

- **Тема: Пространственный анализ в ГИС**

- 1. Основные понятия ГИС.**
- 2. Функциональные возможности ГИС.**
- 3. Преобразование проекций (трансформация) в ГИС.**
- 4. Операции с таблицами в БД.**
- 5. Операции пространственного анализа**

# 1. Основные понятия ГИС.

• **ГИС** (Географическая **И**нформационная **С**истема) - это система сбора, хранения, анализа и отображения пространственных данных

## Составные части ГИС:

- аппаратные средства (компьютеры, принтеры...);
- программное обеспечение (необходимых для пространственной информации и интерфейс);
- методы (алгоритмы, работающими с ГИС);
- люди (пользователи ГИС);
- **данные.**



# Фундаментальные понятия ГИС:

✓ **Пространственный объект** - это цифровая модель (цифровое представление) объекта реальности, содержащее его местоположение и набор характеристик (атрибутов).

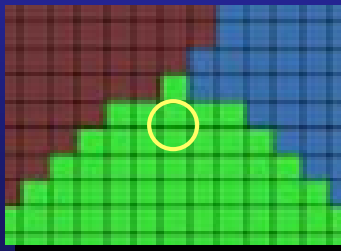
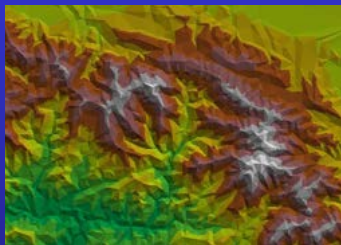
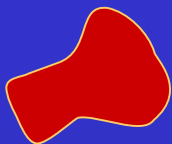
✓ **Пространственные данные** - цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах.

# Информационное обеспечение ГИС

- **Пространственные данные могут содержаться в ГИС в виде:**
  - цифровых карт;
  - данных дистанционного зондирования;
  - табличных данных;
  - координатных данных, получаемых с помощью GPS.
- **Источники пространственных данных в ГИС:**
  - картографические источники;
  - данные дистанционного зондирования;
  - данные наблюдений;
  - социально-экономические данные;
  - *метаданные – данные о данных* (информация о проекции, уровне генерализации, времени создания карты, пояснения к атрибутивной информации<sup>5</sup> в БД)

# Базовые типы пространственных объектов в ГИС:

- **Точка** - точечный объект на карте, который слишком мал, чтобы показывать его линией или областью (0-мерный объект).
- **Линия** - линейный объект на карте, который имеет длину, но слишком узок, чтобы показывать его полигоном (1-мерный объект).
- **Полигон** - площадной объект на карте, имеющий длину и ширину (2-мерный объект).
- **Поверхность** - 3-мерный объект, определяемый координатами X, Y и Z-значением (например, рельеф)
- **Пиксел** (ячейка) - наименьший элемент изображения. Имеет прямоугольную форму. **Размер пиксела** определяет **пространственное разрешение** изображения.



# Две составляющие пространственных данных

• Пространственные данные состоят из **позиционной** и **непозиционной** (атрибутивной) составляющих:

– **позиционная** описывает пространственное положение данных (местоположение, форму объектов, возможно пространственные взаимоотношения с другими объектами);

– **атрибутивная** содержит тематические данные.

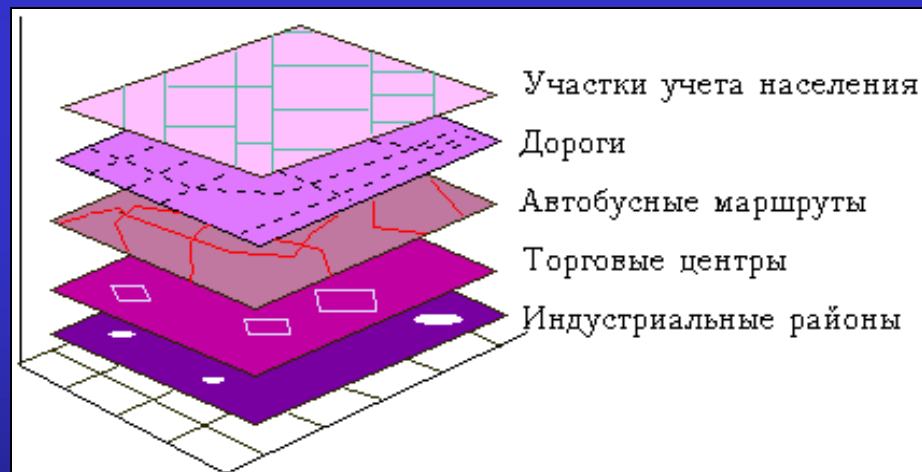
• **Связь между позиционной и непозиционной частью** осуществляется посредством **идентификатора** - уникального номера, приписываемого пространственному объекту слоя (для **векторных** данных).

• Объекты на карте можно отобразить, символизируя их согласно атрибутивной информации.

# •Послойное представление пространственных данных в ГИС

- Карта в ГИС - набор слоев информации (гидрография, дороги...).
- Слой** - совокупность *однотипных* (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к *одной теме*, в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев.

На каждом слое может быть представлена только *одна характеристика* пространственных объектов.



Различают *точечные*, *линейные* и *полигональные* слои, а также слои с *поверхностями*. В процессе решения поставленных задач слои анализируют по отдельности или совместно, выполняют их наложение.

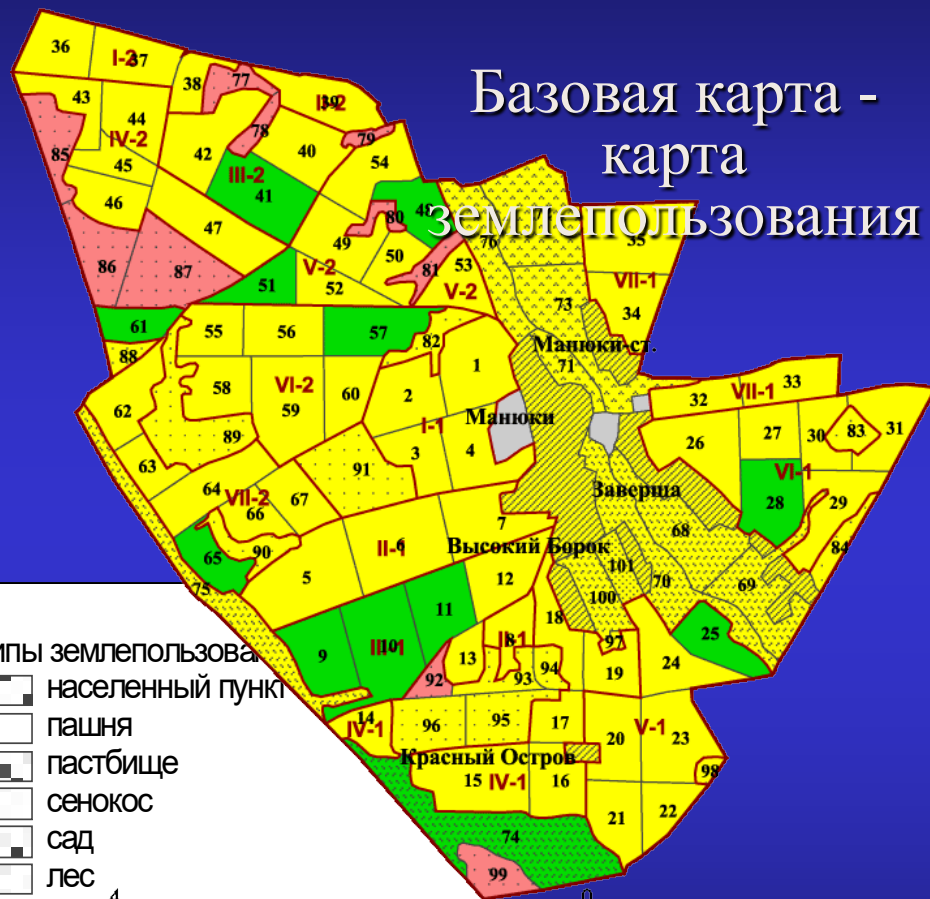


# Базовая карта (географическая основа)

•служит для привязки данных, нанесения тематического содержания, совмещения слоев в ГИС.

•В качестве **базовых** могут быть:

- карты административно-территориального деления;
- топографические карты;
- карты землепользования;
- ландшафтные карты и др.



Типы землепользования

- населенный пункт
- пашня
- пастбище
- сенокос
- сад
- лес
- залежь
- прочее

Поверх.загряз. Cs137(Ки/кв.км) (1999)

- 0 - 1
- 1 - 5
- 5 - 15
- 15 - 40
- >40

# Цифровые модели в ГИС

**Цифровая модель данных (цифровое представление данных) - способ организации пространственных данных в компьютерных средах.**

## **Преимущества цифрового представления пространственных данных:**

- легко копировать,
- передаются с большой скоростью,
- меньше подвержены физическому износу,
- легко трансформировать, обрабатывать, анализировать,
- можно делать то, что **невозможно с бумажными картами**: быстро и точно измерять, комбинировать, масштабировать, панорамировать.

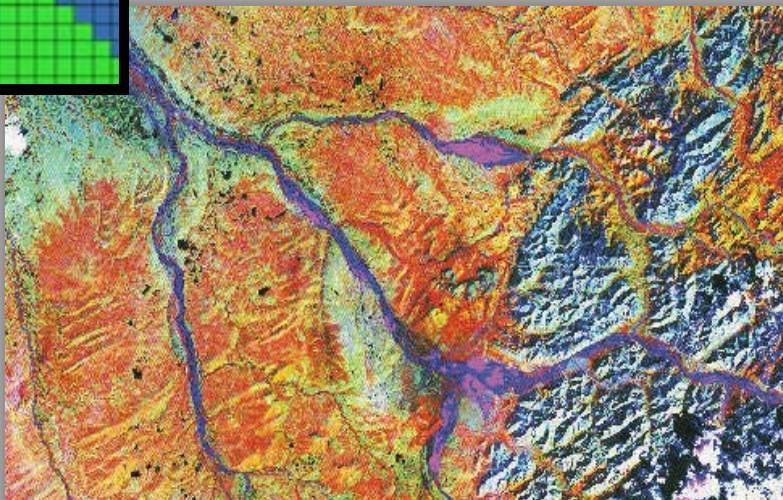
# Основные цифровые модели :

- **Векторная** (набор отдельных объектов в векторном формате);
- **Растровая** (сетка ячеек);
- **TIN** (триангуляционная модель) - набор точек триангуляции, моделирующих поверхность.

