической проекцией. Это означает, что она используется по всему миру. Но, как описано выше, с увеличением площади использования растет степень искажения геометрических параметров. Для того, чтобы избежать повышения искажений, Землю поделили на **60 одинаковых зон**, каждая из которых занимает **6 градусов долготы**. Зоны UTM пронумерованы от 1 до 60, и номера растут с запада на восток. Нумерация начинается от **линии перемены дат** (зона 1 находится на 180 градусах Западной долготы) и увеличивается на восток (зона 60 примыкает к 180 градусами Восточной долготы).

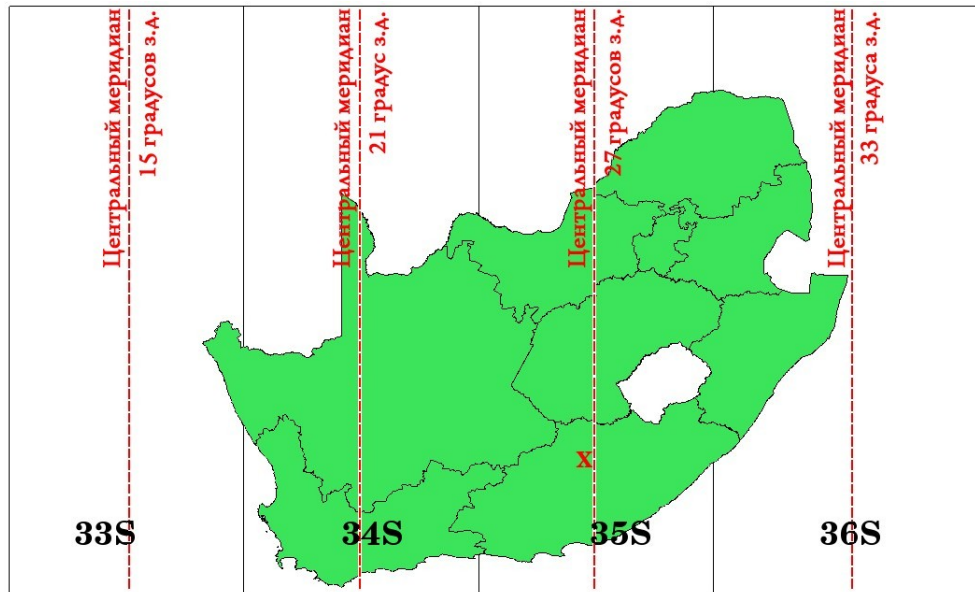
Буква S после зоны означает положение **к югу от экватора**.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПОПЕРЕЧНАЯ ПРОЕКЦИЯ МЕРКАТОРА (UTM)



*Зоны Универсальной Поперечной Проекции Меркатора.
Для Южной Африки используются зоны 33S, 34S, 35S и 36S*

ПРИМЕР РАБОТЫ С UTM



Зоны 33S, 34S, 35S и 36S, используемые для высокоточного проецирования территории ЮАР, и их центральные меридианы. Красным крестом помечена область интереса.

Как вы можете видеть, область находится в **зоне 35S**. Это означает: для того, чтобы минимизировать искажения и получить корректный результат, нужно использовать **UTM**, **зону 35S** в качестве системы координат. Позиция координаты в системе UTM к югу от экватора описывается **номером зоны (35)** и **северным (y)** и **восточным (x) смещением**. Северное смещение – это расстояние от экватора в метрах. Восточное смещение – это расстояние от **центрального меридиана** используемой зоны UTM. Для зоны 35S центральный меридиан проходит по линии **27° в.д.**, как показано на Рисунке 71. Кроме того, в UTM используются только положительные значения, потому что ко всем значениям **y прибавляют 10 000 000 м**, а ко всем значениям **x прибавляют 500 000 м**. Это может показаться трудным, поэтому мы проиллюстрируем на примере, как найти правильную координату для области интереса в системе **UTM 35S**.

Северное смещение (y)

Если интересующее нас место находится в 3 550 000 метрах к югу от экватора, северное смещение приобретает **негативное значение** и равняется -3 550 000 м. В соответствии с правилами UTM, нам необходимо прибавить **ложное смещение** на 10 000 000 м. Соответственно, значение северного смещения для координаты будет 6 450 000 м ($-3\,550\,000\text{ м} + 10\,000\,000\text{ м}$).

Восточное смещение (x)

Сначала нам необходимо найти центральный меридиан зоны UTM 35S. Как можно видеть из Рисунка 71, он находится на 27° в.д. Интересующее нас место находится в 85 000 метрах к западу от центрального меридиана, поэтому значение приобретает отрицательный знак, в результате получается -85 000 м. По правилам UTM мы добавляем ложное смещение на восток в 500 000 м. Значит, восточное смещение (x) для нашей координаты равно 415 000 м (т. е. $-85\,000 + 500\,000\text{ м}$).

В результате, координата для нашей **точки интереса (POI)**, проецированная в системе **UTM 35S**, будет записываться как **35 415000 mE / 6450000mN**. В некоторых ГИС, когда определена правильная зона и единицы измерения карты установлены на метры, координаты могут отображаться просто как **415000; 6450000**.

ПРОЕКЦИЯ «НА ЛЕТУ»

Как Вы могли уже подумать, довольно распространены ситуации, когда данные, которые Вы хотите использовать в ГИС, находятся в разных системах координат. Например, у Вас может быть векторный слой границ в проекции UTM 35S и точечный слой с метеорологической информацией, записанный в географической системе WGS84. Если открыть эти слои в ГИС, мы увидим, что они отображаются в абсолютно разных местах, хотя по факту информация относится к одной и той же территории.

Для решения этой проблемы многие ГИС имеют функцию, называемую **проекцией «на лету»**. Это значит, что Вы можете **задать** определенную проекцию вашей карты перед тем, как добавлять слои, а затем по мере добавления слоев они будут автоматически отображаться в заданной проекции, вне зависимости от того, в какой проекции они записаны изначально. Эта функция обеспечивает корректное наложение слоев даже в случае **различающихся** систем координат.