

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).

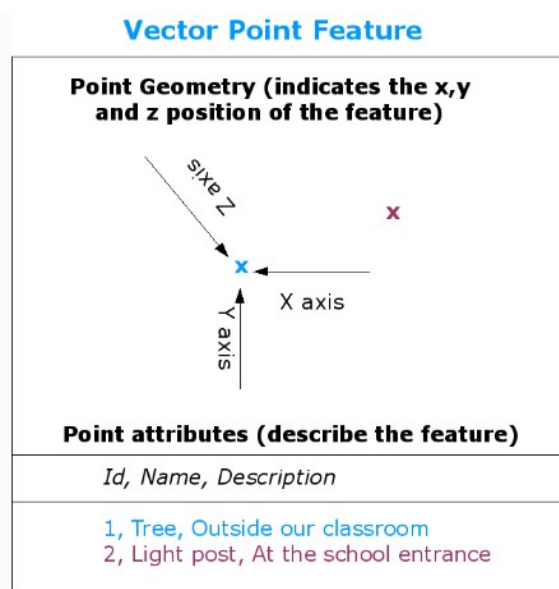


Рис. 2. Точечный объект описывается его координатами X, Y и, опционально, Z. Атрибуты точки описывают точку, например, является ли она деревом или фонарным столбом

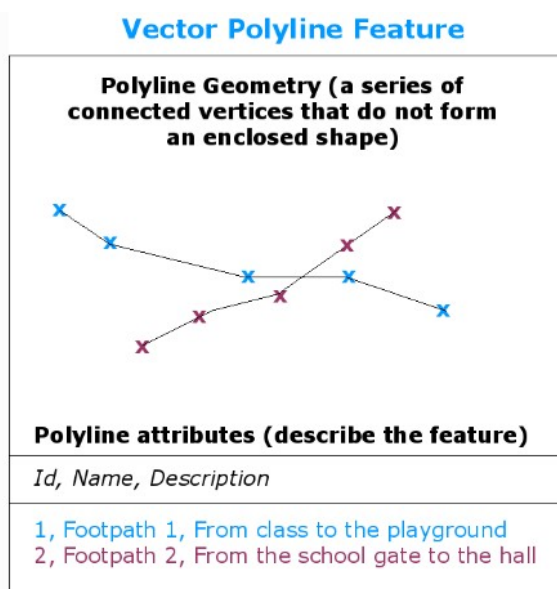


Рис. 3. Полилиния — это последовательность соединенных вершин. Каждая вершина имеет координаты X, Y (и опционально Z). Атрибуты описывают полилинию

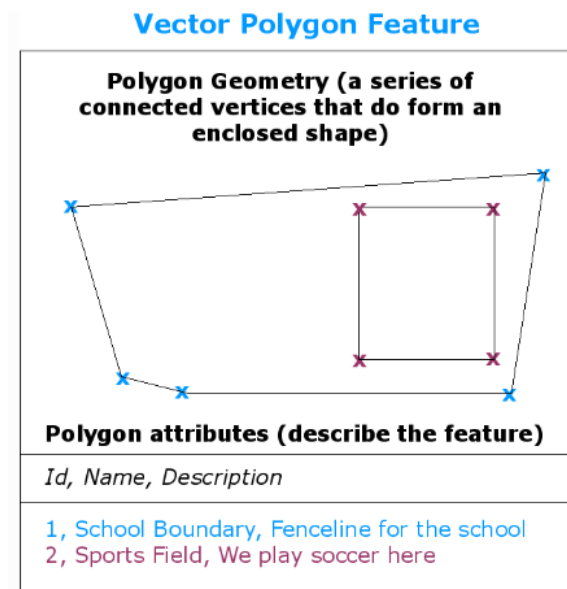


Рис. 4. Многоугольник, как и полилиния, представляет собой последовательность вершин. Однако в многоугольнике первая и последняя вершины всегда находятся в одном и том же положении

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).