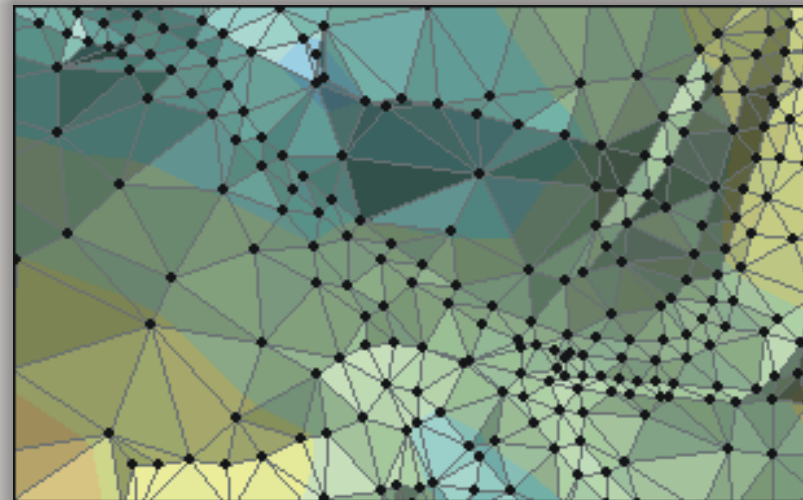
## Векторная модель



## Растровая модель



## TIN



Ни одна модель **не является** совершенной, универсальной, т.е. годной для решения любых задач!

## 2. Функциональные возможности ГИС включают:

- **ВВОД ДАННЫХ** в компьютер (путем их импорта или цифрования);
- **преобразование данных:**
  - конвертирование данных из одного формата в другой,
  - трансформация картографических проекций, изменение систем координат;
- **хранение и управление данными в БД:**
  - функции работы с полями;
  - запросы к таблице (*для выборки записей по значениям их атрибутов*);
  - соединение таблиц по *общему полю*;

- **картометрические операции:**

*вычисление*

- координат;
- расстояний, длин кривых линий;
- периметров и площадей полигональных объектов;
- площадей поверхностей и объемов, заключенных между ними;

- **пространственный анализ** - группа функций для *анализа размещения и связей* пространственных объектов:

- *выбор* объектов;
- *пространственные запросы*;
- операции *наложения*;
- *буферизация*; *слияние*;
- анализ *сетей*;
- анализ *близости* и *расстояния*;
- анализ *видимости*;
- создание и обработка *цифровых моделей рельефа* и др.;

- **операции "картографической алгебры"** (для логико-арифметической обработки *растровых* слоев как единого целого);

- **визуализацию данных.**

Кроме того, в число *функциональных возможностей ГИС* могут входить:

- **цифровая обработка изображений** (ДДЗ);
- **встроенный язык программирования**, позволяющий расширить возможности ГИС, настроить ее на требования пользователя.

Например, в **ArcView** встроен объектно-ориентированный язык программирования **Avenue**, позволяющий

- настраивать интерфейс пользователя,
- изменять стандартные инструменты ArcView и добавлять новые,
- создавать собственные приложения для решения специфических задач.

# Классификация ГИС по функциональным возможностям:

**Профессиональные ГИС** - это мощные системы, ориентированные

- на *рабочие станции* или *мощные ПК* и *сетевую* эксплуатацию,
- обрабатывающие огромные объемы информации,
- имеющие разнообразные средства *ввода* и *вывода*, что позволяет создавать карты, практически не уступающие традиционным.

✓ Имеют *универсальный* характер.

✓ К ним относятся **ARC/INFO**, **ArcGIS** (фирма **ESRI**), **GeoMedia** (INTEGRAPH) - эти системы поддерживают *топологические* и *нетопологические* модели *векторных* данных, работают с *растром*, позволяют работать с *коммерческими БД*.

**Настольные ГИС** – это системы, обладающие *меньшими* возможностями по сравнению с *профессиональными* ГИС (в них ограничены средства ввода и вывода информации, меньше объем обрабатываемой информации, слабее возможности анализа данных).

✓ Предназначены для научных, учебных и справочных целей.

✓ К ним относятся ГИС **ArcView, MapInfo**, отечественные **Geograph/Geodraw** и др.

**Системы для информационно-справочного использования** – это системы с очень *ограниченным* набором функций; наиболее *закрытые*, т.к. или вообще не допускают изменений в информации или разрешают незначительное ее изменение.



# Интернет-ГИС

**Интеграция ГИС и сетевых технологий** привела к созданию **Интернет-ГИС**, позволяющих *составлять, размещать и отыскивать электронные карты в сети, работать с ними* в интерактивном режиме.

## Интернет-ГИС

- воспроизводит *функции обычных ГИС*, но при этом пользователь получает возможность работать с программным обеспечением, которое *необязательно* инсталлировано на его ПК;
- обеспечивает **распределенность** пространственных данных, средств анализа и динамическую связь с **источниками** данных;
- осуществляет **поиск** пространственных данных и **запросы** к ним;
- обеспечивает оперативное **обновление** информации;
- реализует **две технологии** картографирования:
  - карты создаются на удаленном сервере по запросу пользователя и затем передаются ему,
  - к пользователю поступают лишь файлы исходных данных, и он самостоятельно выполняет их обработку и составление карт.

# Примеры WEB-ГИС

- **ArcGIS Server (ESRI)** – коммерческое программное обеспечение, позволяющее :
  - публиковать электронные карты в Интернет;
  - разрабатывать полнофункциональные серверные корпоративные ГИС-приложения и создавать распределенные ГИС в глобальной сети ;
  - разрабатывать ГИС-порталы.
- **MapServer** – свободная (некоммерческая) среда разработки для создания WEB-приложений с доступом к пространственным данным.

# Популярные картографические ВЕБ-сервисы:

- Google Maps,
- Google Планета Земля,
- Microsoft Live Search Maps (Virtual Earth):
- Яндекс.Карты
- Yahoo! Maps





Search Maps

Maps

Example searches:

Go to a location

kansas city
10 market st, san francisco

Find a business

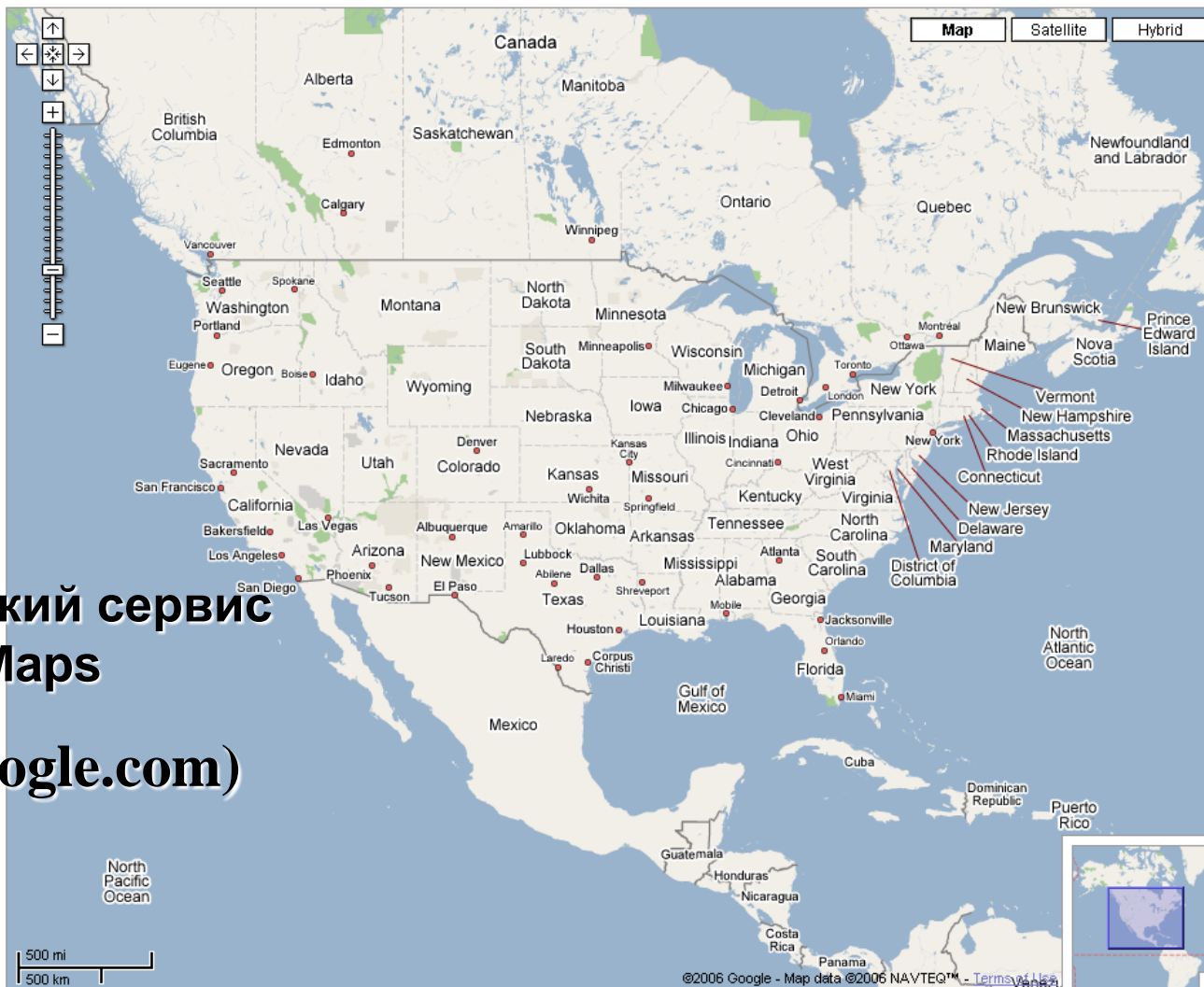
hotels near lax
pizza

Get directions

jfk to 350 5th ave, new york
seattle to 98109

Drag the map with your mouse, or double-click to zoom. Take a tour »

