

A thick black frame surrounds the text, consisting of a top horizontal bar, a left vertical bar, a bottom horizontal bar, and a right vertical bar.

ВЕКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДААННЫХ

РАССМАТРИВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ

1. Понятие векторной модели и ее характеристики
2. Типы пространственных объектов и их характеристика
3. Способы кодирования векторных данных. Пространственное индексирование.
4. Понятие топологических отношений. Матрица девяти пересечений. Форматы файлов для хранения векторных данных (формат покрытия, SHP-файл, обменный формат, mif/mid).
5. Конвертирование и импорт данных. Векторно-растровые преобразования

ПОНЯТИЕ ВЕКТОРНОЙ МОДЕЛИ И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ВЕКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

- **ВЕКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ** - цифровое представление пространственных объектов в виде множества дискретных объектов с заданными характеристиками.
- **ВЕКТОРНАЯ НЕ ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ** - все объекты являются полностью независимыми друг от друга и могут произвольно размещаться в пространстве.
- **ВЕКТОРНАЯ ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ** - состоит из описания отдельных объектов, а также из описаний топологии - отношений отдельных объектов между собой.

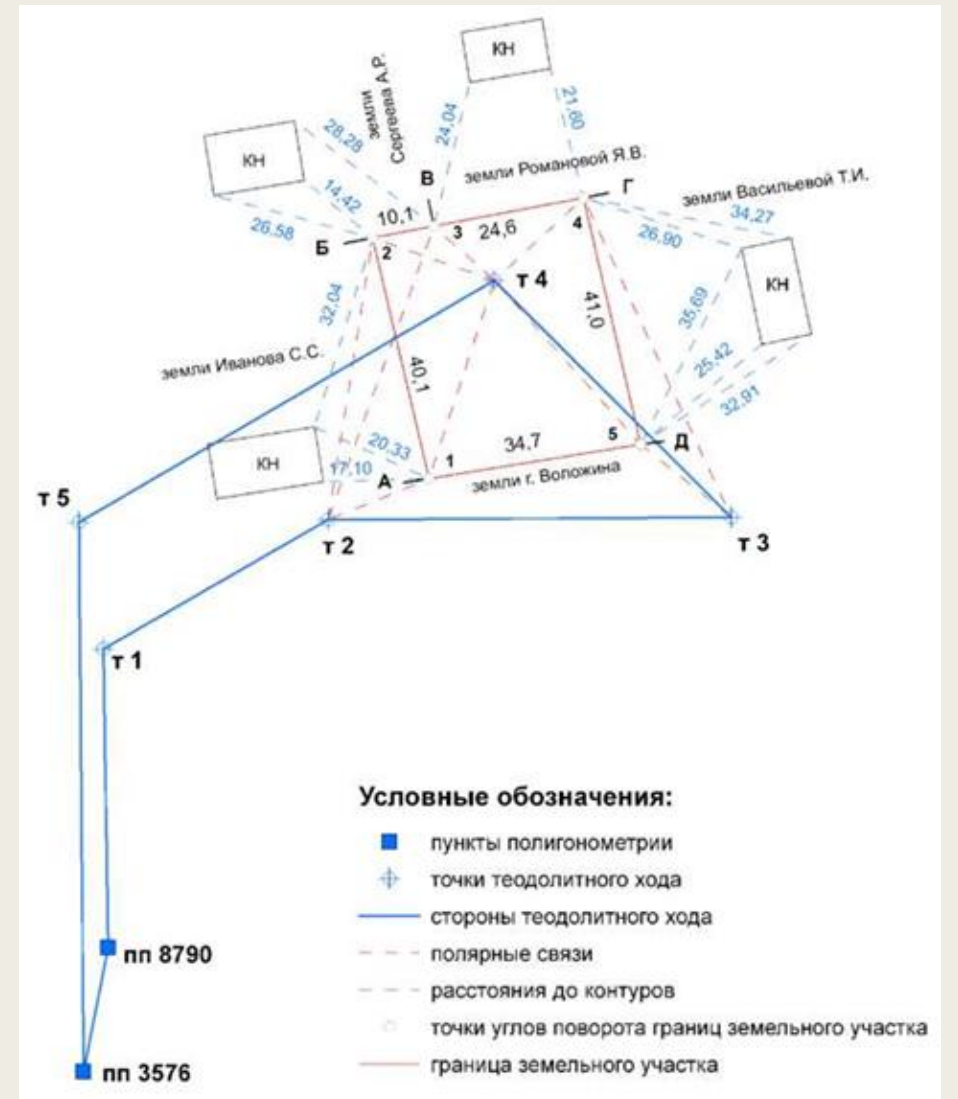
Модели геопространственных данных

Векторная модель

Пространство представлено множеством дискретных объектов с заданными параметрами;

Каждый объект пространства имеет четко выраженные границы и характеристики;

Объекты в пространстве представлены в виде точек, линий или полигонов (замкнутых контуров).



ВЕКТОРНАЯ МОДЕЛЬ НЕ ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ

НЕ ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ
ВЕКТОРНАЯ МОДЕЛЬ

ШЕЙП-МОДЕЛЬ

САПР-МОДЕЛЬ

В векторных не топологических моделях все объекты являются полностью независимыми друг от друга и могут произвольно размещаться в пространстве.

В векторной не топологической модели пространственная информация представляется наборами элементарных графических примитивов — точек, линий, полигонов.

Семантическая подробная информация передаётся определенными условными пометками (символами и цветом) и надписями (например, название улицы, этажность дома, площадь рабочего участка).

ШЕЙП-МОДЕЛЬ

Слой (тема) - совокупность однотипных пространственных объектов, определенных в одной модели данных на общей территории и в общей системе координат.

В шейп-модели допустимы 4 вида данных: точки, линии, полигоны и мультиточки. При этом в пределах одного слоя, представленного в виде шейп-модели, допускаются объекты только одного вида. Соответствующие слои при этом называются точечными, линейными, полигональными (площадными) и мультиточечными.

Данные в шейп-модели могут быть определены на плоскости - тогда они характеризуются двумя координатами (x, y) , а также в 3-мерном (координаты (x, y, z) или (x, y, m)) и 4-мерном (координаты (x, y, z, m)) пространстве.

Координата m обычно используется в качестве так называемой меры для линий, когда значение меры описывает расстояние от некоторого начала (пикетажное расстояние). Для других типов шейп-данных (точек, полигонов и мультиточек) мера обычно не используется.

ШЕЙП-МОДЕЛЬ

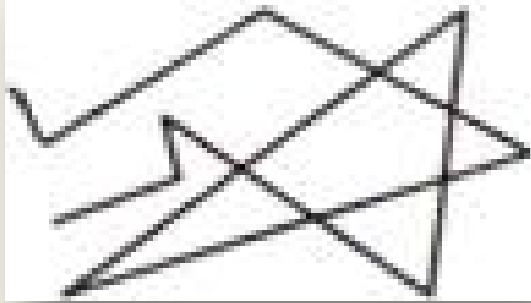
ТОЧКИ В ШЕЙП-МОДЕЛИ являются 0-мерными объектами, описываемыми набором соответствующих координат на плоскости или в пространстве. Точки используются для представления на карте таких объектов, как города на карте мира, колодцы, пожарные гидранты на плане города, высотные отметки рельефа.

МУЛЬТИТОЧКИ В ШЕЙП-МОДЕЛИ также являются 0-мерными объектами и состоят из ненулевого набора несоединённых точек. Этот тип объектов является обобщением типа «точки». Мультиточки используются на практике достаточно редко.

- ЛИНИИ В ШЕЙП-МОДЕЛИ являются 1-мерными (линейными) объектами и определяются как последовательности соединённых отрезками точек. При этом выделяют три вида линий: спагетти, струны и кольца.

Спагетти могут самопересекаться, а струны и кольца не могут. Кольца имеют совпадающие начальную и конечную точки. Все линейные объекты имеют некоторое значение длины, но всегда нулевую площадь.

ШЕЙП-МОДЕЛЬ



Пример линий типа спагетти



Пример линий типа «струна» (слева - допустимые, справа - нет)



Пример линий типа «струна» (слева - допустимые, справа - нет)

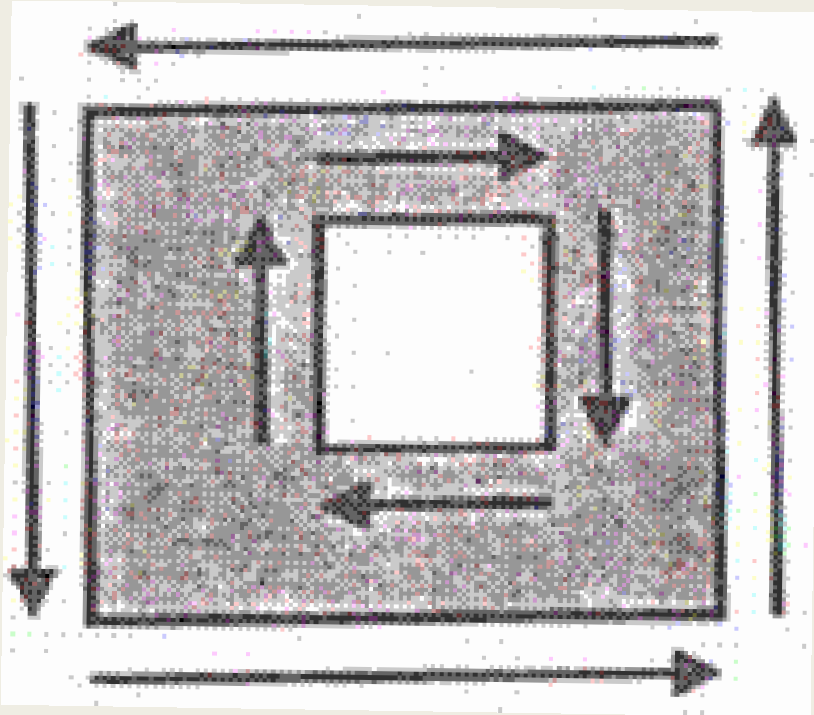
Спагетти должны состоять, по крайней мере, из одного отрезка, соединяющего две несовпадающие точки. Спагетти обычно используются при экспорте данных из некоторого источника линейных данных, где топологическая корректность данных не гарантируется.

Струны также должны состоять, по крайней мере, из одного отрезка, соединяющего две несовпадающие точки.

При вводе и редактировании струн производится проверка на то, чтобы не было самопересечений отрезков струны, а также последовательных коллинеарных отрезков.

Кольца должны иметь совпадающие начальную и конечную точки. При вводе и редактировании колец производится проверка на отсутствие самопересечений отрезков кольца, а также последовательных коллинеарных отрезков.

ШЕЙП-МОДЕЛЬ



Полигон с двумя контурами

Полигоны в шейп-модели являются 2-мерными (площадными) объектами и определяются несколькими (не менее одного) контурами, заданными в виде последовательности замкнутых непересекающихся линий. По крайней мере один из этих контуров должен быть внешним, а остальные - внутренними. Внутренние контуры при этом должны задаваться в порядке обхода контура по часовой стрелке, а внешние - против.

САПР-МОДЕЛЬ

САПР-модель (модель данных для систем автоматизированного проектирования) используется в геоинформационных системах для графического оформления карт и создания сложных 2D и 3D чертежей.

При этом в пределах одного слоя, представленного в САПР-модели, допускаются объекты различных типов: простые (точки, мультиточки, линии, полигоны) и сложные (прямоугольники, дуги, эллипсы, сплайны, растры, метафайлы, OLE-объекты, надписи, указатели, размерные линии и элементы оформления карт).

САПР-МОДЕЛЬ

ТИПЫ САПР-ПРОГРАММ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ САПР-МОДЕЛИ:

- Простые (AutoCAD, Компас-График)
- Средние (Solid Works, Solid Edge, Компас-3D)
- Продвинутое (CATIA, Pro/ENGINEER, NX)

Простые САПР применяют вместо кульмана для выполнения 2D-чертежей. С их помощью можно выполнять чертежи любой сложности и размеров (в том числе А1 и А0).

Средние САПР используются для 3D моделирования и построения чертежей по 3D моделям.

Продвинутое САПР - комплексы программ для крупного предприятия. В одной выполняется 3D модель детали (CAD-программа), во второй - рассчитывается ее прочность (CAE-программа), в третьей - проектируется инструмент для изготовления, в четвертой - разрабатывается управляющая программа для станков с ЧПУ (CAM-программа).

ВЕКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ

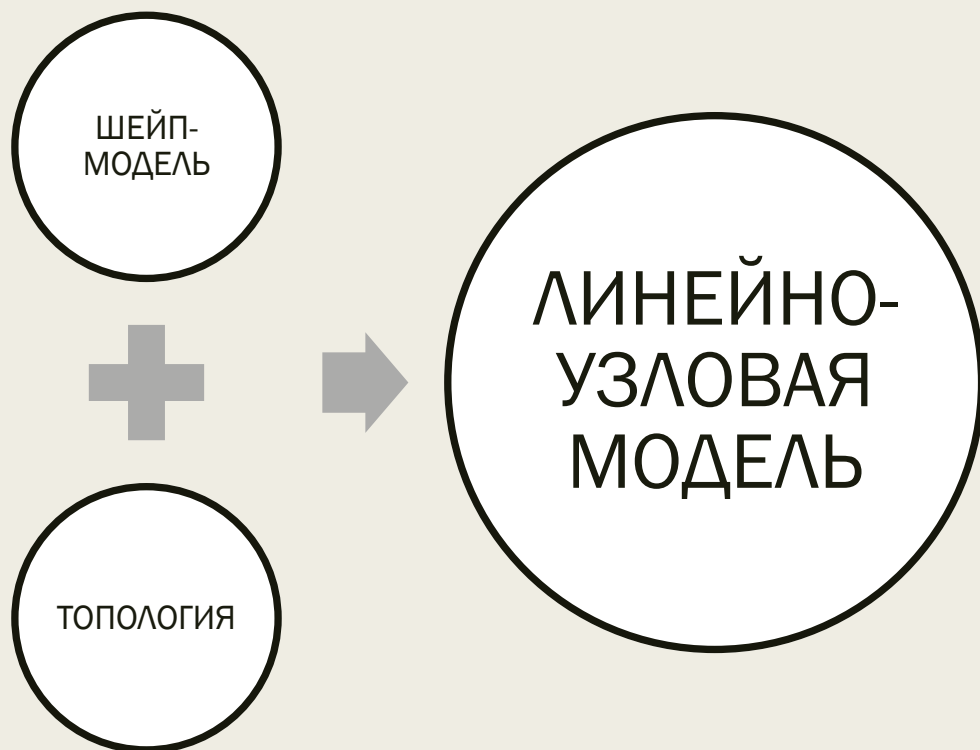


В векторных топологических моделях все объекты имеют определенное заданное размещение относительно друг друга и не могут произвольно размещаться в пространстве.

Векторная топологическая модель данных **содержит три основных типа объектов: узлы, дуги и полигоны**. Каждый из этих объектов имеет уникальный идентификатор ID, с помощью которого устанавливаются взаимные связи между объектами.

Семантическая подробная информация передается определенными условными пометками (символами и цветом) и надписями (например, название улицы, этажность дома, площадь рабочего участка).

ЛИНЕЙНО-УЗЛОВАЯ МОДЕЛЬ (ПОКРЫТИЕ)

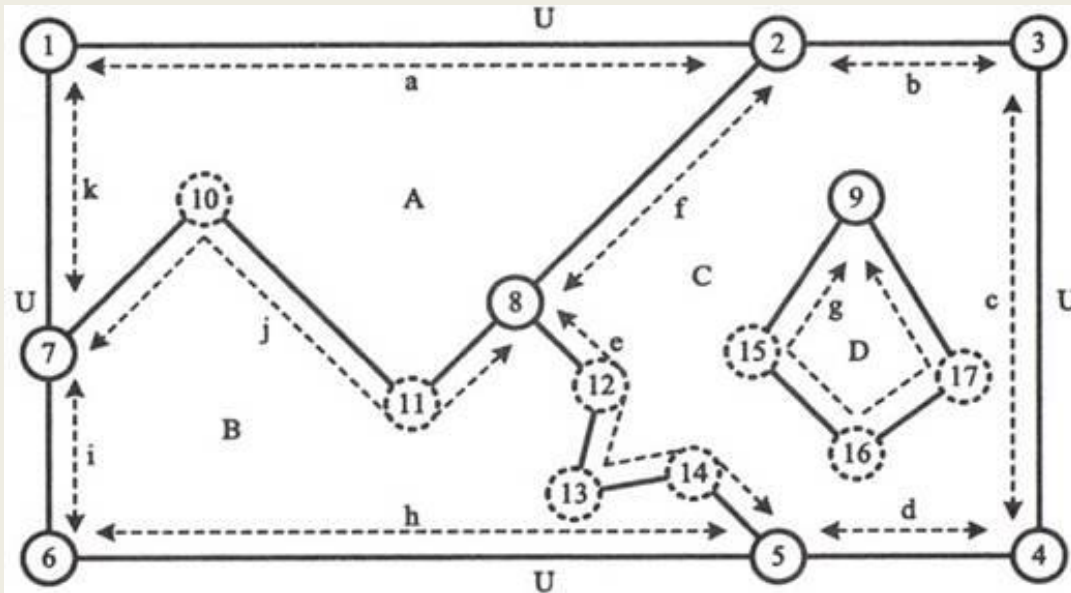


Слой, представленный в виде топологической модели данных, называется **покрытием**. Этот термин употребляется из-за того, что взаимное наложение дуг и полигонов в модели покрытия не допускается, а вся совокупность регионов в модели вместе с универсальным регионом «покрывает» всю плоскость.

Узлы являются обычными точечными объектами, характеризуемыми координатами на плоскости (x, y) .

Дуги являются линейными объектами - ломаными, соединяющими пару узлов покрытия и проходящими через последовательность промежуточных точек. Кроме того, дуги характеризуются ссылками на два смежных (слева и справа) полигона. Между собой дуги одного покрытия пересекаться не могут.

ЛИНЕЙНО-УЗЛОВАЯ МОДЕЛЬ (ПОКРЫТИЕ)



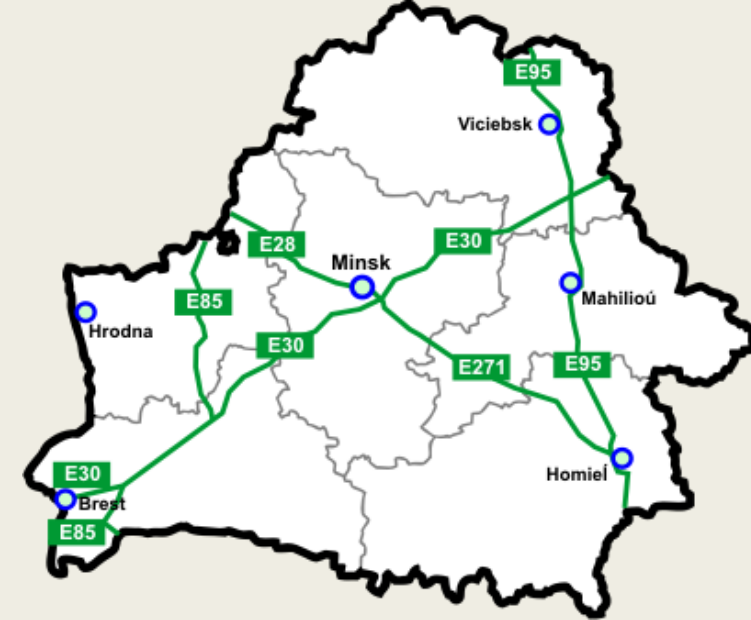
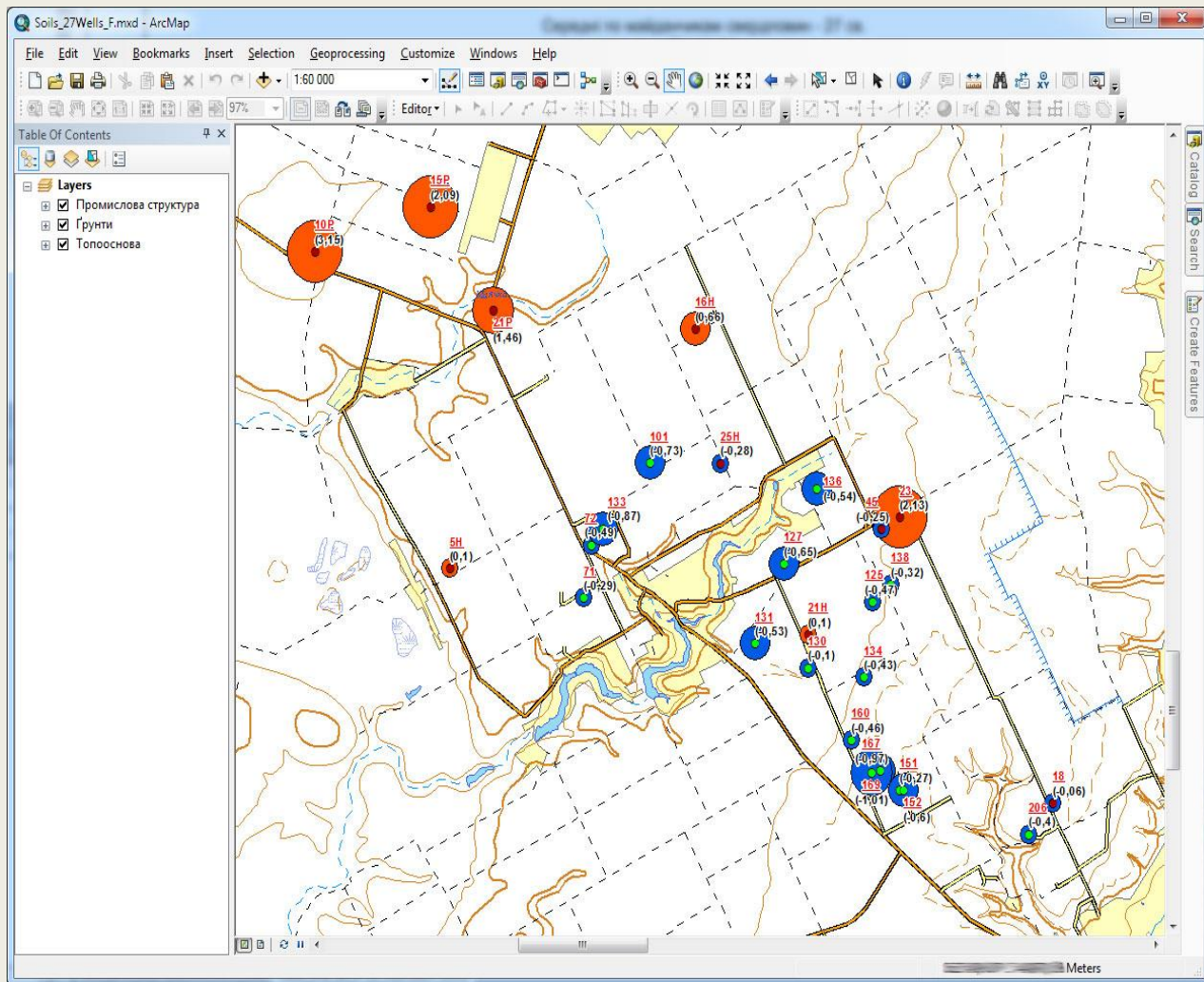
Пример данных модели «покрытия» (1-9 - узлы, 10-17 – промежуточные точки, а-к - дуги, А-Д - полигоны, U - универсальный полигон)

Полигоны (области) являются площадными объектами. Они характеризуются набором контуров, каждый из которых, в свою очередь, описывается последовательностью дуг покрытия. Между собой полигоны одного покрытия пересекаться не могут.

Полигоны бывают нескольких основных видов:

- **ПРОСТОЙ ПОЛИГОН** - полигон, содержащий только один контур.
- **СОСТАВНОЙ ПОЛИГОН** - полигон, содержащий более одного контура.
- При этом составные регионы могут состоять из топологически несвязанных частей и иметь дырки.
- **УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН** - часть плоскости, не входящая ни в один полигон покрытия. Это понятие является абстракцией и в явном виде не представляется в модели покрытия.

ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ



- Транспортная сеть предназначена для описания в виде связанного графа схемы транспортных коммуникаций (автомобильных и железных дорог, авиалиний и водных маршрутов) с целью последующего сетевого анализа.
- Транспортная сеть **содержит два основных типа объектов** (узлы и дуги), а также один дополнительный – маршруты.

ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ

Узлы в данной модели являются обычными точечными объектами, характеризуемыми координатами на плоскости (x,y) . Узлы могут дополнительно характеризоваться такими параметрами, как запреты на выполнение некоторых поворотов и время их выполнения.