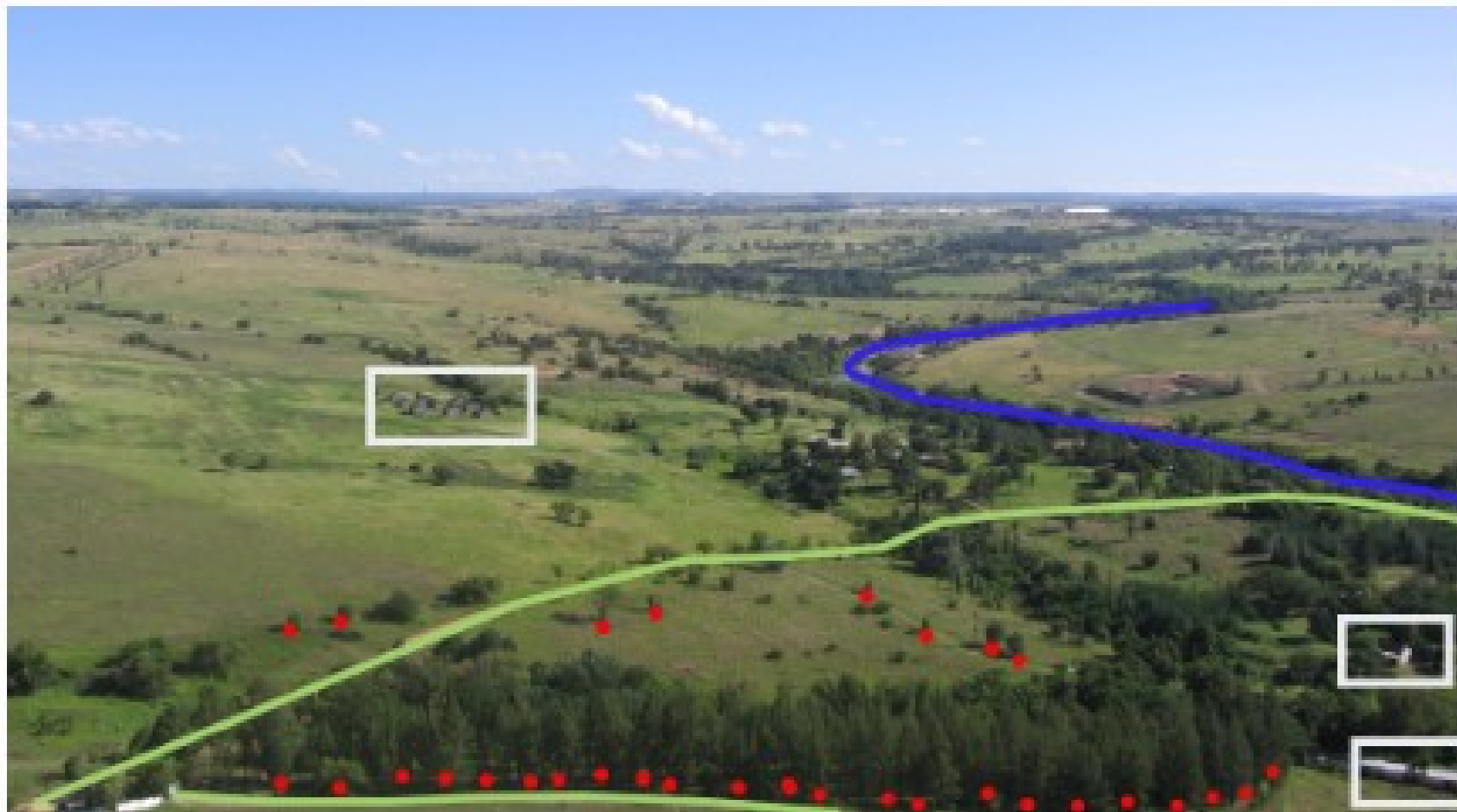


Рис. 5. Ландшафтные особенности, как мы представляем их в ГИС. Реки (синие) и дороги (зеленые) можно представить в виде линий, деревья — в виде точек (красные), а дома — в виде многоугольников (белые).

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.