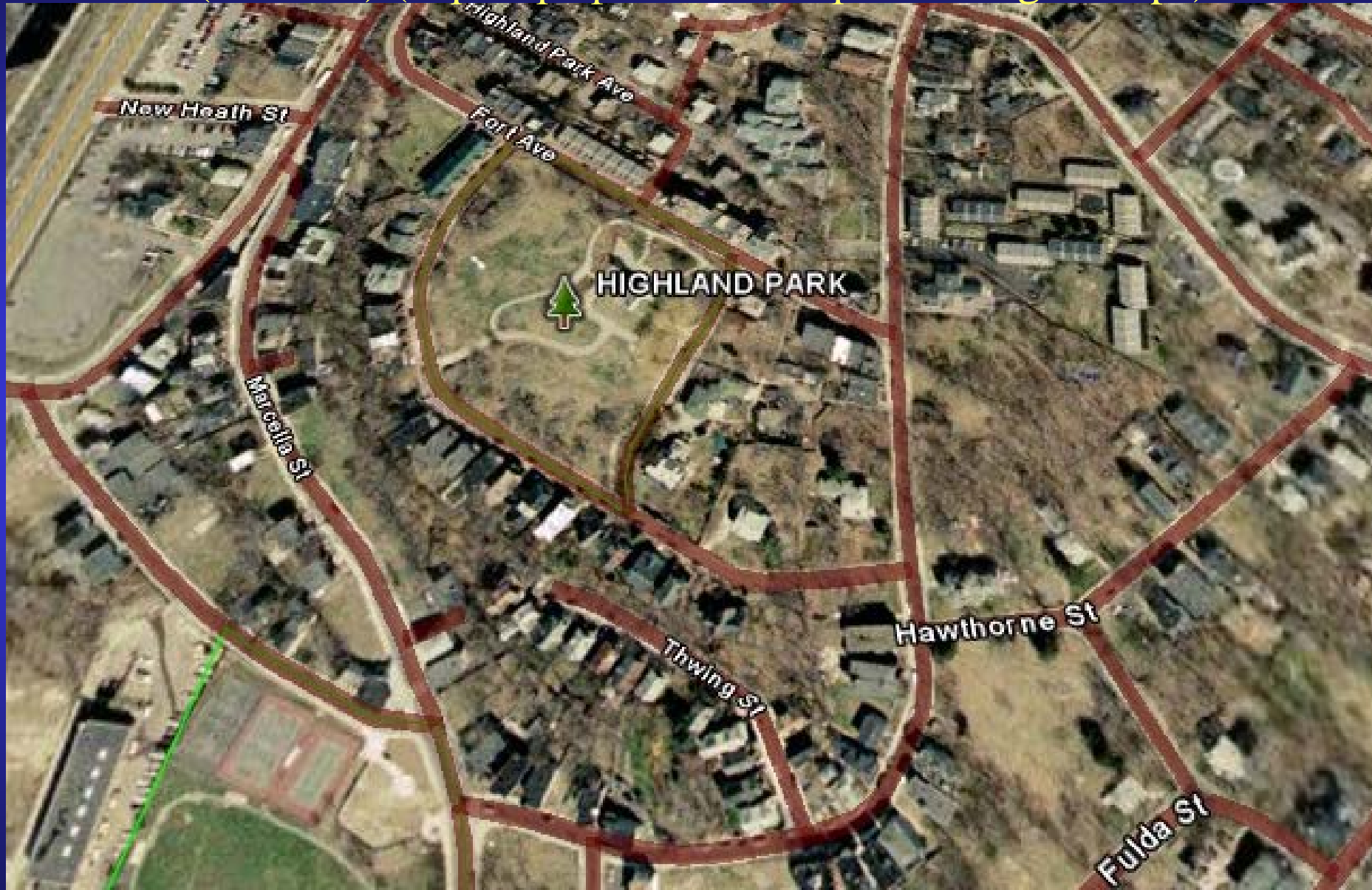
Business Owners: Add/Edit Your Business



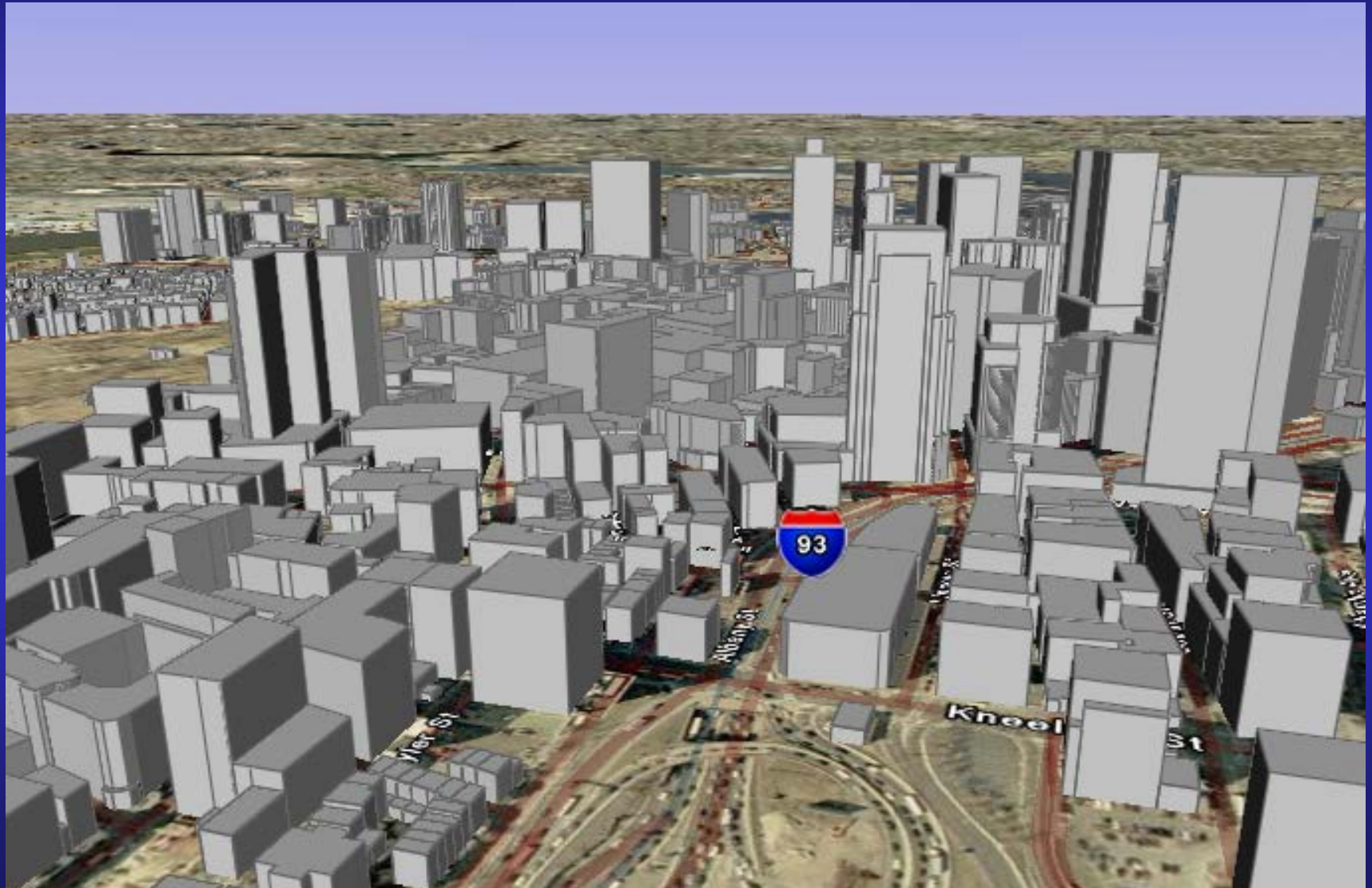
Картографический сервис Google Maps

(http://maps.google.com)

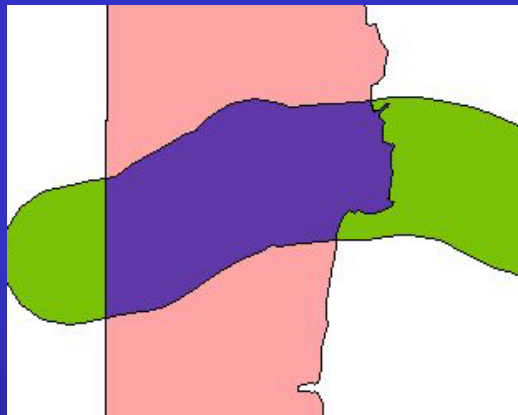
Космический снимок, совмещенный с векторными слоями  
(Бостон) (картографический сервис Google Maps)



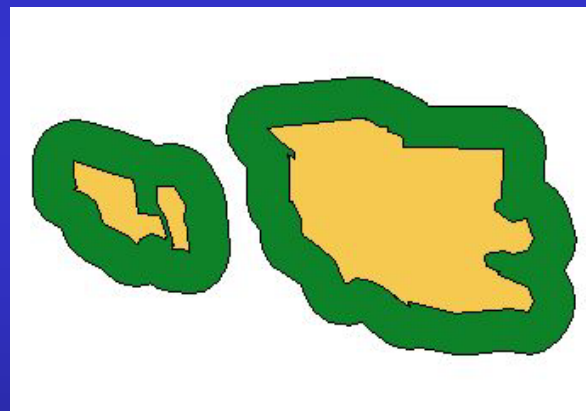
Космический снимок, совмещенный с векторным дорожным слоем и 3-мерной моделью городских зданий (Бостон)  
(картографический сервис Google Maps)



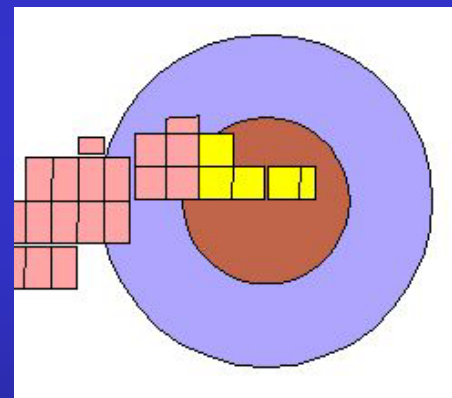
**ГИС-технологии** - набор программных процедур и операций, позволяющих реализовать функциональные возможности ГИС.



Пересечение



Буферизация

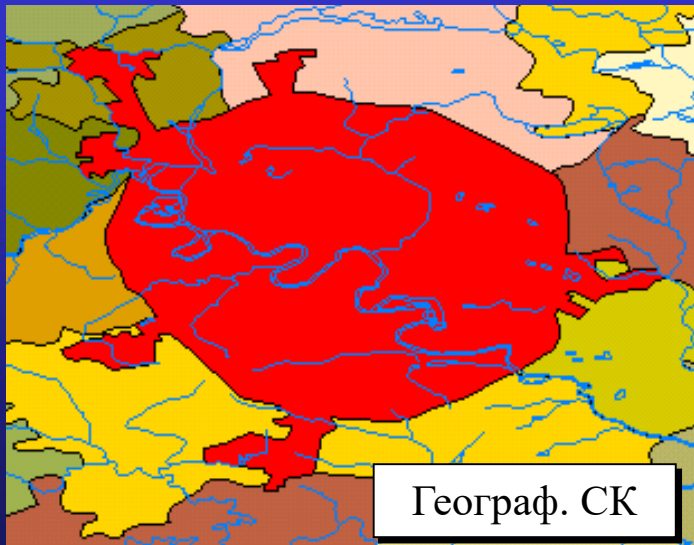


Пространственный  
запрос - поиск  
объектов по  
пространственным  
критериям

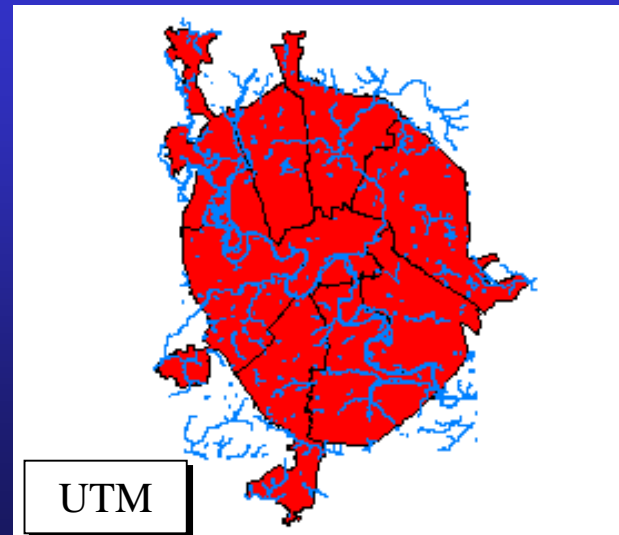
### 3. Преобразование проекций (трансформация) в ГИС

Поскольку существует множество способов проектирования криволинейной поверхности земли на плоскость карты, пространственные данные в БД могут оказаться в *разных системах координат*. Для *совместного* использования необходимо преобразовать их в *общую* систему координат.