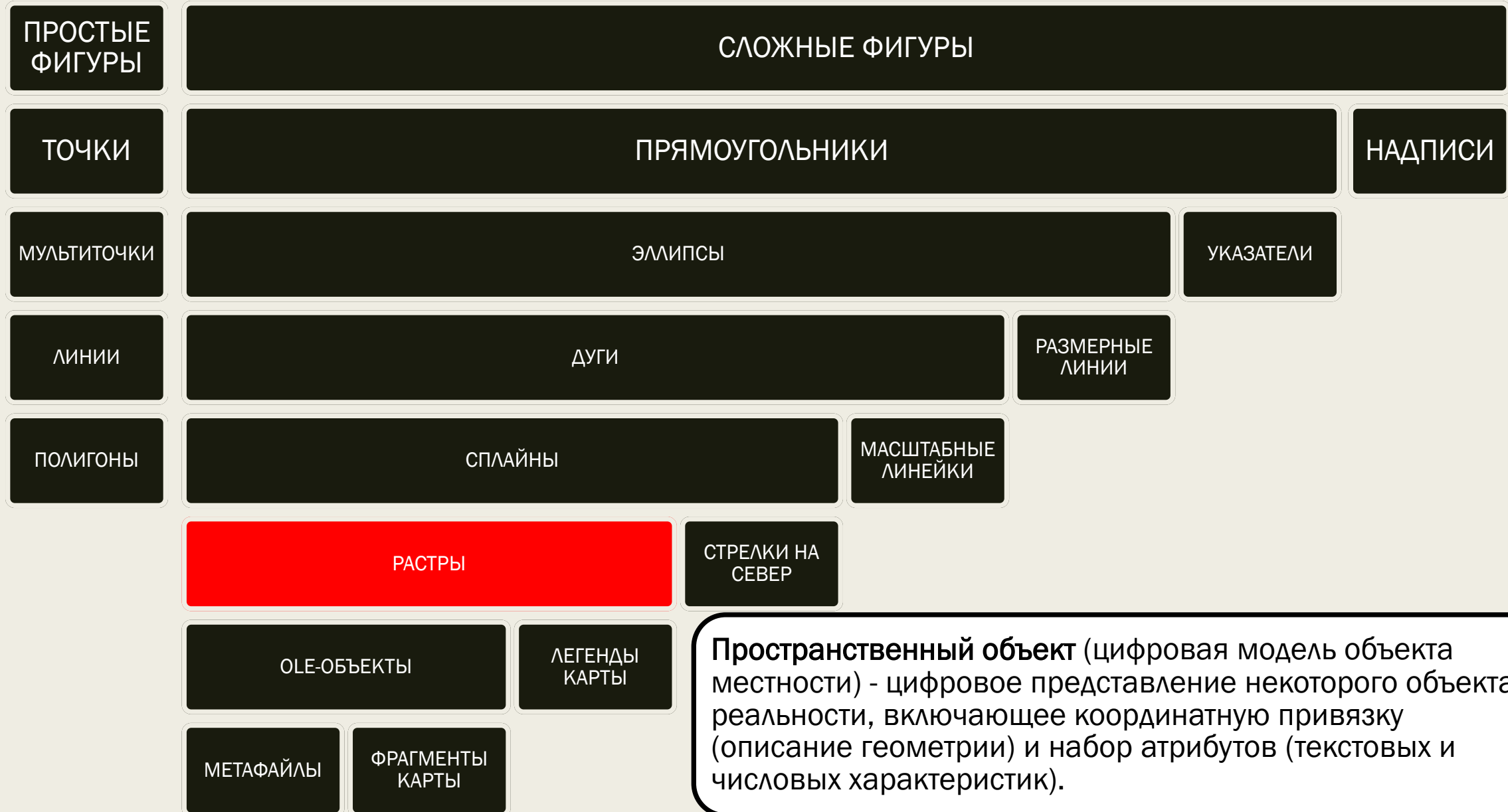
Дуги в данной модели являются линейными объектами - ломаными, соединяющими пару узлов транспортной сети и проходящими через последовательность промежуточных точек. Каждая дуга характеризуется длиной или временем движения по ней, разрешенными направлениями движения, классом дороги или пропускной способностью и др.

Дополнительно на транспортной сети могут быть определены объекты ещё одного типа - **маршруты движения транспорта**. Каждый маршрут определяется, как **замкнутая упорядоченная последовательность узлов и дуг**, а также различными числовыми характеристиками (например, расчётное время прохождения транспорта через остановки).

Модель транспортной сети похожа на модель покрытия без полигонов. Однако, **в отличие от покрытия, в транспортной сети допустимо взаимное пересечение дуг**. Это необходимо, например, чтобы показать пересечение автомобильных дорог на разных уровнях.

ТИПЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

ВЕКТОРНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

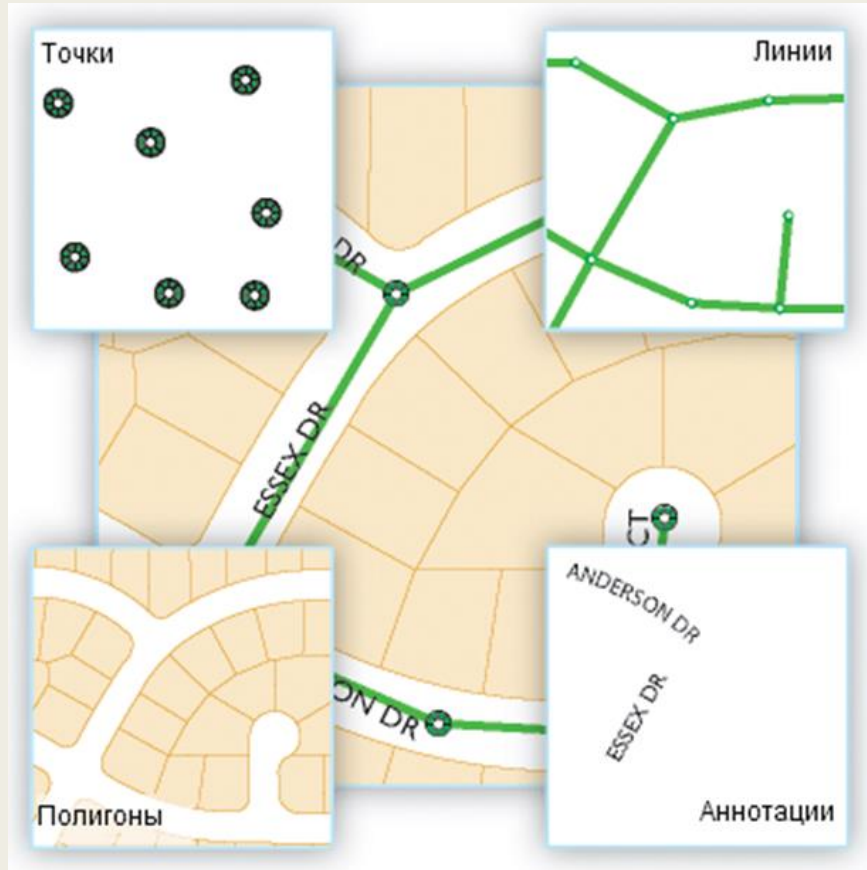


Пространственный объект (цифровая модель объекта местности) - цифровое представление некоторого объекта реальности, включающее координатную привязку (описание геометрии) и набор атрибутов (текстовых и числовых характеристик).

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

- **ТОЧКИ** - 0-мерные (точечные) объекты, характеризуемые координатами на плоскости или в пространстве.
- **МУЛЬТИТОЧКИ** - 0-мерные (точечные) объекты, состоящие из нескольких (не менее одной) точек. Этот тип объектов является обобщением типа «точки».
- **ЛИНИИ** (полилинии, полиполилинии) - 1-мерные (линейные) объекты, состоящие из последовательности (не менее двух) точек, соединенных между собой отрезками (сегментами, дугами). Не все последовательные точки могут соединяться между собой отрезками, а потому объекты данного типа могут иметь разрывы, то есть быть топологически несвязанными. **Топологически связанные линии обычно называют ПОЛИЛИНИЯМИ, а несвязанные - ПОЛИПОЛИЛИНИЯМИ.**
- **ПОЛИГОНЫ** - 2-мерные (площадные) объекты, состоящие из нескольких (не менее одного) контуров, заданных в виде последовательности замкнутых линий, и частей плоскости внутри контуров.
- **СЛОЖНЫЕ ФИГУРЫ** (фигуры оформления, объекты САПР - из систем автоматизированного проектирования) - разнообразные 0-, 1-, 2- и 3-мерные фигуры, используемые в ГИС для оформления. На практике используются прямоугольники, эллипсы, дуги эллипса, сплайны, внедрённые изображения (в виде растров и метафайлов), OLE-объекты (объекты для вставки на карту произвольных графических изображений по технологии OLE операционной системы Windows), различные текстовые надписи (аннотации), указатели, размерные линии (деменшены) , а также специальные объекты для оформления карт в ГИС (масштабные линейки, стрелки направления на север, легенды карты, фрагменты других карт).

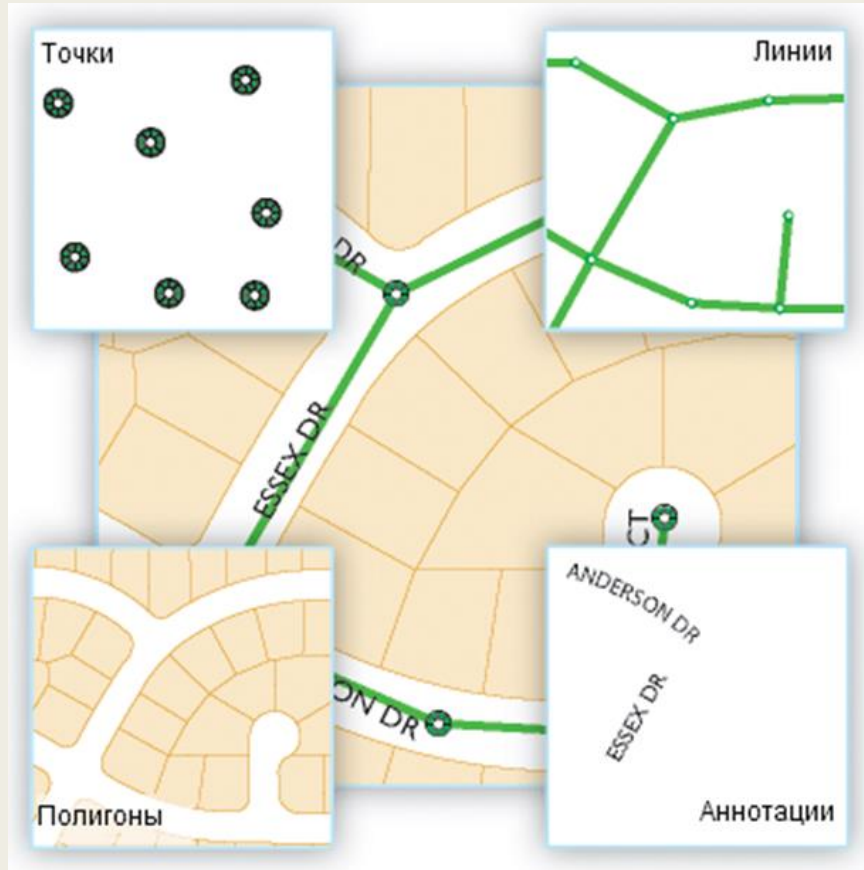
КЛАССЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ



КЛАССЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ – однородные совокупности однотипных объектов, каждый из которых имеет одинаковое пространственное представление в виде точек, линий, или полигонов, и общего набора атрибутивных полей, хранящихся в таблице базы данных. Четыре основных типа классов пространственных объектов – это точки, линии, полигоны, аннотации (названия для подписей на картах).

Основные типы классов пространственных объектов

КЛАССЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ



Основные типы классов пространственных объектов

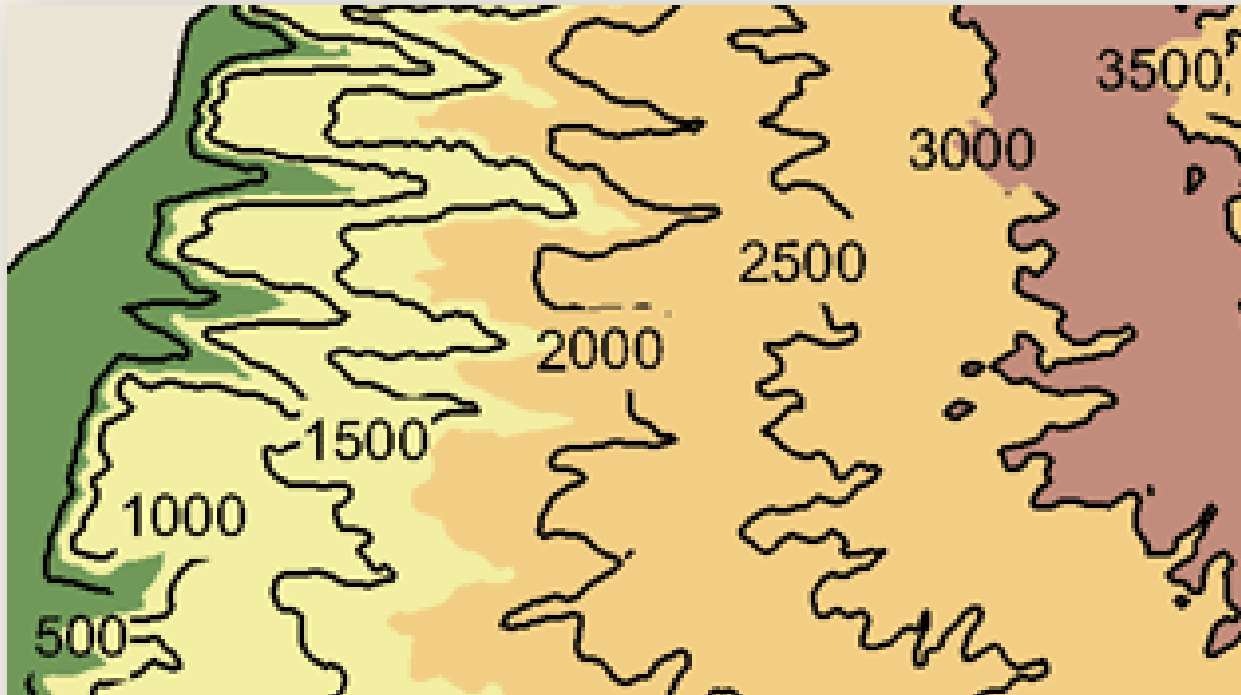
КЛАССЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ могут быть собраны в набор классов, но могут существовать и по отдельности внутри базы геоданных (БГД).