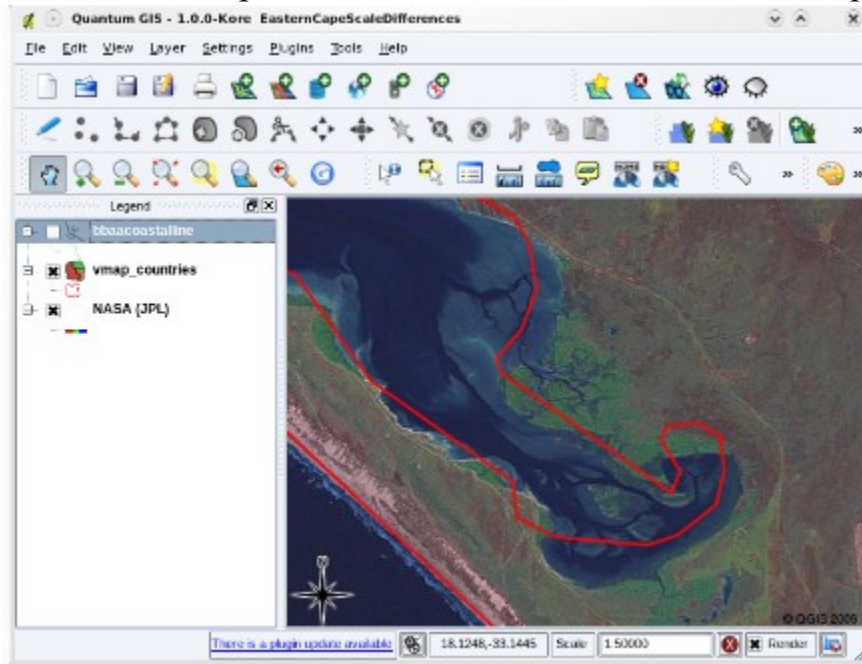


Рис. 7. Векторные данные (красные линии), оцифрованные с карты мелкого масштаба (1:1000 000).

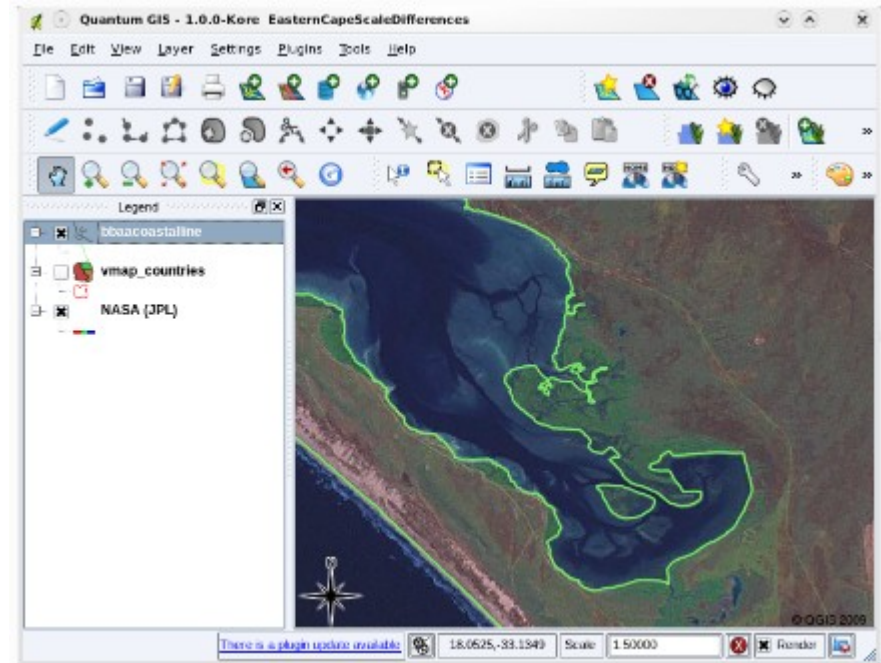


Рис. 8. Векторные данные (зеленые линии), оцифрованные с карты большого масштаба (1:50 000)