Все данные на карте должны быть в *единой проекции*, иначе они не могут быть правильно совмещены и их нельзя вместе просматривать и анализировать



Данные в разных проекциях





## Два метода трансформации:

- проектирование;
- полиномиальные преобразования

↪ **Проектирование** (если *известны* параметры исходной и новой проекции):

1) вариант  $(x_1, y_1) \rightarrow (\varphi, \lambda) \rightarrow (x_2, y_2)$ :

- сначала **прямоугольные** координаты *исходной* проекции  $(x_1, y_1)$  преобразуются в **географические**  $(\varphi, \lambda)$  (широта, долгота) - *обратная задача математической картографии*;
- затем по географическим координатам  $(\varphi, \lambda)$  вычисляются **прямоугольные** координаты *новой* проекции  $(x_2, y_2)$  с использованием формул математической картографии - *прямая задача математической картографии*.

2) вариант  $(x_1, y_1) \rightarrow (x_2, y_2)$ :

непосредственный пересчет данных из одной проекции в другую, *минуя* приведение к **системе географических координат**.

↳ **Полиномиальные преобразования** (при *неопределенных* проекциях).

Пересчет прямоугольных координат исходной карты в новые  $(x, y) \rightarrow (x', y')$  осуществляется :

- посредством задания **набора опорных точек**, координаты которых известны в обеих системах координат,
- затем по **координатам опорных точек** рассчитывается **полином**, который используется для перехода их исходной системы координат в новую.

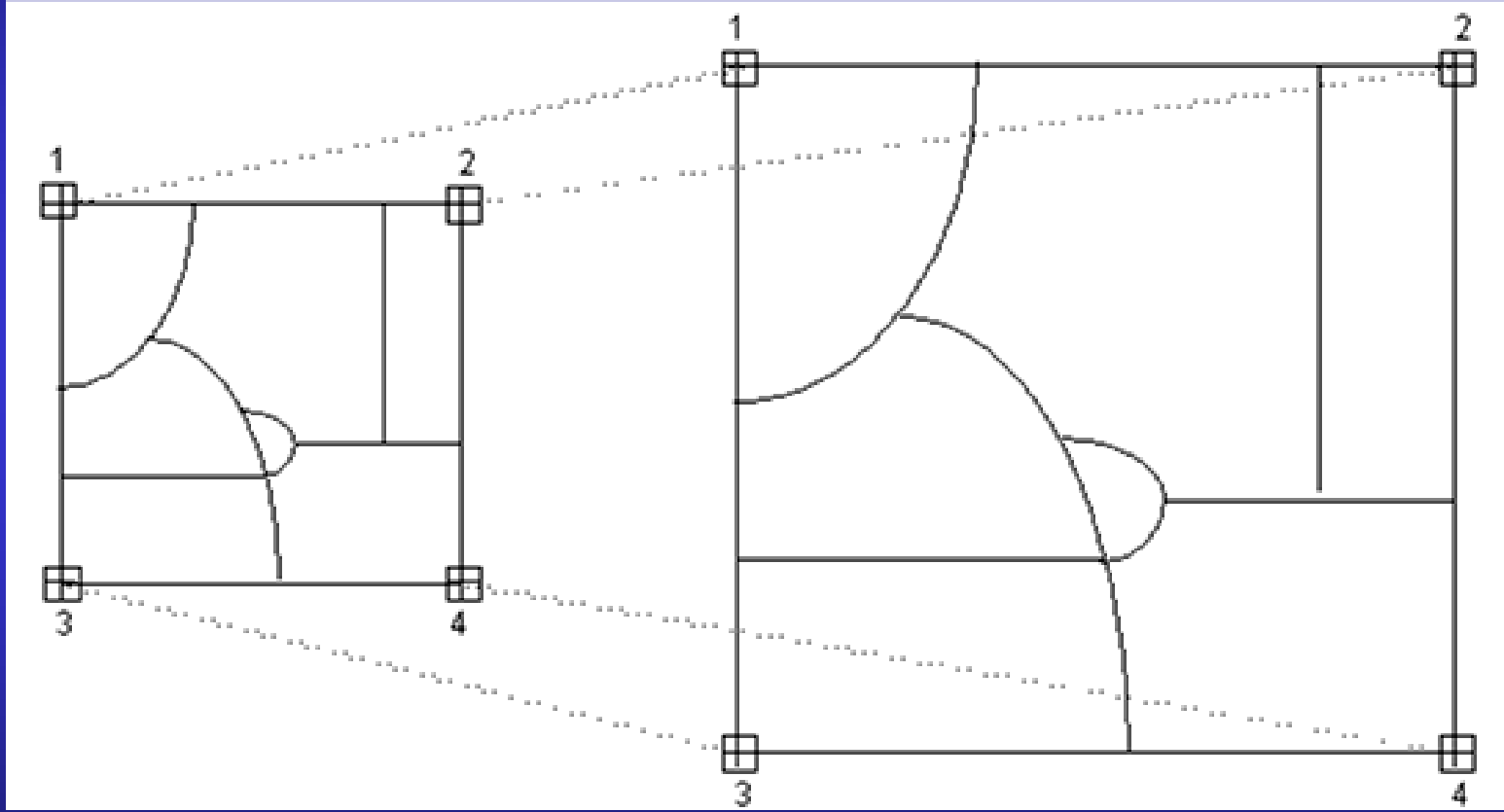
**Примеры использования:**

- для *регистрации* спутниковых изображений или сканированного растра в определенной координатной системе.
- для перевода в нужную систему координат *векторных слоев*, полученных векторизацией сканированной карты или цифрованием карт с помощью дигитайзера;

# ГИС-технологии: преобразование проекций

*До  
преобразования*

*После  
преобразования*



## **Линейные ( аффинные ) преобразования:**

- включают параллельный перенос, масштабирование, поворот,
- сохраняют параллельность линий,
- определяются полиномами **1-ой** степени с **6** коэффициентами:

$$x' = a_0 + a_1x + a_2y;$$

$$y' = b_0 + b_1x + b_2y,$$

где  $(x,y)$  - положение объекта до преобразования;

$(x',y')$  - после преобразования;

$a_0, b_0$  - коэффициенты переноса;

$a_1, b_2$  - коэффициенты масштабирования;

$a_2, b_1$  - коэффициенты вращения.

## **Нелинейные преобразования:**

- описываются уравнениями со степенями  $>1$ .
- дают эффект "**резинового листа**", при котором точки преобразуются **неодинаково** и параллельные линии становятся **непараллельными**, возможно **кривыми**.

## Преобразование проекций: полиномиальные преобразования

Для нахождения 6 коэффициентов **линейных уравнений**

- необходимо иметь **не менее 3** опорных точек, дающих 6 значений координат, при этом опорные точки **не должны располагаться на одной прямой**;
- для учета **неодинаковых искажений** карты используется число опорных точек **>3** (при этом находятся **усредненные параметры преобразований** - система уравнений, составленных для каждой точки, решается **методом наименьших квадратов**, минимизируя величину среднеквадратических отклонений координат точек).

**В общем случае** число опорных точек для **полиномиальных преобразований** должно удовлетворять соотношению

$$n > (m + 1)(m + 2)/2,$$

где  $m$  - степень полинома.

## 4. Операции с таблицами в БД

Record_id	Count	Area	Descrip_r	Fam_id	Distric_id	Type_sen
15697	1	35.438840	Лужки	92	6	1
15726	2	20.799480	Чернятино	95	6	1
15744	1	27.019810	Рудня	95	6	1
15757	1	41.288480	Пруска	95	6	1
15766	5	15.165580	Первомайский	93	6	1
15784	1	64.187690	Побожеевка	92	6	1

### Работа с полями таблиц:

- **поиск** в таблице *текстового* значения;
- **создание, редактирование** и **удаление** поля;
- вычисление **нового** значения поля;
- расчет **статистик** по полю;
- **группировка** - генерирование по *группам* нового значения (суммы, среднего, мин., макс. значения), основанного на значениях *существующего* поля, и запись расчетов в новую таблицу.

Например, подсчет суммарной площади для каждого типа земельных участков.

↪ **Создание запросов к таблице.** Запросы к таблице *выбирают записи* по значениям их *атрибутов*.

Запрос создается посредством составления **логического выражения**, основанного на *полях* этой таблицы, с использованием:

- арифметических операторов (\*, /, -, +),
- *операторов сравнения* (<, <=, <>, =, >, >=),
- *логических операторов* (And, Or, Xor, Not).

**Логические операторы And, Or, Xor** служат для сравнения *логических значений двух* выражений (истина или ложь):

(выражение **A**) **логический оператор** (выражение **B**).

**AND** - возвращает TRUE (истина), когда A и B являются *одновременно* истинными, в ином случае - FALSE (ложь).

**OR** - возвращает FALSE, когда A и B являются *одновременно ложными*, в ином случае - TRUE.

**XOR** - возвращает TRUE, когда *одно и только одно* из выражений есть *истина*.

**Логический оператор NOT** - отрицает логическое значение выражения, т.е. возвращает *истину*, если выражение *ложно*, и наоборот:

**NOT** (выражение).

**Пример запроса в ArcView:** в таблице с данными о сельхозугодьях найти *пастбища* и *сенокосы* (тип землепользования 3 и 5) с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs} > 20$  **Ки/км<sup>2</sup>:**

(( [Landuse]=3 ) **or** ( [Landuse]=5 ) ) **AND** ( [Cs]>20 ),

где Landuse - имя поля с типом землепользования,  
Cs - имя поля со значениями  $^{137}\text{Cs}$ .



↪ **Соединение таблиц** - применяется для присоединения данных из одной таблицы (*таблица источника*) к другой (*таблица назначения*) и осуществляется по **значениям общего поля**, имеющегося в обеих таблицах.

При этом

- между таблицей назначения и таблицей источника устанавливаются связи типа **одна-к-одной** (1:1) или **многие-к-одной** (M:1);
- после соединения можно задавать символы, создавать надписи и запросы, используя данные из **присоединенной** таблицы;
- соединение таблиц может быть разорвано в любой момент;
- имя поля, по которому происходит соединение таблиц, может *не быть* одинаковым в обеих таблицах, но **тип данных** должен обязательно **совпадать**.