Все классы объектов в наборе классов имеют общую систему координат.

Таблицы могут содержать дополнительные атрибуты для класса пространственных объектов или пространственную информацию, такую как адреса или координаты X, Y, Z.

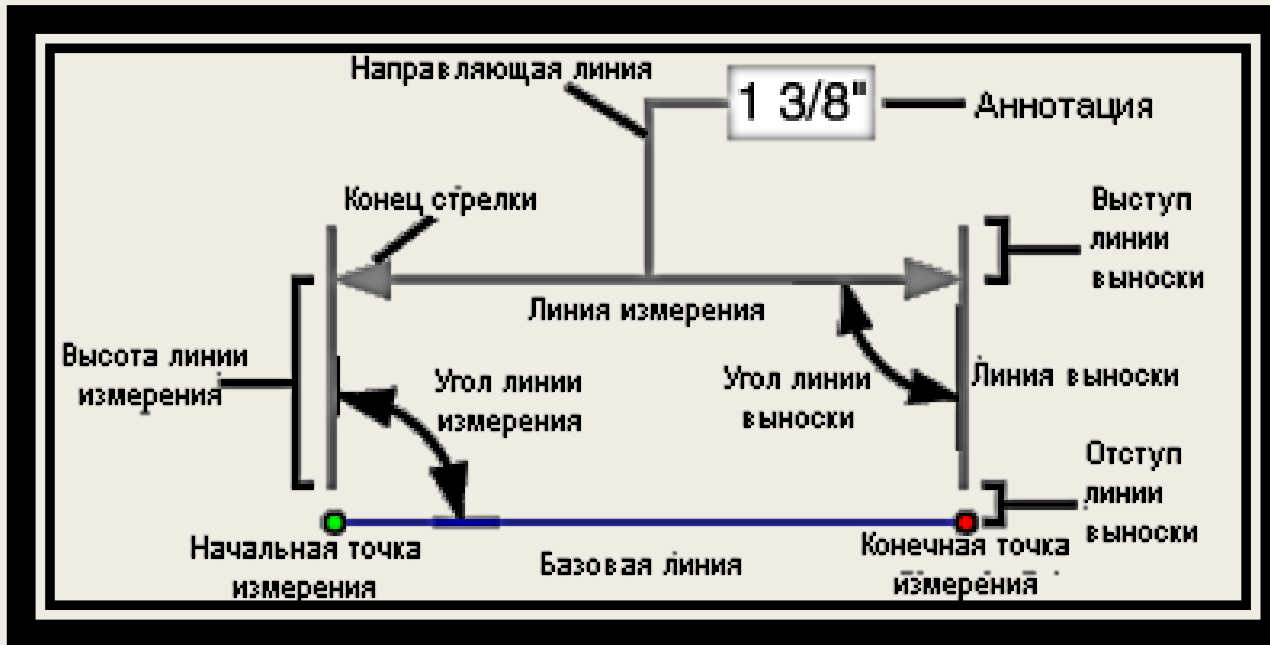
ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ

Аннотации – это подписи на карте, содержащие параметры отображения текста. Например, помимо текстовой строки каждой аннотации, там хранятся и другие свойства, например, точки фигуры для размещения текста, его шрифт и точечный размер, а также другие свойства отображения. Аннотация может также быть связанной с надписываемыми объектами и может содержать подклассы.



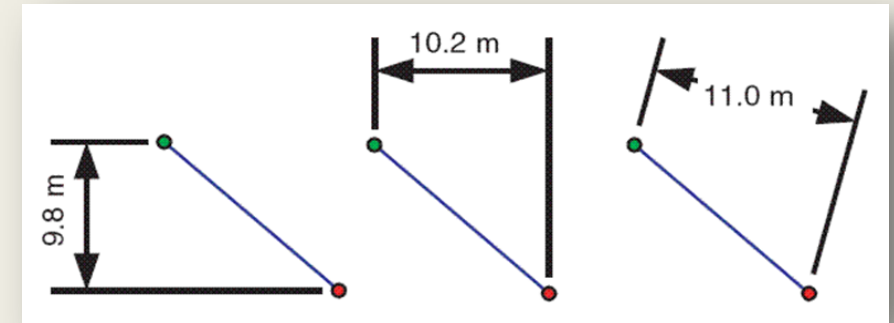
На рисунке показана карта, на которой линии горизонталей и объекты аннотаций перекрывают друг друга. Однако, при использовании маски для аннотации, части контурных линий становятся скрытыми, тогда как гипсометрическая цветовая заливка рельефа остается видимой.

ОБЪЕКТЫ-РАЗМЕРЫ (ДЕМЕНШЕНЫ)



Составные части объектов-размеров

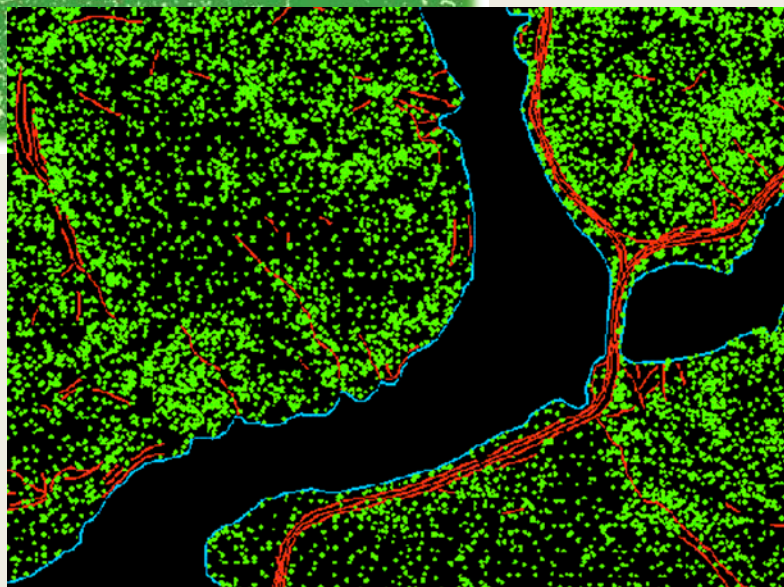
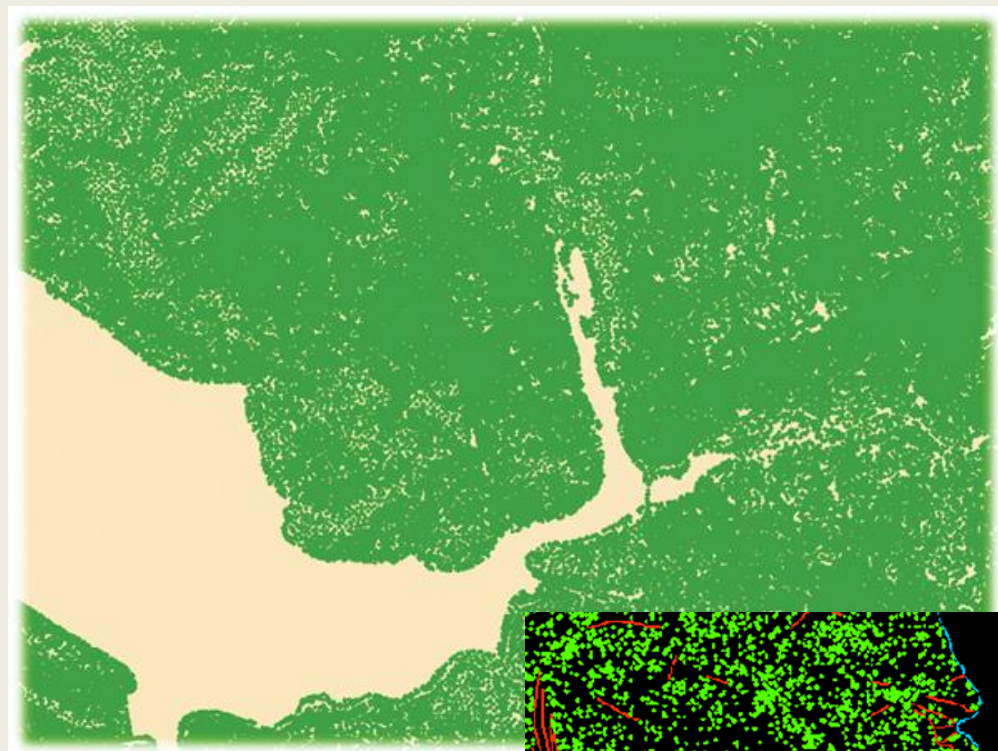
ОБЪЕКТЫ-РАЗМЕРЫ – специальный тип аннотации, показывающий специфические длины или расстояния, например, для указания длины стороны здания, участка земли или расстояния между двумя объектами.



ВЫРОВНЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ-РАЗМЕРЫ идут параллельно основной линии и показывают точное расстояние от начальной до конечной точки измерения.

ЛИНЕЙНЫЕ ОБЪЕКТЫ-РАЗМЕРЫ не представляют истинное расстояние между начальной и конечной точками измерений. Линейные размеры могут быть вертикальными, горизонтальными или расположенными под углом. Вертикальная линия размера отображает расстояние по вертикали между начальной и конечной точками измерений. Горизонтальная - аналогичное расстояние по горизонтали. Линия размера, проходящая под углом к базовой линии, отображает собственную длину, а не размер базовой линии.

МУЛЬТИТОЧКИ

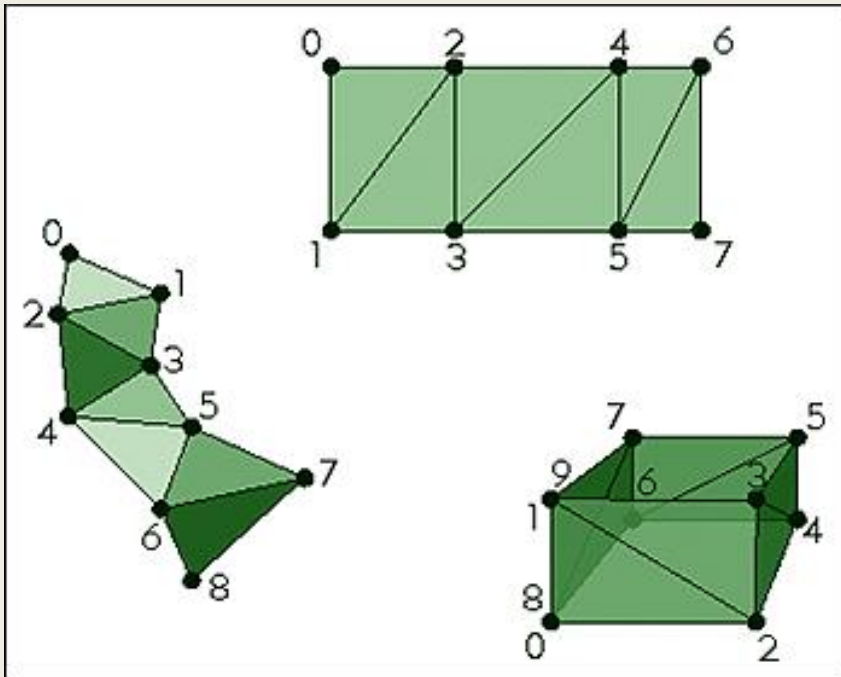
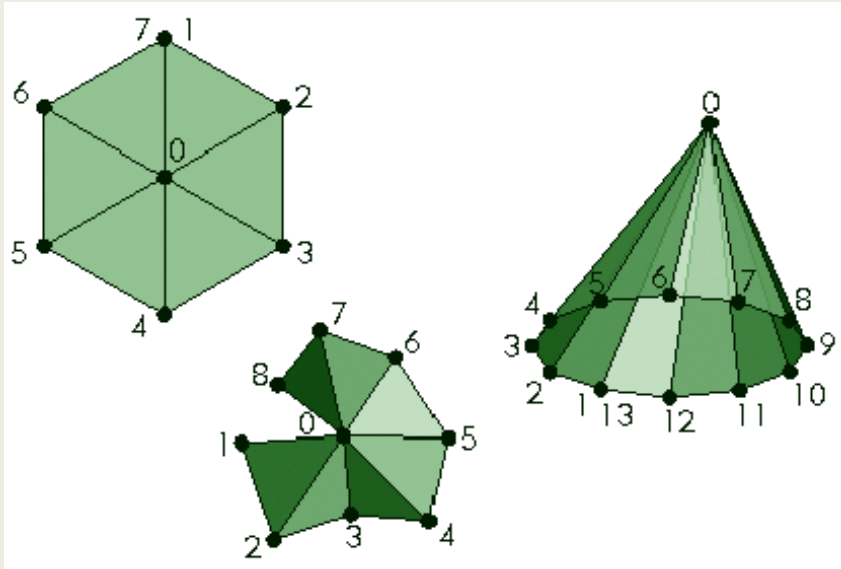


МУЛЬТИТОЧКИ – пространственные объекты, состоящие из более чем одной точки. Они часто используются для управления массивами очень больших совокупностей точек, таких как, например, кластеры точек LiDAR, которые могут содержать миллиарды пунктов.