Символика

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

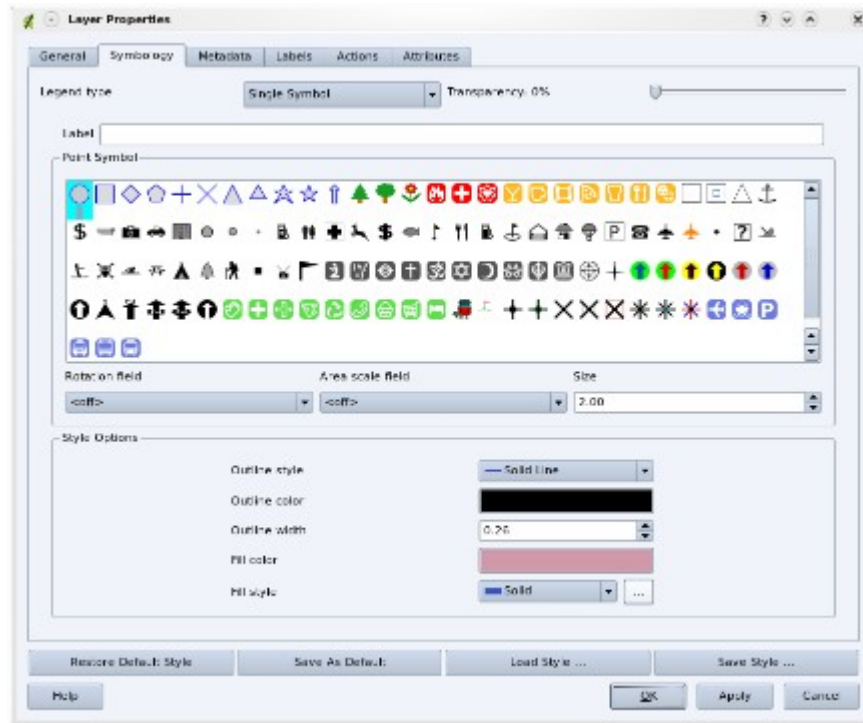


Рис. 9. В ГИС вы можете использовать панель (подобную представленной выше) для настройки того, как должны отображаться объекты на вашем слое

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).

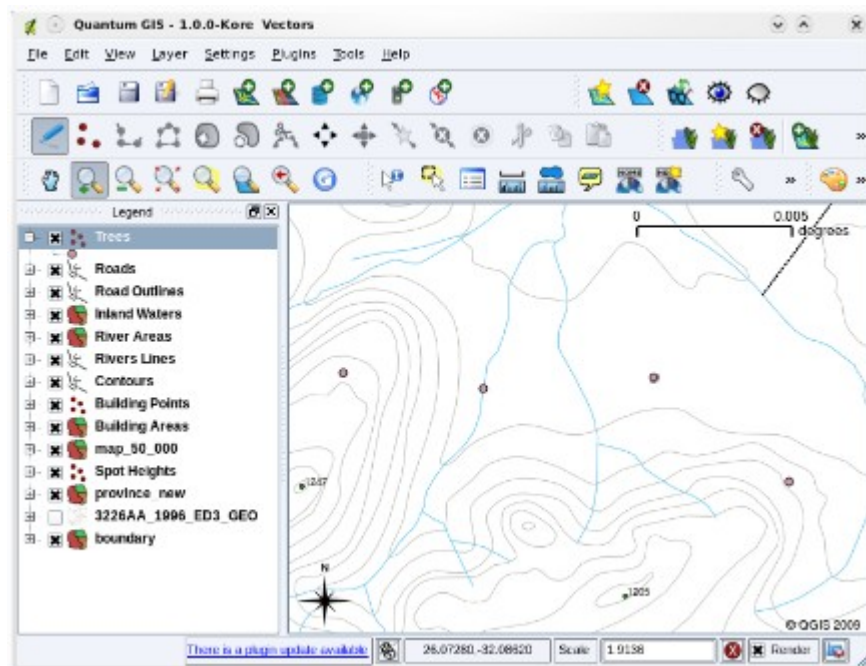


Рис. 10. Когда слой (например, слой деревьев выше) загружается впервые, ГИС-приложение присваивает ему общий символ