# Соединение таблиц в ArcView

## Соединение таблиц

Присоединение описания типов почв к таблице с данными по земельным участкам по общему полю «Soil\_id» (код почвы).  
Тип связи - многие-к-одной (M:1)

The screenshot shows the ArcView GIS 3.2a interface. The 'Join' button in the toolbar is circled in orange. Below the toolbar, two data tables are displayed. The 'land.dbf' table has columns: Years, District, Fam\_id, Polygon, Plot\_id, Areaplot, Soil\_id, Cs137. The 'soil.dbf' table has columns: Soil\_id, Soil\_r. A red arrow points from the 'Soil\_id' column in the 'land.dbf' table to the 'soil.dbf' table.

The screenshot shows the 'land.dbf' table after a join operation. The table has 10 columns: Polygon, Plot\_id, Areaplot, Soil\_id, Cs137, Ph, P2o5, K2o, and Soil\_r. The 'Soil\_r' column contains soil descriptions. A red arrow points from the 'land.dbf' table in the previous screenshot to this one.

Polygon	Plot_id	Areaplot	Soil_id	Cs137	Ph	P2o5	K2o	Soil_r
2	7	14.0000	165	16.2000				Дерново-подзолистые, супесчаные
2	7	14.0000	165	6.9000	4.3000	3.6000	9.7000	Дерново-подзолистые, супесчаные
2	7	14.0000	165	1.9000	4.8000	2.0000	4.4000	Дерново-подзолистые, супесчаные
4	76	45.0000	164	7.4000				Дерново-подзолистые, легкосуглинистые
4	76	45.0000	164	7.0000	4.9000	4.9000	4.8000	Дерново-подзолистые, легкосуглинистые
2	37	49.0000	165	4.9000	5.4000	1.7000	2.5000	Дерново-подзолистые, супесчаные
2	37	49.0000	165	2.7000	5.0000	1.6000	3.5000	Дерново-подзолистые, супесчаные
3	95	30.0000	164	4.5000				Дерново-подзолистые, легкосуглинистые
3	95	30.0000	164	6.2000				Дерново-подзолистые, легкосуглинистые
3	95	30.0000	164	11.8000	6.6000	6.4000	2.7000	Дерново-подзолистые, легкосуглинистые
2	38	38.0000	165	6.5000	5.3000	7.4000	10.9000	Дерново-подзолистые, супесчаные
2	38	38.0000	165	1.9000	4.6000	0.8000	3.2000	Дерново-подзолистые, супесчаные

# 5. Операции пространственного анализа

(для векторных объектов)

↪ **Выбор объекта** - позволяет находить объекты на карте и работать далее с ними.

Выбрать объекты можно:

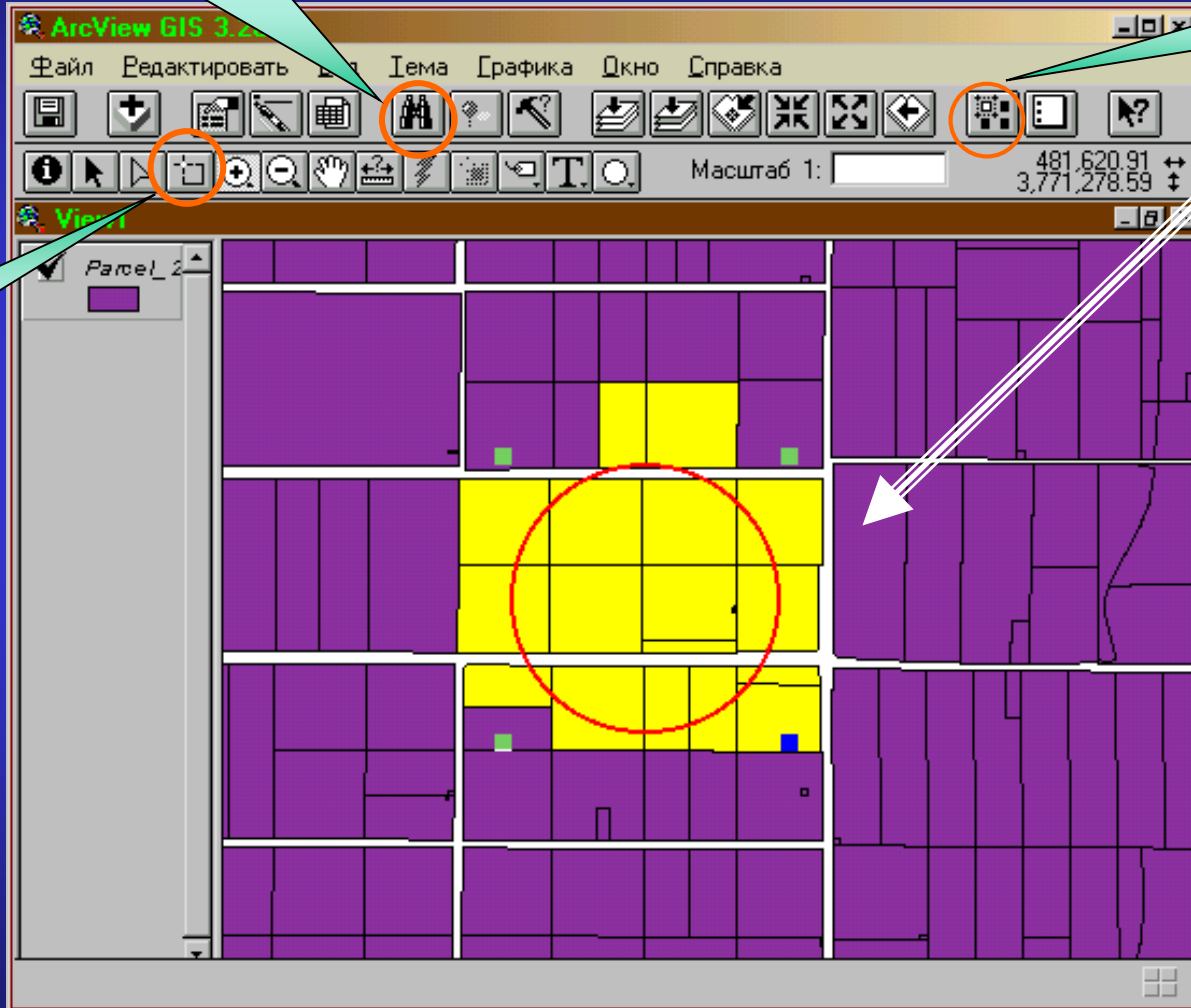
- с помощью **мыши** (указывая на них или растягивая прямоугольник поверх них);
- по **названию** (по *текстовому* значению атрибута);
- с помощью **графики** (выбираются объекты, которые целиком попадают внутрь или пересекаются нарисованной графикой);
- с использованием **атрибутивного запроса** к слою, если необходимо выбрать объекты по значениям их атрибутов;
- с помощью **выбора записей в атрибутивной таблице** (при этом на карте выбираются объекты, к которым относятся эти записи).

# Выбор объектов в ArcView

Выбор по названию

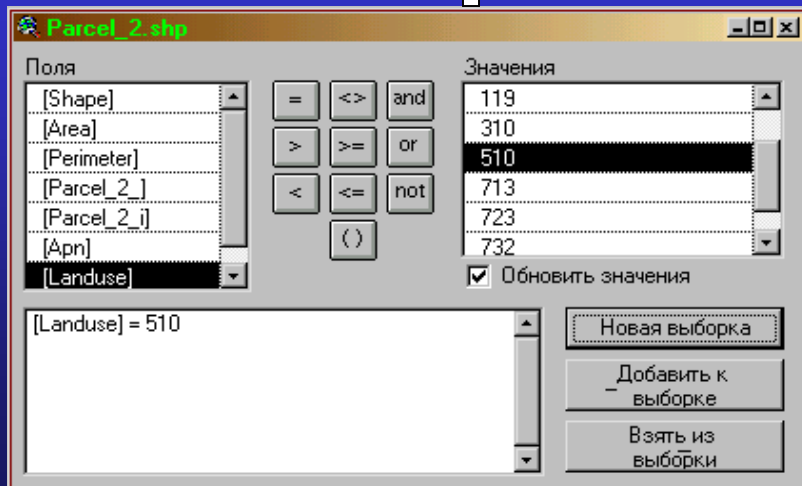
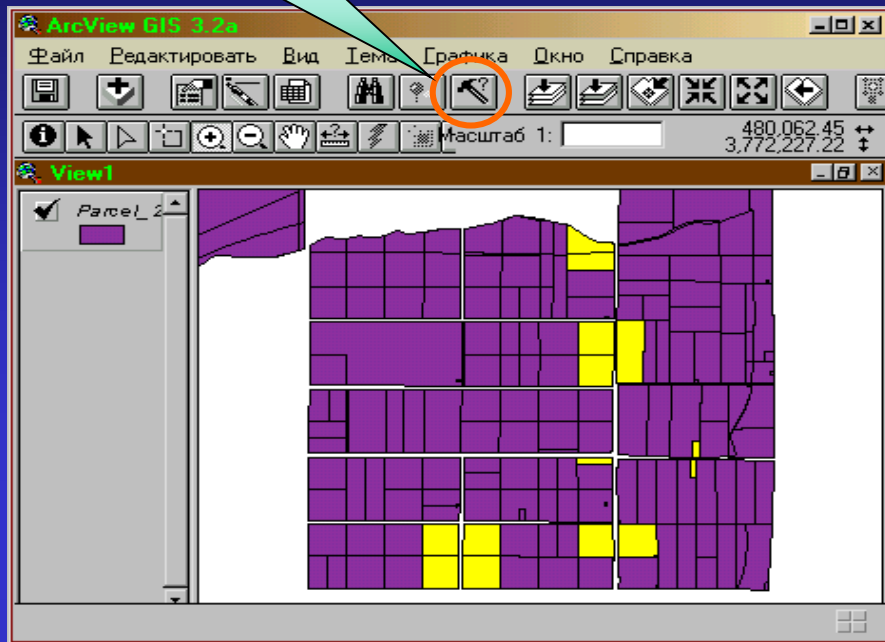
Выбор графикой