Лидар (Lidar - Light Identification, Detection and Ranging) - это технология получения и обработки информации дистанционного зондирования с помощью активных оптических систем (лазеров), использующих, в том числе, явления отражения света от поверхности Земли с проведением высокоточных измерений X, Y, Z координат.

Использование одной записи для такой точечной геометрии недопустимо. Объединение таких данных в группы записей объектов-мультиточек предоставляет возможность базе геоданных управлять массивными наборами точек.

МУЛЬТИПАТЧИ



МУЛЬТИПАТЧИ – это 3D-геометрия, используемая для представления внешней поверхности, или оболочки, объектов, которые занимают дискретную область или объем в трехмерном пространстве.

Мультипатчи охватывают плоские 3D окружности и треугольники, используемые в комбинации для моделирования трехмерной оболочки.

Мультипатчи могут использоваться для представления всего, начиная от простых объектов, например, сфер и кубов, до сложных объектов, например, изоповерхностей зданий.

СПОСОБЫ КОДИРОВАНИЯ ВЕКТОРНЫХ ДАнных. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИНДЕКСИРОВАНИЕ

ПОНЯТИЕ АТРИБУТА

АТРИБУТЫ — это числовые или символьные характеристики, не связанные с местоуказанием, содержащиеся в базе данных, которые могут относиться как к самим геометрическим примитивам (точки, линии, полигоны), так и к объектам, составленным из этих примитивов.

Атрибутивные данные являются важнейшими элементами аналитических возможностей ГИС. Для оперативной и корректной обработки данных ГИС принято, что каждая запись в таблице атрибутов объектов содержит описание одного объекта.

Данные, хранящиеся в атрибутах, принадлежат, как правило, к целым, вещественным и символьным типам.

Многие ГИС используют графические и аудио-атрибуты (например, растровые образы объектов или их аудиоописание), а также атрибуты "действия" или "поведения", т.е. функции, которые должны быть выполнены при определенных условиях (например, подсчет вклада объекта в загрязнение атмосферы при выборе этого объекта).

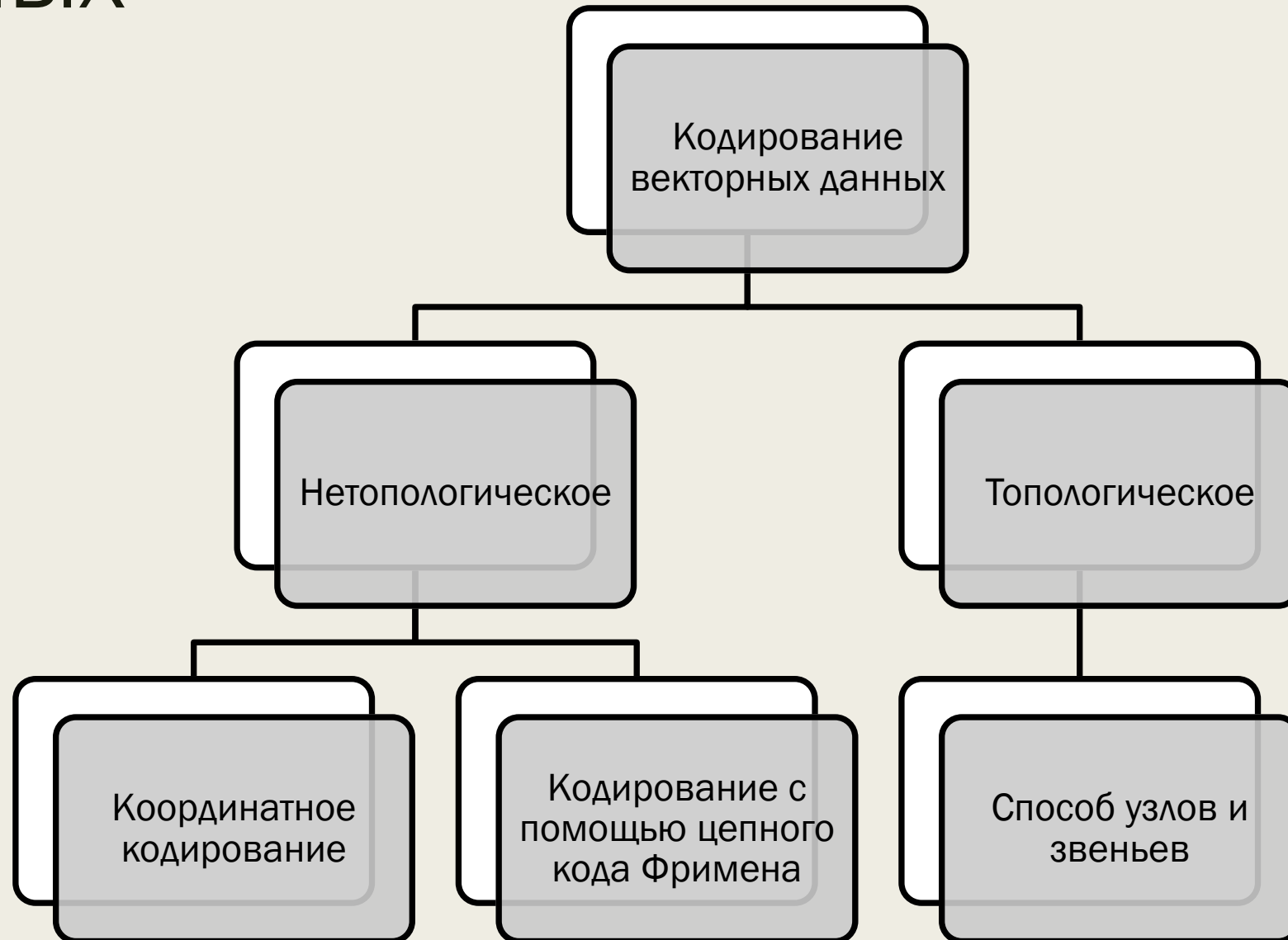
АТТРИБУТИВНАЯ ТАБЛИЦА

Атрибут	Значение
Тип дороги	1-автострада, 2-главная дорога, 3-вспомогательная дорога, 4-ремонтируемая дорога, 5-строящаяся дорога
Материал покрытия	1-бетон, 2-асфальт, 3-грунт
Ширина	величина в метрах
Число полос	количество полос
Имя	название дороги

Каждая запись атрибутивной таблицы содержит уникальный идентификатор объекта (ID), содержащий уникальные значения для каждой дуги и для каждого полигона.

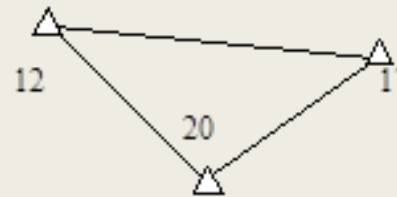
Введение дополнительных атрибутов географических объектов может также включать связывание новой информации о каждом объекте с уже существующими записями. В этом случае записи в двух таблицах могут быть связаны благодаря общему атрибуту, чаще всего идентификатору (ID). Слияние по общему атрибуту связывает запись в одной таблице с соответствующей записью в другой таблице в том случае, если значение для общего атрибута является одним и тем же.

СПОСОБЫ КОДИРОВАНИЯ ВЕКТОРНЫХ ДАННЫХ



КООРДИНАТНОЕ КОДИРОВАНИЕ

- СПОСОБ 1. Информация об объектах представляется в виде совокупности записей, каждая из которых содержит: № точки, координаты X, Y. Используется в основном для координирования точечных объектов.



Номер	X	Y
12	100	100
17	100	200
20	50	150

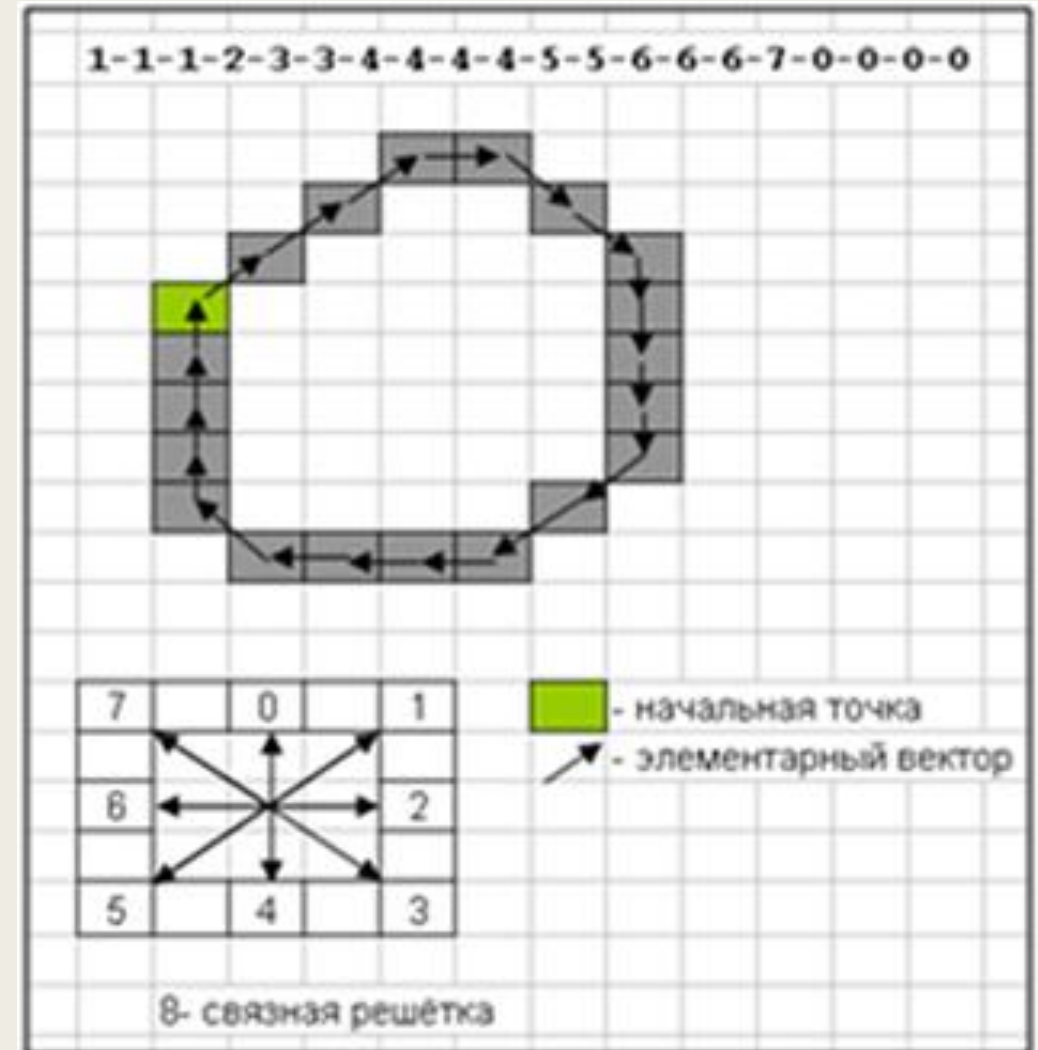
- СПОСОБ 2. Информация об объектах представлена в виде записи: № объекта, количество точек составляющих этот объект, и упорядоченная совокупность координат точек.

КОДИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ ЦЕПНОГО КОДА ФРИМЕНА

Цепные коды применяются для представления границы в виде последовательности отрезков прямых линий определенной длины и направления.

В основе этого представления лежит 4-х или 8-ми связная решетка.

Длина каждого отрезка определяется разрешением решетки, а направления задаются выбранным кодом.



КОДИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ УЗЛОВ И ЗВЕНЬЕВ

- Данный способ кодирования определяет, где и как узлы и дуги соединяются на карте. Порядок соединения определяет форму дуги или полигона.
- Это простейший способ топологического кодирования связей между дугами и узлами, заключающийся в присвоении каждой дуге двух дополнительных атрибутов - идентификаторов узлов на каждом конце (входной узел и выходной узел).

В этом случае при кодировании геометрических данных будут иметь место два типа записей:

1) координаты дуг;

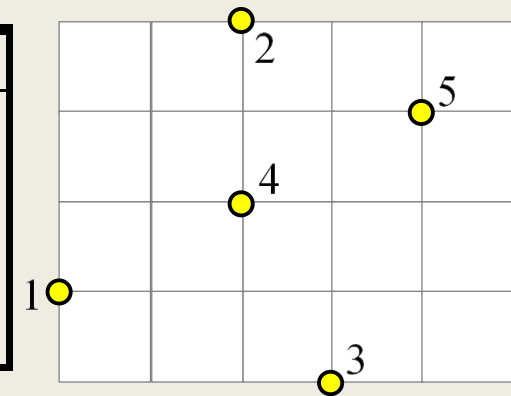
2) атрибуты дуг - входной узел, выходной узел, длина, описательные характеристики.

Такая структура позволяет, перемещаясь от звена к звену, определять те из них, у которых перекрываются номера узлов.