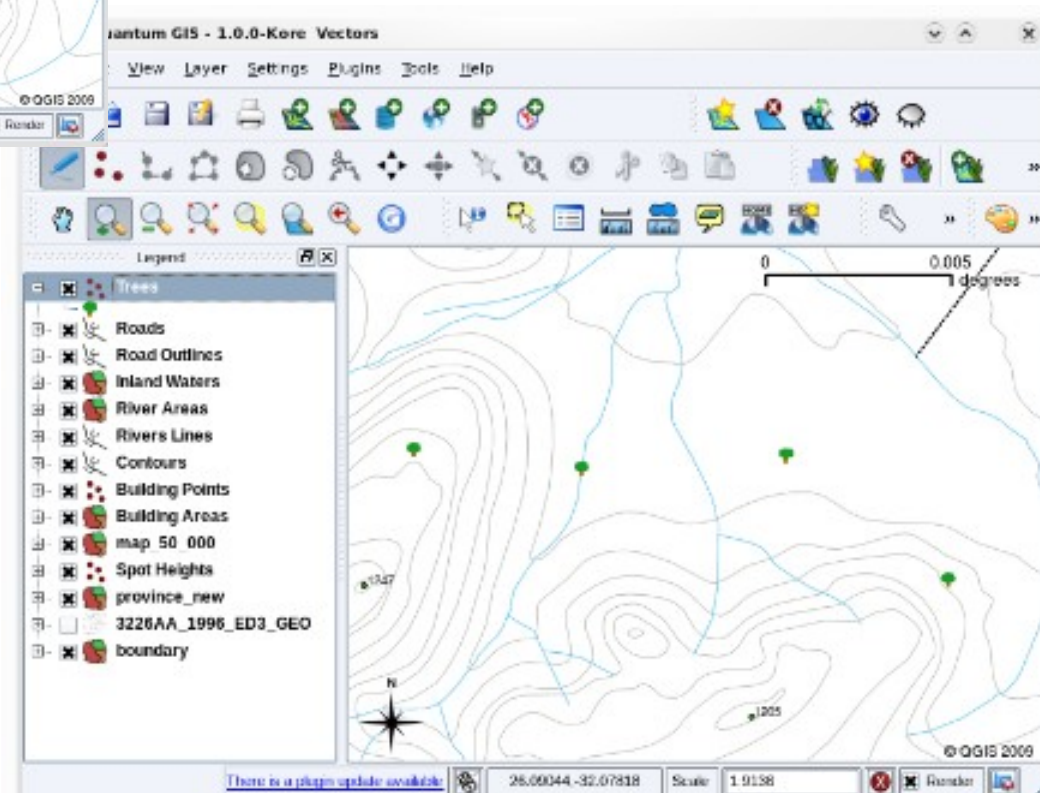


Рис. 11. После внесения корректировок становится гораздо легче увидеть, что наши точки представляют собой деревья

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).

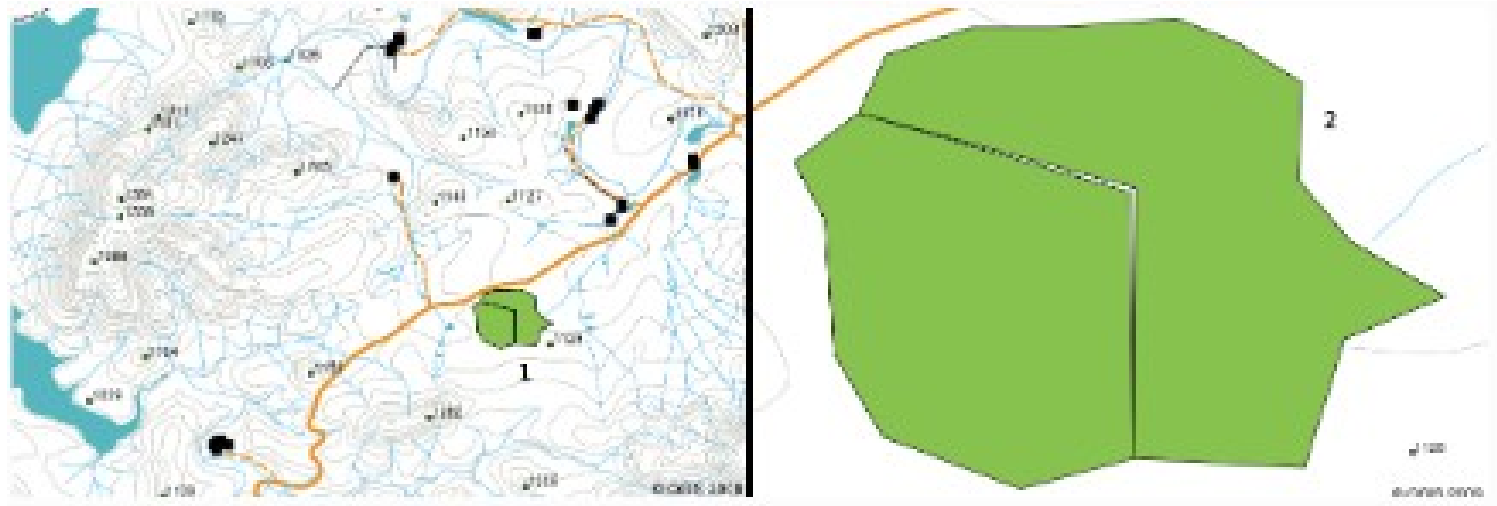


Рис. 12. Щепки возникают, когда вершины двух полигонов не совпадают на их границах. В мелком масштабе (например, 1 слева) вы можете не увидеть эти ошибки. В крупном масштабе они видны как тонкие полосы между двумя полигонами (2 справа).

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