Выбор мышью

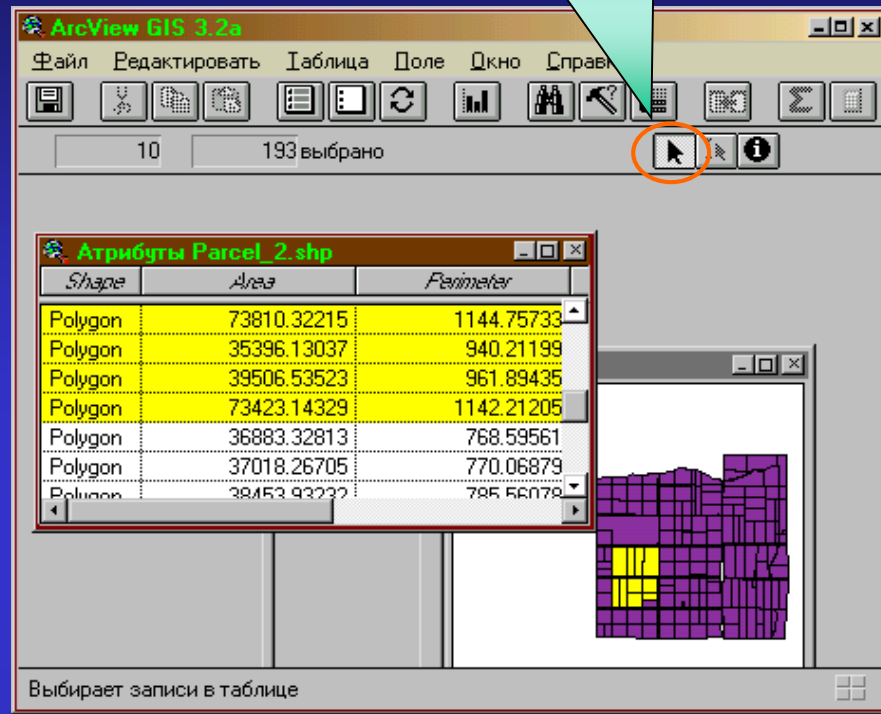


# Выбор объектов в ArcView

Выбор запросом



Выбор по таблице

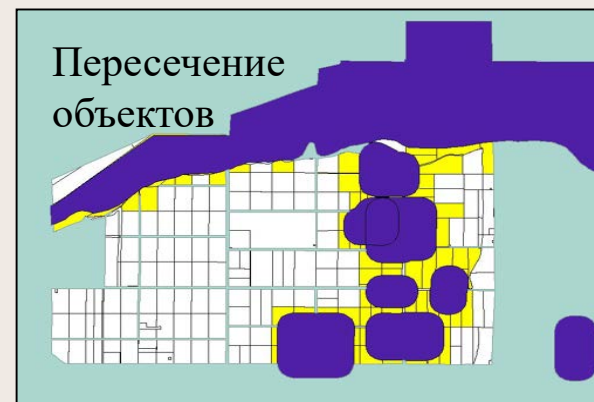


## ГИС-технологии: **операции пространственного анализа** (для векторных объектов)

➔ **Поиск объектов по пространственным критериям (пространственный запрос)** - используется для решения задач соседства, смежности и вместимости.

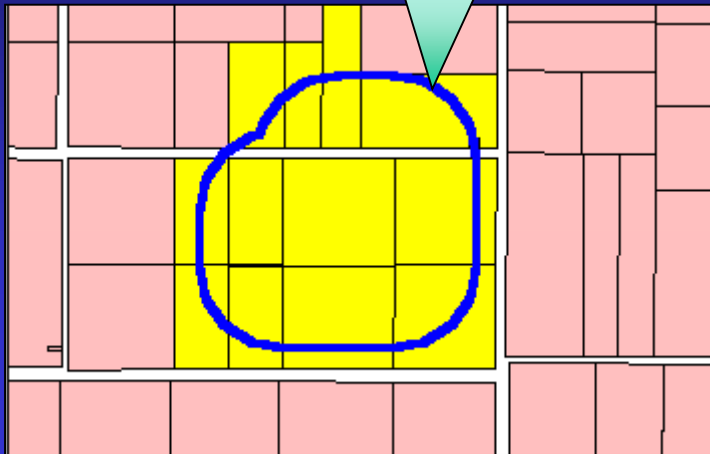
**Типы пространственных связей (отношений)**, устанавливаемых между объектами в ГИС:

- полностью располагаются внутри,
- полностью содержат,
- имеют свой центр внутри другого объекта,
- содержат центр другого объекта,
- пересекают (*т.е. у них есть хотя бы одна общая точка*),
- находятся в пределах заданного расстояния от других объектов.

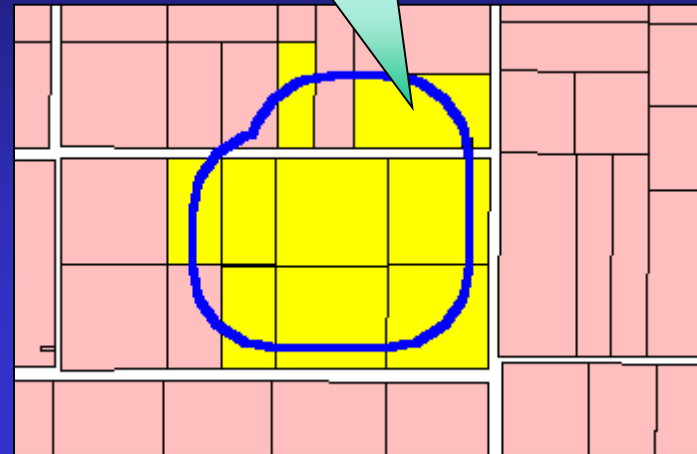


# Поиск объектов по пространственному критерию

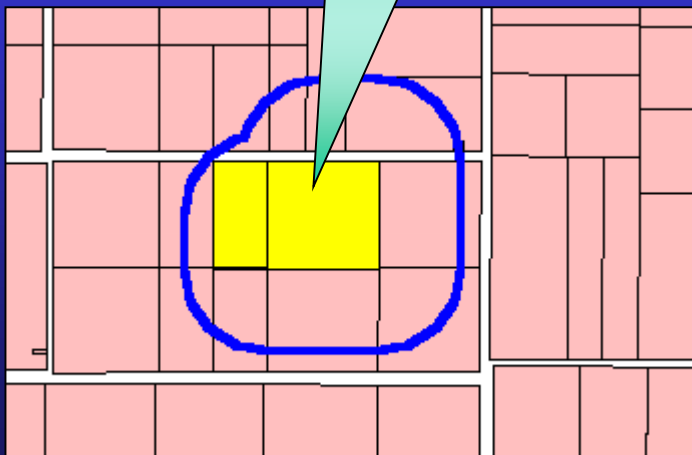
Пересекают



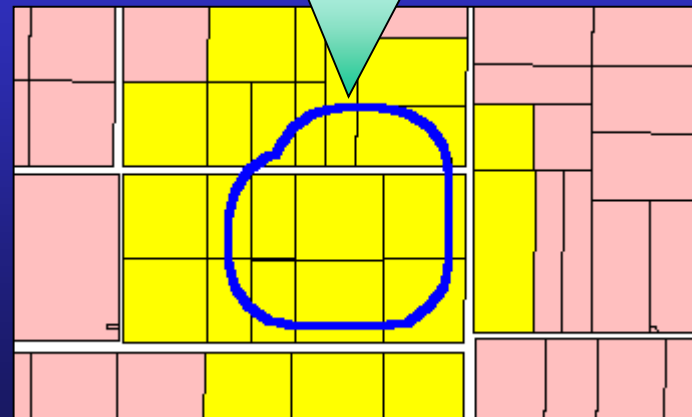
Имеют свой центр



Содержатся внутри



Находятся в пределах заданного расстояния



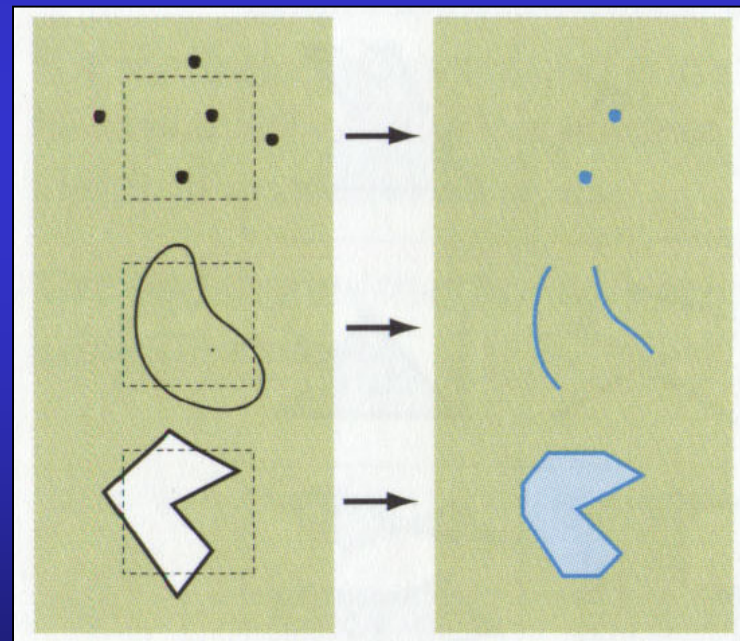
## Операции пространственного анализа (для векторных объектов)

↪ **Операции наложения (оверлей)** - пространственные операции, возвращающие новые геометрические фигуры, получаемые в результате *наложения исходных фигур* (их наборов точек).

### ♦ **Вырезание**

Создает новую фигуру с набором точек исходной, которые находятся **внутри** или **на границе** области вырезания.

Новая фигура - того же *типа*, что и исходная.

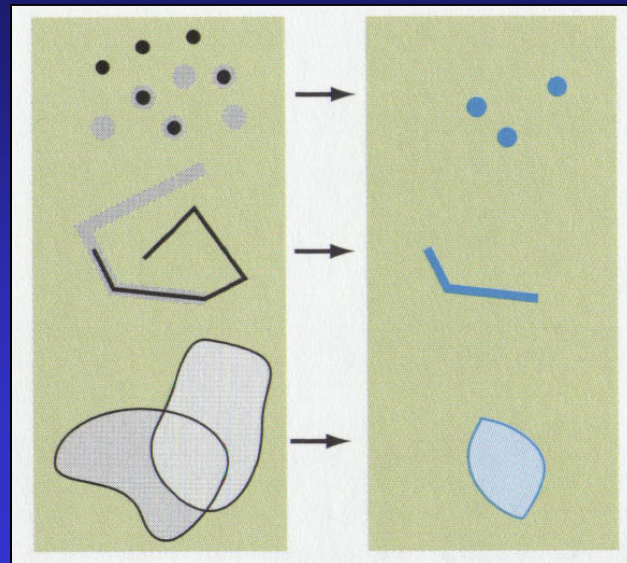




# Операции наложения

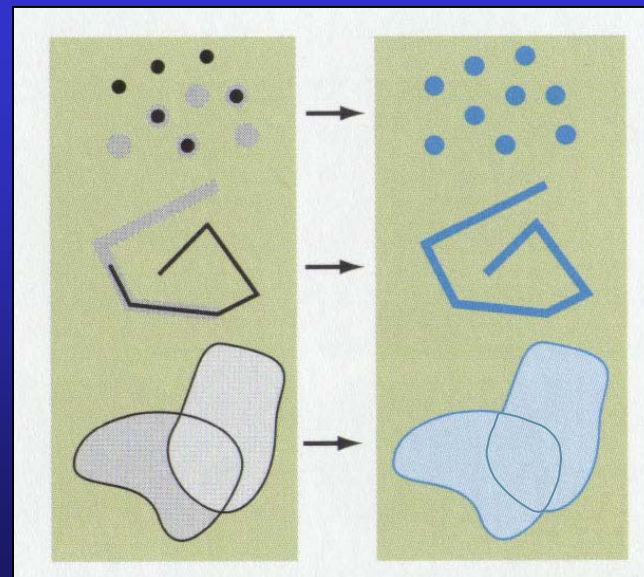
## ◆ **Пересечение**

Вычисляет геометрическое *пересечение* двух фигур и возвращает новую фигуру, присутствующую **одновременно** в 2-х исходных.