ПРИМЕР КОДИРОВАНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В БАЗЕ ГЕОДАННЫХ

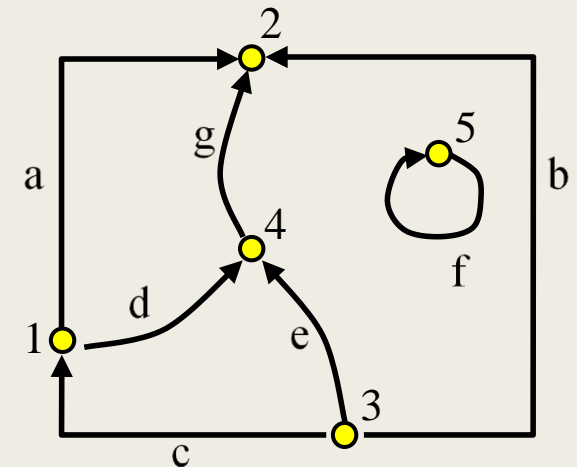
Сохранение местоположения всех узлов, т. е. конечных точек и точек пересечения линий или границ полигонов.

Узел	X	Y
1	0	1
2	2	4
3	3	0
4	2	2
5	4	3



На узлов определяются дуги. Для этого указываются начальные и конечные точки дуги (узлы) и задается направление (начальный и конечный узел). Направление дуги позволяет определить маршрут между двумя узлами.

Дуга	Нач	Кон
a	1	2
b	3	2
c	3	1
d	1	4
e	3	4
f	5	5
g	4	2

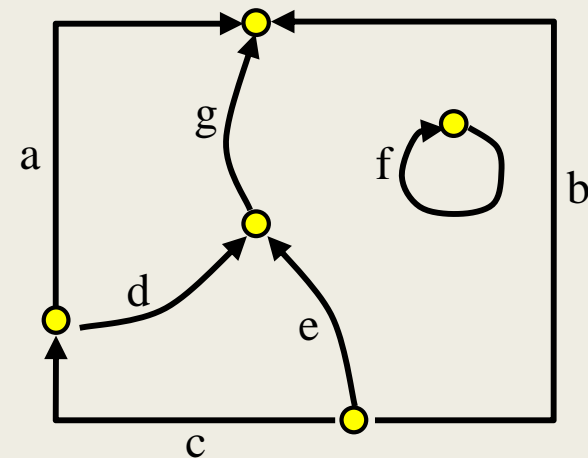


ПРИМЕР КОДИРОВАНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В БАЗЕ ГЕОДАННЫХ

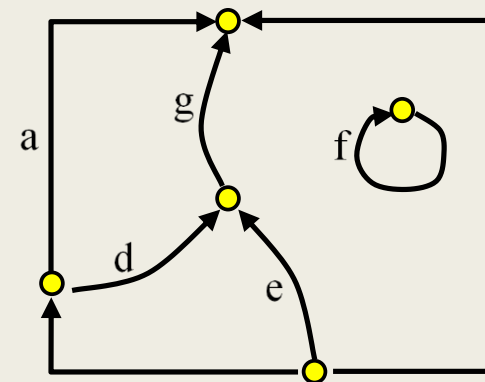
Полигоны определяются дугами путем их перечисления по часовой стрелке вокруг объекта. Сохраняются дуги, составляющие полигон, порядок их следования и ориентация. Внутренние области (границы) полигона соответствующим образом помечаются (например, знаком «минус»).

Для каждой дуги можно определить, какой полигон находится слева и справа от направления ориентации. Если дуга находится на границе изучаемой зоны, соответствующая область помечается как «универсум» или внешний мир

Полигон	Список дуг
А	a, d, g
Б	c, d, e
В	f
Г	b, e, g, -f



Дуга	Л	П
a	+	А
b	D	+
c	+	В
d	А	В
e	В	D
f	D	С
g	А	D



+ универсум

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИНДЕКСИРОВАНИЕ

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИНДЕКСИРОВАНИЕ ДАННЫХ - внутренняя организация слоев данных в горизонтальной форме в ГИС.

В векторных ГИС пространственные индексы используются для более быстрого доступа к объектам на определенном участке карты.

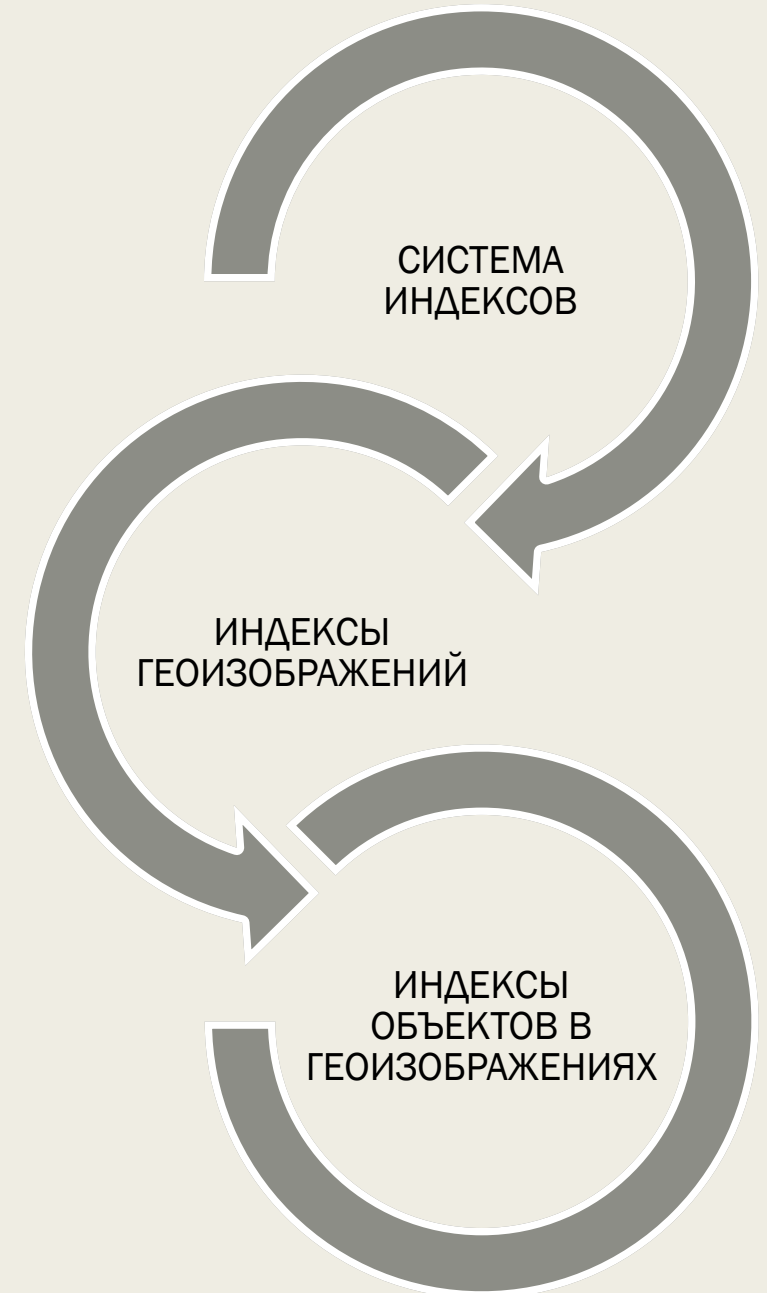
Индексирование пространственных объектов позволяет уменьшить вычислительную сложность процедур поиска пересекающихся и вложенных объектов, поэтому индексы являются важной частью алгоритмов наложения полигонов.

Пространственное индексирование – это метод использования программного обеспечения для хранения и получения пространственных данных.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИНДЕКСИРОВАНИЕ

Решение проблемы
индексирования сводится к
разработке:

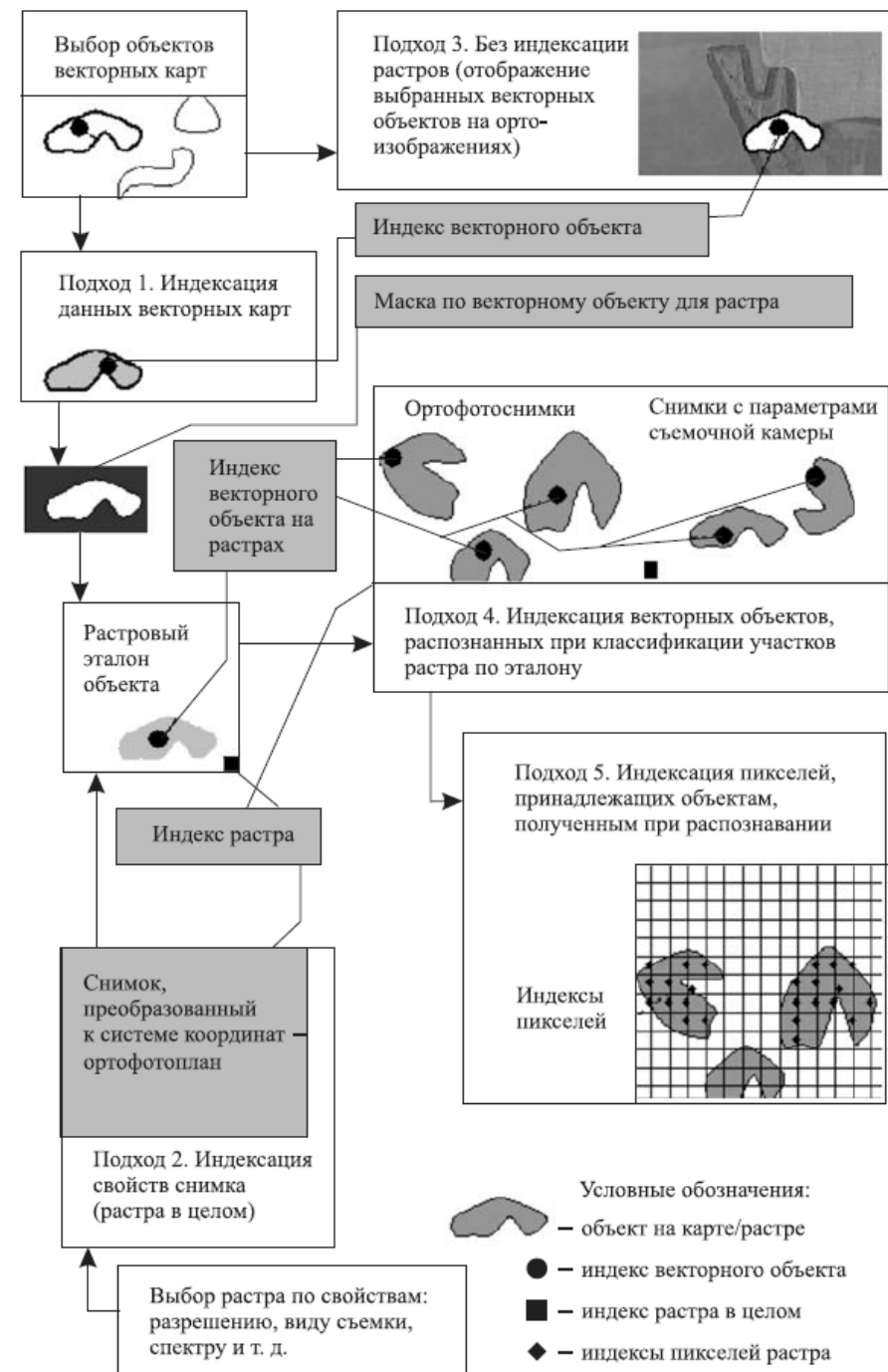
- метода индексирования геоданных на уровне геоизображения в целом (задача поиска геоизображений);
- метода индексирования данных об индивидуальных объектах, которые содержатся в геоизображении.



ПОДХОДЫ К ИНДЕКСИРОВАНИЮ ГЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

Индексирование векторных карт осуществляется по двухуровневой схеме:

- индексами, характеризующими конкретную карту в целом, строящимися на основе вербальной метаинформации;
- индексами отдельных объектов карты, формируемых на основе классификатора карты



ПОНЯТИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ
ОТНОШЕНИЙ
МАТРИЦА ДЕВЯТИ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ
ФОРМАТЫ ФАЙЛОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ
ВЕКТОРНЫХ ДАННЫХ (ФОРМАТ
ПОКРЫТИЯ, SHP ФАЙЛ, ОБМЕННЫЙ
ФОРМАТ, mif/mid)

ТОПОЛОГИЯ

ТОПОЛОГИЯ - набор правил, которые вместе с инструментами и технологиями редактирования позволяют более точно моделировать геометрические отношения в базе геоданных.

В ГИС топология обеспечивается через набор правил, которые определяют, как пространственные объекты размещаются в географическом пространстве, а также через набор инструментов редактирования, одинаковым образом применяющиеся к объектам с общей геометрией.

Топология хранится в базе геоданных как одно или несколько отношений, определяющих, как пространственные объекты одного или нескольких классов пространственных объектов используют общую геометрию.

Участвующие в топологии пространственные объекты относятся к простым классам пространственных объектов — топология не изменяет определение класса пространственных объектов, а сама служит описанием пространственных отношений этих объектов

ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ

Определяют взаимное пространственное расположение точечных, линейных и полигональных объектов

Топологические отношения используются для:

- Управления взаимным расположением пространственных объектов. Например, соседние полигоны, такие как земельные участки, имеют общие границы; центральные линии улиц и районы переписи имеют совпадающую геометрию; смежные полигоны почв имеют общие границы.
- Назначения и применения правил целостности данных (отсутствие пробелов между полигонами; отсутствие накладывающихся пространственных объектов).
- Поддержки запросов и навигации с учетом топологических взаимосвязей (для управления смежностью и связностью пространственных объектов).
- Поддержки сложных инструментов редактирования (инструментов, учитывающих топологические отношения в модели данных).
- Создания пространственных объектов из неструктурированной геометрии (для создания полигонов из линий).

ОБЪЕКТНЫЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ – ТОПОЛОГИЯ СУЩЕСТВУЕТ ВСЕГДА

Любой пространственный объект является целостным и топологичным.

Объект НЕ РАСПАДАЕТСЯ НА СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ, поскольку каждый тип объекта создаётся своей специфической операцией.

Например: нельзя заставить ГИС начать создавать полигон, а затем, - неожиданно передумав на полпути, - сделать его незамкнутым, - т. е. незамкнутой полилинией.

Аналогично, если системе дано задание нарисовать линию, то ГИС принципиально её не замкнёт (точнее - не свяжет хвост и голову в одной общей точке).

К системам, которые поддерживают только внутриобъектную топологию, относятся: MapInfo (MapInfo Corp., США); AtlasGIS (ESRI, США); GeoCAD System (Новосибирск); ГИС «Панорама» for DOS (Ногинск)

С объектом можно
выполнять только
целостные операции:

- а) создать объект;
- б) уничтожить объект;
- в) переместить объект в другое место (не меняя формы);
- г) скопировать объект в другое место (не меняя формы).

МАТРИЦА ДЕВЯТИ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ

Матрица (модель) девяти пересечений определяет пространственные отношения между парами геометрий различных типов и измерений. В этой модели пространственные отношения между геометриями любых типов сведены к попарным пересечениям их внешней части, внутренней части и границы. В ней принимается во внимание размерность полученного пересечения.

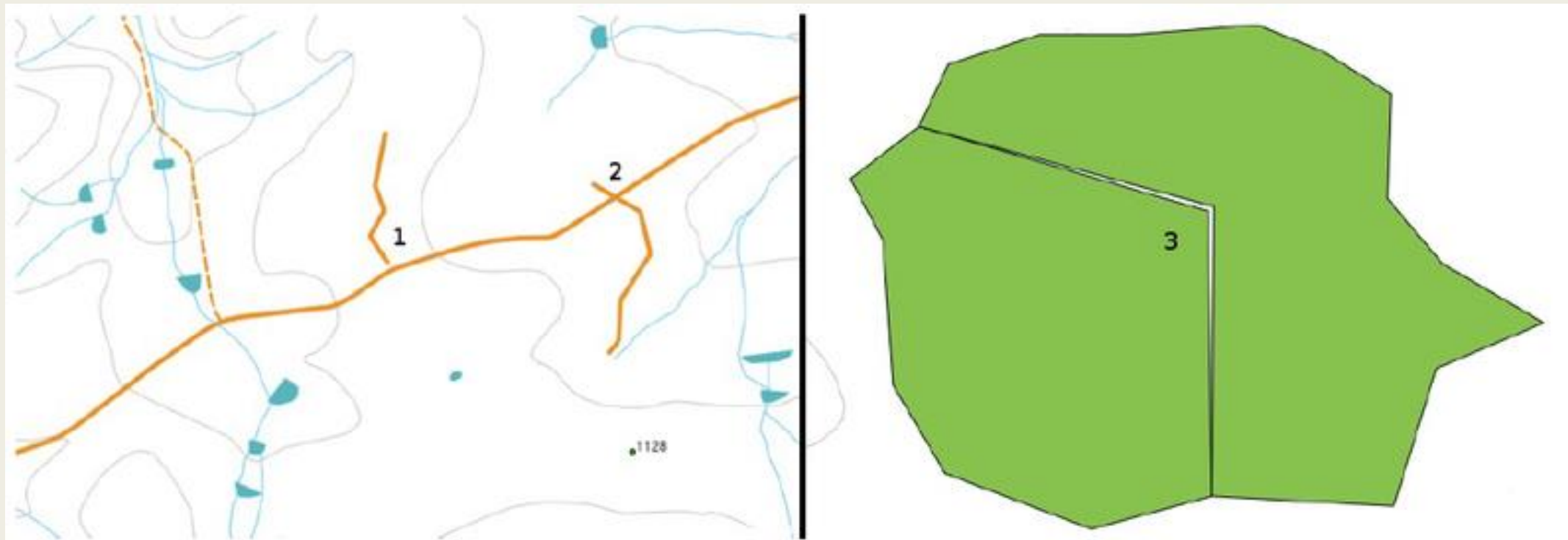
Допустим, даны геометрии a и b .

Тогда $I(a)$, $B(a)$ и $E(a)$ означают внутреннюю часть, границу и внешнюю часть геометрии a , тогда как $I(b)$, $B(b)$ и $E(b)$ означают то же для геометрии b .

Попарные пересечения $I(a)$, $B(a)$ и $E(a)$ с $I(b)$, $B(b)$ и $E(b)$ образуют матрицу три-на-три. Каждое пересечение может привести к геометриям различных размерностей.

	Внутренняя часть	Граница	Внешняя часть
Внутренняя часть	$I(a) \text{ с } I(b)$	$I(a) \text{ с } B(b)$	$I(a) \text{ с } E(b)$
Граница	$B(a) \text{ с } I(b)$	$B(a) \text{ с } B(b)$	$B(a) \text{ с } E(b)$
Внешняя часть	$E(a) \text{ с } I(b)$	$E(a) \text{ с } B(b)$	$E(a) \text{ с } E(b)$

ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ОШИБКИ

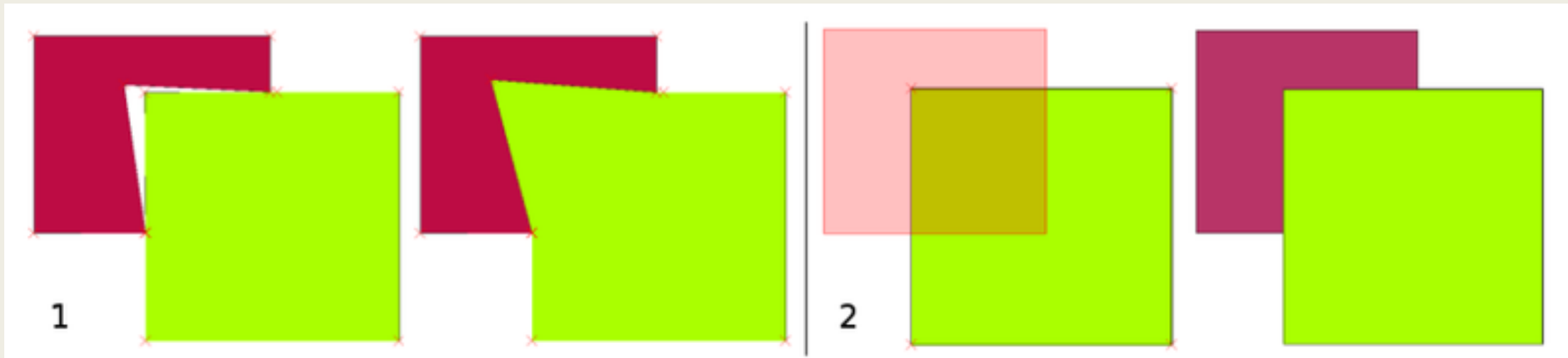


«Недолеты» (1) появляются, когда оцифрованные векторные линии, которые должны соединяться друг с другом, не соединяются.

«Перелеты» (2) происходят, когда одна линия заканчивается за другой линией, к которой должна быть присоединена.

Когда вершины двух полигонов на их границах не совпадают, появляются разрывы (3).

ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ РЕДАКТИРОВАНИЕ



1) Когда пользователь сдвигает вершину в углу бордового полигона, соответствующая вершина зеленого квадрата автоматически следует за ней.

2) Чтобы избежать перекрытия полигонов, новый объект (бордовый) автоматически обрезается по границе существующего (зеленый).

РЕАЛИЗАЦИЯ ОПЦИИ «ЗАМЫКАНИЕ»

РАДИУС ЗАМЫКАНИЯ – максимальный радиус поиска, который использует ГИС-приложение для стыковки инструмента редактирования с существующими вершинами или сегментами редактируемого слоя в ходе оцифровки (сегмент – это прямая линия, соединяющая две вершины полилинии или полигона).

Если курсор находится внутри этого радиуса и создается новая вершина, ГИС-приложение стыкует ее к существующей вершине или сегменту.

В противном случае вершина создается там, где был произведен клик мышью, независимо от существующих вершин.



Радиус замыкания (черный кружок) определяется в единицах измерения карты (например, в десятичных градусах) для стыковки новой вершины к существующим вершинам или сегментам.

ПРЕДИКАТЫ

Предикат — это функция с множеством значений (или {ложь, истина}), определённая на множестве. Таким образом, каждый набор элементов множества M характеризуется либо как «истинный», либо как «ложный».

Предикаты используются в ГИС для проверки различных типов пространственных отношений.

В проверках сравниваются отношения между следующими сущностями:

- внешняя часть геометрии (E – exterior), то есть все пространство, незанятое этой геометрией
- внутренняя часть геометрии (I – interior), то есть все пространство, занятое этой геометрией
- граница геометрии (B – boundary), то есть раздел между внутренней и внешней частью

Предикаты проверяют отношения. Если при сравнении выполняется критерий функции, они возвращают значение 1 или t (TRUE); в противном случае, они возвращают 0 или f (FALSE). Предикаты, проверяющие пространственные отношения, могут сравнивать пары геометрий различных типов и измерений.

Предикаты сравнивают координаты X и Y указанных геометрий. Если имеются также координаты Z или значения измерений (M), они игнорируются. Геометрии, имеющие координаты Z или измерения M, могут сравниваться с теми, которые их не имеют.

ШАБЛОННЫЕ МАТРИЦЫ ПРЕДИКАТОВ

Результаты предикатов пространственного отношения могут быть оценены путем сравнения их с шаблонной матрицей, содержащей возможные значения для модели 9-ти пересечений.

Шаблонная матрица показывает, какие значения приемлемы для каждой ячейки матрицы. Возможные значения шаблонов:

- T — должно существовать пересечение; $\dim = 0, 1$ или 2
- F — не должно существовать пересечения; $\dim = -1$
- * — не имеет значения, существует ли пересечение; $\dim = -1, 0, 1$ или 2
- 0 — должно существовать пересечение с максимальной размерностью 0; $\dim = 0$
- 1 — должно существовать пересечение с максимальной размерностью 1; $\dim = 1$
- 2 — должно существовать пересечение с максимальной размерностью 2; $\dim = 2$
- Каждый предикат имеет, по меньшей мере, одну шаблонную матрицу; **некоторые требуют несколько матриц** для описания отношений между различными сочетаниями типов геометрии.

ШАБЛОННЫЕ МАТРИЦЫ ПРЕДИКАТОВ

ST_Contains - возвращает 1 или t (TRUE), если вторая геометрия полностью содержится внутри первой геометрии.

ST_Crosses - возвращает значение 1 или t (TRUE), если геометрия, полученная в результате пересечения, имеет размерность на один меньше, чем максимальная размерность обеих исходных геометрий, и множество пересечения является внутренней частью для обеих этих геометрий.

ST_Disjoint - возвращает значение 1 или t (TRUE), если пересечение двух геометрий является пустым множеством.

ST_Equals - возвращает значение 1 или t (TRUE), если геометрии одинаковых типов имеют идентичные координаты X, Y.

ST_Intersects - возвращает значение 1 или t (TRUE), если пересечение геометрий не является пустым множеством.

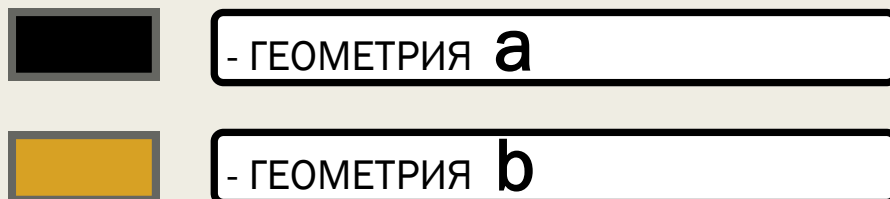
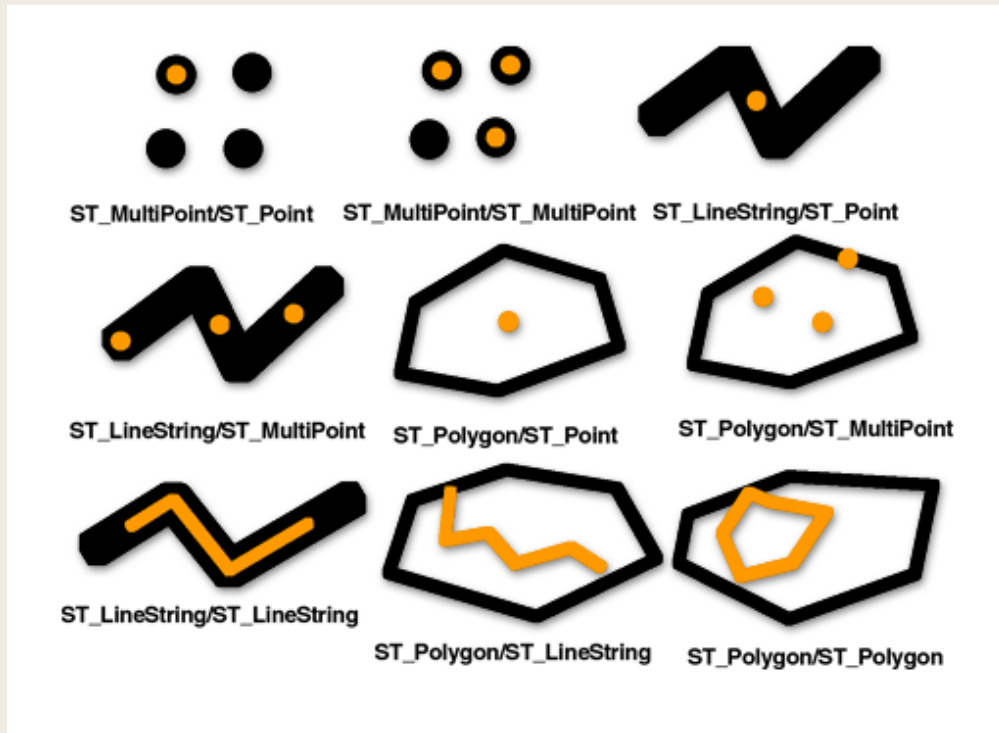
ST_Overlaps - сравнивает две геометрии одной размерности и возвращает 1 или t (TRUE), если множество их пересечения отлично от обеих геометрий, но имеет такую же размерность.