## ◆ **Объединение**

Вычисляет геометрическое *объединение* двух фигур (*одной размерности*) и создает новую фигуру, образованную **всеми** точками 2-х исходных.

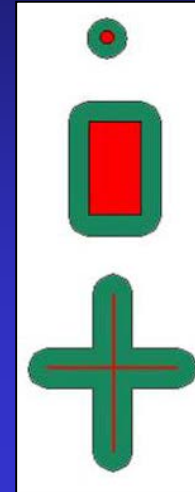


## Операции пространственного анализа (для векторных объектов)

### ↪ **Буферизация** –

создание *буферной зоны* - области, граница которой отстоит на заданном расстоянии от границы исходного объекта (или объектов).

*Используется* для анализа размещения объектов в пределах буферных зон (*анализ окрестности*).



### ↪ **Агрегирование объектов** –

построение новых более крупных объектов (зон), **однородных** по выбранному критерию путем объединения объектов с **одинаковыми значениями указанного атрибута**.

Эта операция объединяет объекты, имеющие одинаковые значения для указанного вами атрибута.



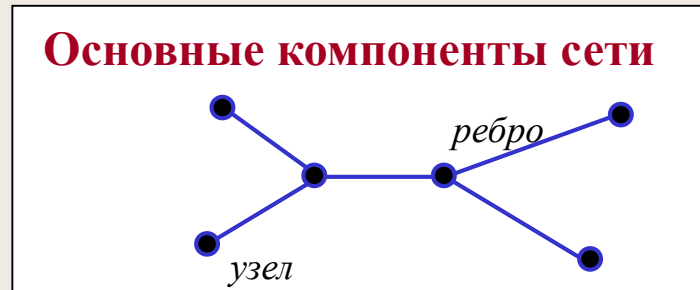
Входная тема



Результирующая тема

## Операции пространственного анализа (для линейных объектов)

↪ **Анализ сетей** – это операции, исследующие топологические и геометрические свойства *линейных* пространственных объектов, образующих сети (*гидрографическая сеть, сети коммуникаций*).

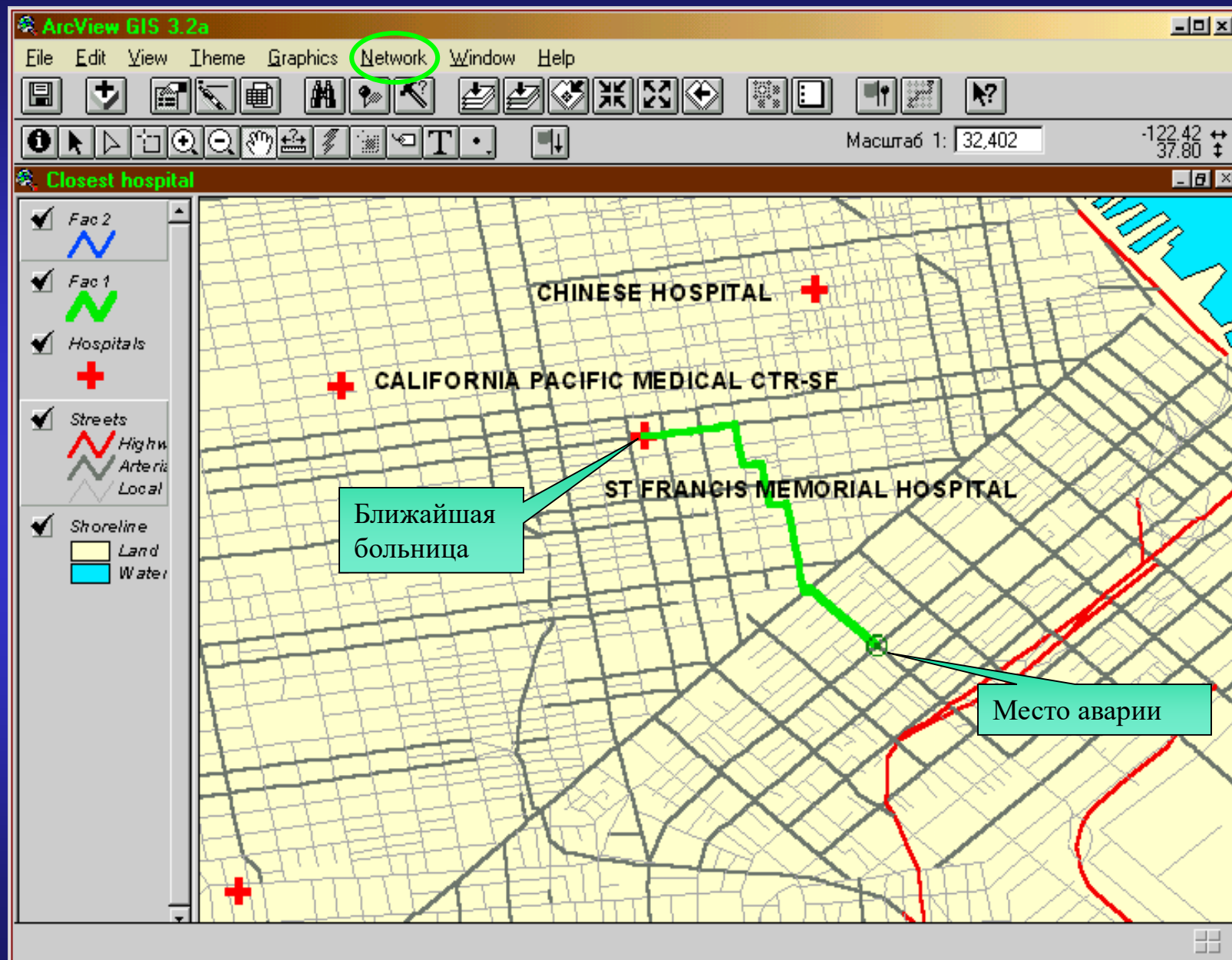


**Анализ сетей включает:**

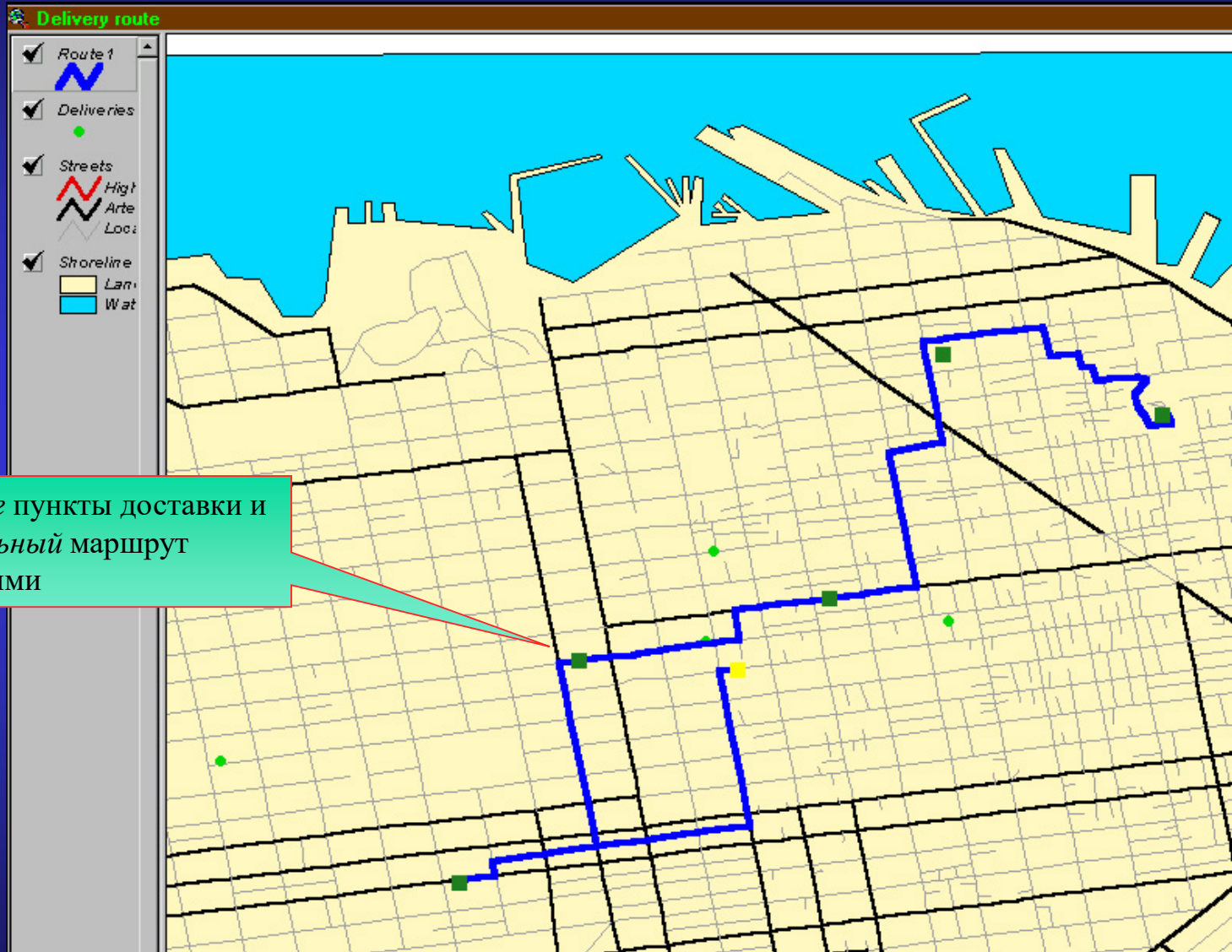
- поиск *наикратчайшего* пути между двумя точками,
- расчет маршрута движения с *минимальными издержками* (например временными),
- выбор *оптимального* маршрута между несколькими узлами сети,
- нахождение *ближайшего* сервисного центра и т.п.

**В ArcView анализ сетей осуществляется с помощью дополнительного модуля *Network*.**

# Анализ сетей в ArcView: **выбор ближайшей к месту аварии больницы**



# Анализ сетей в ArcView: выбор оптимального маршрута между несколькими пунктами доставки



Заданные пункты доставки и оптимальный маршрут между ними

## Операции пространственного растрового анализа

↪ **Анализ близости** - создается *растр*, хранящий для каждой ячейки идентификатор или атрибут *ближайшего* к этой ячейке объекта.

Объектами, по отношению к которым определяется близость ячеек растра, могут быть *точки, линии, полигоны* или *ненулевые ячейки другого растра*.