ST_Relate - возвращает значение 1 или t (TRUE), если пространственное отношение, заданное шаблонной матрицей, является корректным.

ST_Touches - возвращает значение 1 или t (TRUE), если никакие из общих точек геометрий не пересекают их внутренних частей.

ST_Within - возвращает 1 или t (TRUE), если вторая геометрия полностью не содержится внутри первой геометрии.

Шаблонная матрица **ST_Contains** - возвращает 1 или t (TRUE), если вторая геометрия полностью содержится внутри первой геометрии. (геометрия a).



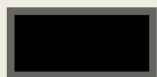
Шаблонная матрица предиката ST_Contains говорит о том, что внутренние части геометрий должны пересекаться, а внутренняя часть и граница второй геометрии (геометрия b) не должна пересекать внешнюю часть первой (геометрия a).

		b		
		Внутренняя часть	Граница	Внешняя часть
a	Внутренняя часть	T	*	*
	Граница	*	*	*
	Внешняя часть	F	F	*

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТОПОЛОГИИ

ЗАДАЧА: определить, в каких районах живет наибольшее количество молодежи (потенциальных покупателей пива), чтобы ограничить территорию распространения данного продукта этими районами.

РЕШЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ТОПОЛОГИИ:



- ГЕОМЕТРИЯ **a**



- ГЕОМЕТРИЯ **b**

- Сравниваем полигоны исследуемых районов с районами переписи, имеющими атрибут, отвечающий за общее число жителей в возрасте 18-24 года.
- Не вся молодежь из районов переписи 1 и 3 живет на тех участках, что попадают в пределы района «Рублевка».
- Поэтому включение этих районов переписи в выборку приведет к искажению числа молодежи в районе «Рублевка».
- Указав, что в выборку должны быть включены только те районы переписи, которые находятся в пределах городских районов ($ST_Within = 1$), продавец оградит себя от необходимости распространять продукт в районах с отсутствием потребителей.


ФОРМАТЫ ФАЙЛОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ВЕКТОРНЫХ ДАННЫХ

Наименование формата	Описание
DXF, DWG, DGN	Форматы данных систем автоматизированного проектирования (САПР)
DX90	Формат цифровых навигационных карт
DLG	Формат данных геологической съемки США
DWF	Формат передачи графических данных по Интернету
F1M	Формат данных Роскартографии, предназначен для обмена данными
GEN	Обменный формат ГИС-пакета ARC/INFO
SHP	Формат данных ГИС-пакета ArcView (шейп-файл), описывается несколькими файлами записей с определенными расширениями: .shp – позиционные данные; .shx – индекс формы пространственных данных; .dbf – атрибутивные данные и др.
TAB	Формат ГИС-пакета MapInfo; описывается файлами с определенными расширениями: .tab – текстовое описание структуры данных таблиц; .dat – табличные данные; .map – графические объекты; .ID – список указателей (индекс) на графические объекты
MIF/MID	Обменный формат ГИС-пакета MapInfo
HPGL	Формат вывода на принтер или графопостроитель
DMF	Формат ГИС-пакета Digital

ФОРМАТ ПОКРЫТИЯ

- **ПОКРЫТИЕ** - цифровая модель карты, формирующая единицу хранения векторной базы картографических данных ГИС.
- Покрытие хранит географические объекты первичного уровня (точки, дуги, узлы, полигоны) и вторичного уровня (координаты углов, аннотации),
- **НЕДОСТАТКИ:** состоит из множества файлов, находящихся в отдельном каталоге, что создает неудобства при копировании и архивировании.

MIF/MID ФОРМАТ



MIF/MID формат является одним из стандартных обменных форматов, поддерживаемых многими ГИС-программами.
Данные MapInfo хранятся в двух файлах. Графическая часть информации – в файле с расширением .MIF, а атрибутивная – в файлах с расширением .MID. Это текстовые файлы.
MIF-файл имеет две части: заголовок и секцию данных. Заголовок содержит некоторую паспортную информацию, а секция данных – определения графических объектов.
В MID-файле атрибутивные данные записаны в соответствии с заголовком MIF-файла: <i>i</i> -я строка MID-файла содержит информацию об <i>i</i> -м графическом объекте секции данных MIF-файла.

ФОРМАТ SHARE-ФАЙЛА

Share-файл состоит из:

- главного файла
- индексного файла
- таблицы dBase

ГЛАВНЫЙ ФАЙЛ - это файл прямого доступа, содержащий записи переменной длины, каждая из которых описывает объект при помощи списка вершин.

В **ИНДЕКСНОМ ФАЙЛЕ** каждая запись содержит смещение соответствующей записи в главном файле относительно начала главного файла.

Таблица dBase содержит атрибуты объектов. Только одна строка таблицы соответствует только одному объекту в главном файле.

Соответствие «один к одному» между атрибутами и объектами основывается на **номере записи**. Номер записи атрибутов в таблице dBase должен быть таким же, как и номер записи в главном файле.

Главный файл, индексный файл и dBase-файл должны иметь одно и то же имя.

Расширение главного файла - «.shp»;

Расширение индексного файла - «.shx»,

Расширение dBase-файла - «.dbf».

**КОНВЕРТИРОВАНИЕ И ИМПОРТ ДАННЫХ.
ВЕКТОРНО-РАСТРОВЫЕ
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

ИМПОРТ НАБОРОВ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ArcCatalog

Чтобы импортировать наборы данных с помощью контекстного меню дерева Каталога, следует щелкнуть правой кнопкой на базе геоданных, применить команду Импорт (Import) и выбрать тип данных, который нужно импортировать:

- **Класс пространственных объектов (единичн.) (Feature Class (single)).** Конвертирует шейп-файл, класс объектов покрытия или класс объектов базы геоданных в шейп-файл или класс объектов базы геоданных, используя инструмент Класс объектов в класс объектов (Feature Class To Feature Class)
- **Класс объектов (несколько)** - Конвертирует один или несколько классов объектов или слой пространственных объектов в класс объектов базы геоданных с помощью инструмента Класс объектов в Базу геоданных (Feature Class To Geodatabase).
- **Таблица (единичн.) (Table (single)).** Конвертирует входную таблицу в формат dBASE или в персональную, файловую или ArcSDE таблицу базы геоданных с помощью инструмента Таблица в таблицу (Table To Table)
- **Таблица (несколько)** - Импортирует одну или несколько таблиц в персональную, файловую или ArcSDE базу геоданных, используя инструмент Таблица в Базу геоданных (Table To Geodatabase).
- **Наборы растровых данных** — Загружает несколько наборов растровых данных в базу геоданных или каталог растров.
- **XML-Документ рабочей области** — Импортирует данные или их схему из XML-документа в базу геоданных.

ИМПОРТ ТАБЛИЦ

- Для импорта таблиц dBASE, INFO, VPF, OLE DB или таблиц базы геоданных в другую базу геоданных используются инструменты **Таблица в таблицу (Table To Table)** и **Таблица в базу геоданных (Table To Geodatabase)**. Эти инструменты доступны в контекстном меню дерева Каталога или в ArcToolbox.
- Если импортируется одновременно несколько таблиц, используют инструмент **Таблица в базу геоданных (Table To Geodatabase)**. Тогда, каждая таблица будет импортирована в новую. Инструмент автоматически исправит недопустимые или дублирующиеся имена полей.

КОНВЕРТАЦИЯ ДАННЫХ ПРИ ИМПОРТЕ ПОКРЫТИЙ

- Когда в базу геоданных импортируются покрытия и таблицы INFO, ГИС автоматически конвертирует геометрию покрытия и поля в тип данных, используемый базой геоданных.
- Все типы классов пространственных объектов покрытий конвертируются в один из четырех базовых типов геометрии базы геоданных (точки, линии, полигоны или аннотации). Каждый класс пространственных объектов покрытия становится новым классом базы геоданных.

Класс объектов покрытия	Геометрия базы геоданных
Точка	Точка
Дуга	Линия (полилиния)
Полигон	Полигон
Узел	Точка
Метка	Точка
Регион	Полигон
Маршрут	Линия (полилиния) с измерениями
Аннотация	Аннотация

КОНВЕРТАЦИЯ ДАННЫХ ПРИ ИМПОРТЕ SHAPE- ФАЙЛОВ

- Когда импортируются шейп-файлы и таблицы dBASE в базу геоданных, ГИС автоматически конвертирует геометрию шейп-файла и поля в типы, используемые базой геоданных.
- Типы геометрии для точек, линий и полигонов в шейп-файлах Esri очень похожи на соответствующие типы классов пространственных объектов базы геоданных. Поэтому, импорт наборов данных шейп-файлов в базу геоданных происходит относительно просто.

Класс пространственных объектов шейп-файла	Геометрия базы геоданных
Точка	Точка
Точка M	Точка с измерениями
Точка Z	Точка со значениями z
Полилиния	Линия (полилиния)
Полилиния M	Линия (полилиния) с измерениями
Полилиния Z	Линия (полилиния) со значениями z
Полигон	Полигон
Полигон M	Полигон с измерениями
Полигон Z	Полигон со значениями z
Мультиточка	Мультиточка
Мультиточка M	Мультиточка с измерениями
Мультиточка Z	Мультиточка со значениями z
Мультипуть	Мультипуть

КОНВЕРТАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДАННЫХ

Группа инструментов **Конвертация** предоставляет широкий спектр инструментов для преобразования различных типов данных, в том числе 3D объектов, растров, Terrain, TIN и наборов данных LAS.

3D модели можно импортировать в мультитач и использовать при трехмерной визуализации в ArcScene и ArcGlobe.

Поверхности TIN можно импортировать из файлов LandXML, 3D объекты можно экспортировать в ASCII-файлы, а данные лидара можно импортировать в набор данных мультиточки.

Конвертация между форматами растра и TIN позволяет использовать все преимущества каждого из них при моделировании одной и той же поверхности.

Например, можно использовать TIN для моделирования поверхности, если есть объекты, такие как линии и полигоны, которые нужно использовать для отображения природных объектов (хребтов или долин).

ВЕКТОРНО-РАСТРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

- **ВЕКТОРНО-РАСТРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ** - преобразования векторного представления пространственных объектов в растровое представление путем присваивания элементам растра значений, соответствующих принадлежности или непринадлежности к ним элементов векторных записей объектов.
- Векторно-растровое преобразование можно использовать для генерализации изображения. Оно осуществляется при выводе векторных данных на устройства печати, при визуализации графики на растровых видеомониторах, построении электронных карт или карт-подложек.
- К этой же группе операций относят сжатие или развертку растровых данных, основанных на алгоритмах кодирования и компрессии, разбиения на слои, фрагментации или дефрагментации слоев.
- Примером системы, осуществляющей преобразование в растровый формат, может служить продукт фирмы ESRI ArcPress. Это программный растеризатор, преобразующий векторную, растровую или смешанную векторно-растровую графику в формат растрового устройства вывода, растр заданного разрешения и размера. Он обеспечивает быструю распечатку карт и изображений на растровых устройствах вывода, таких, как струйные и электростатические плоттеры.
- В качестве входных данных он может использовать как графические метафайлы в стандартах ESRI, так и файлы других систем в форматах CGM, PostScript (Level 1, Level 2). На выходе ArcPress могут быть получены растровые форматы для направления на устройство вывода и для экспорта в другие форматы, используемые для обмена (TIFF, PBM, PCX, BW, BMP, BIT).
- ArcPress выполняет программную растеризацию непосредственно на рабочей станции, используя ее ресурсы памяти. Это позволяет обойтись без добавления памяти в плоттер стандартной конфигурации (особенно при выводе на большие форматы), одновременно распечатывать один файл и растеризовать другие, исключить ограничения на размер файла для устройства вывода.