Анализ близости может быть использован для нахождения:

- *области, привязанной* к каждому исходному объекту,
- *объектов* одного слоя, *ближайших* к объектам другого слоя.



В ArcView операции растрового анализа осуществляются с помощью модуля *Spatial Analyst*.

## Операции пространственного *растрового* анализа

↪ **Анализ расстояния** - создается *растр*, содержащий для каждой ячейки *расстояние* до ближайшего объекта.

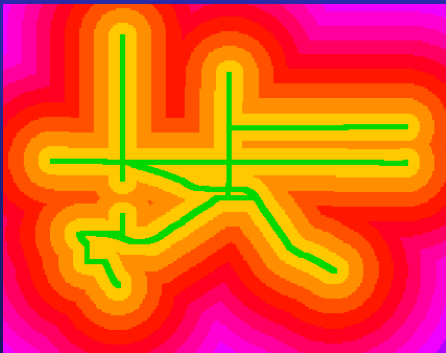
Объектами, используемыми для нахождения расстояния, могут быть *точки, линии, полигоны* или *ненулевые ячейки другого растра*.

Прямолинейное расстояние вычисляется от каждой из выходных ячеек, *не содержащей* объект, до ближайшего объекта. Выходным ячейкам, *содержащим* объект, присваивается 0.

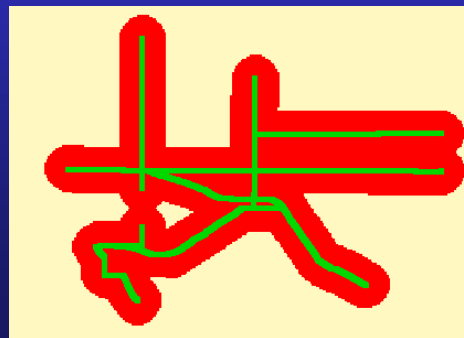
*Растр расстояний* может быть использован:

- для создания одной или набора *буферных зон* вокруг объектов (*в растровом представлении*);
- нахождения *объектов* в *пределах заданных расстояний* от других объектов.

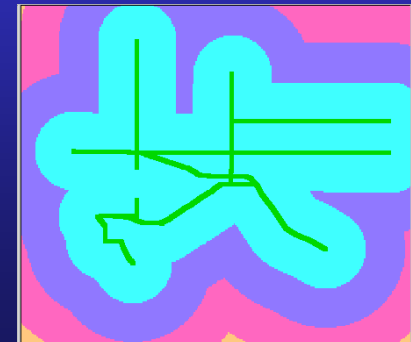
Растр расстояний



Растровая буферная зона



Набор буферных зон

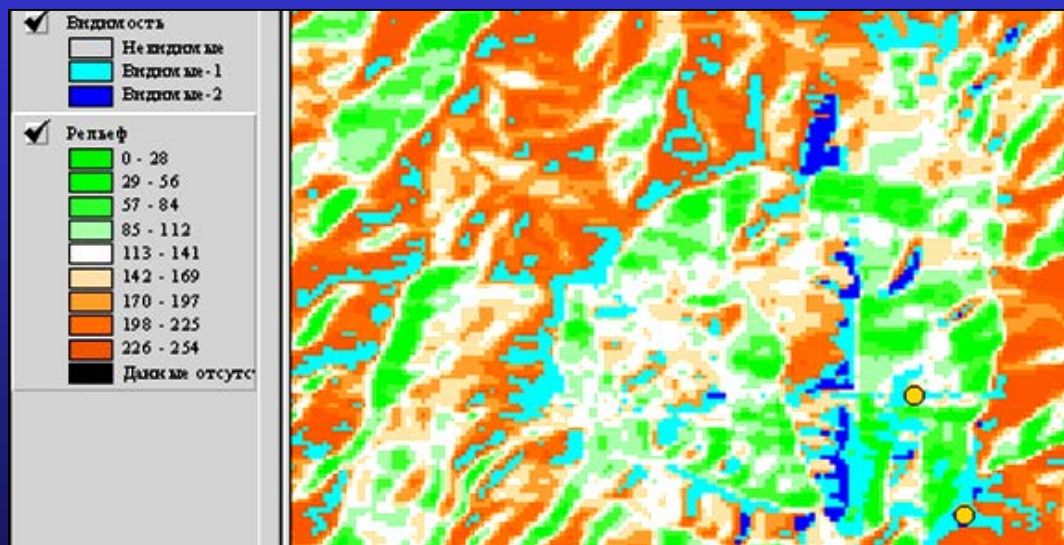


## Операции пространственного анализа (для растровых и TIN моделей)

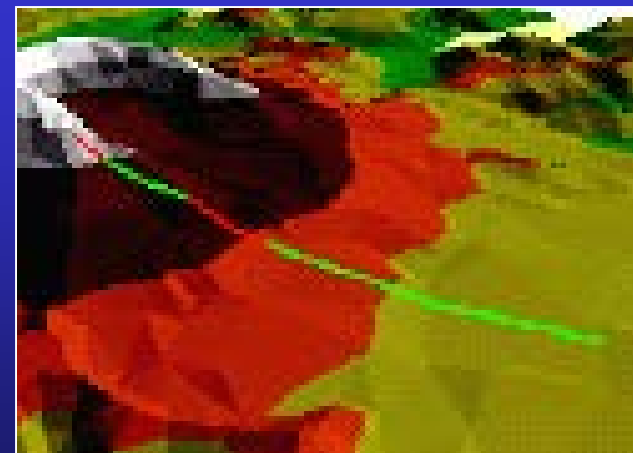
↪ **Анализ видимости** - операция обработки *цифровых моделей рельефа*, обеспечивающая оценку поверхности с точки зрения *видимости* или *невидимости* отдельных ее частей с некоторой точки (или точек) обзора.

### Два типа анализа видимости:

- расчет *линии взгляда* - определение видимости вдоль *указанной* на поверхности линии с *конкретной точки наблюдения*;
- расчет *зон видимости* - определение *областей* поверхности, которые видны с одной или более точек наблюдения. В результате получается *растр*, каждой ячейке которого присваивается атрибут, обозначающий *количество точек наблюдения*, из которых видна данная ячейка.



Определение зон видимости



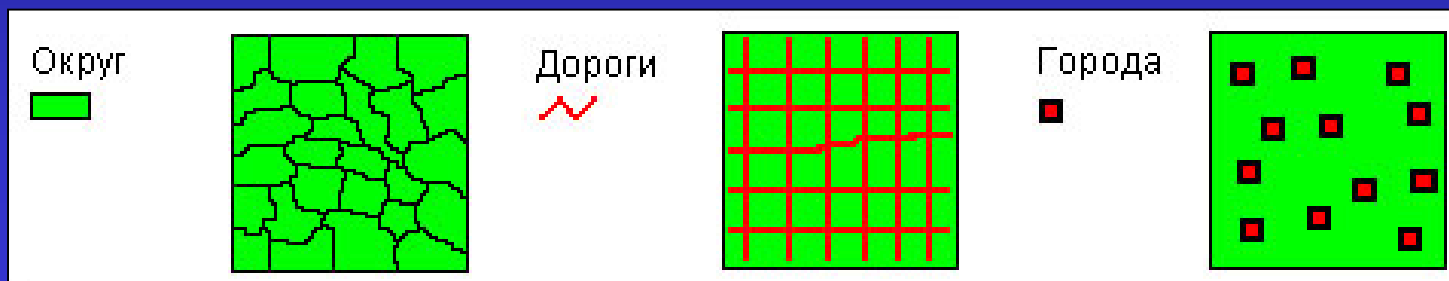
Расчет линии взгляда в

TIN-модели



# Методы создания тематических карт в ГИС

↪ **Отдельный символ** - все объекты темы изображаются *одним цветом и символом*. Метод полезен, когда необходимо показать *только расположение* объектов в теме, а не их атрибуты.

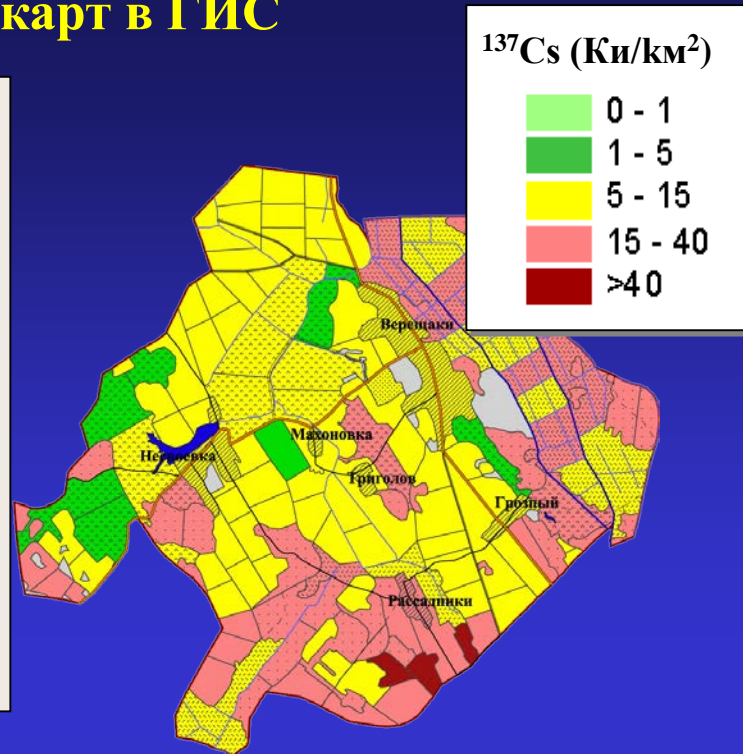


↪ **Уникальное значение** - в этом методе каждое уникальное значение выбранного для отображения на карте атрибута представляется *уникальным символом*. Наиболее эффективен при изображении *качественных* данных (типов почв, типов землепользования, типов дорог).



↪ **Цветовая шкала** - объекты изображаются символами, *цвет* которых представляет *диапазоны* изменения выбранного атрибута.

Метод полезен для отображения количественных данных, имеющих *непрерывную последовательность* значений.



↪ **Масштабируемый символ** - объекты изображаются символами, *размер* которых представляет *диапазоны* изменения значений атрибута.

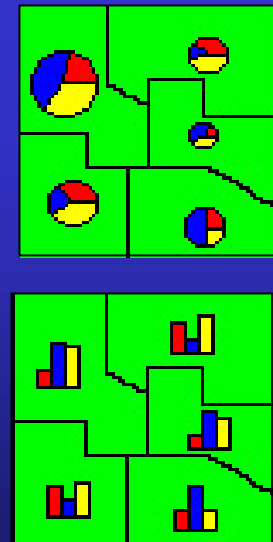
Используется только для *точечных* и *линейных* данных.



↪ **Плотность точек** - объекты *полигональной* темы изображаются точками, число которых, умноженное на *вес* точки, соответствует значению выбранного для отображения на карте атрибута. Используется для демонстрации *распределения* какого-либо явления по площади.



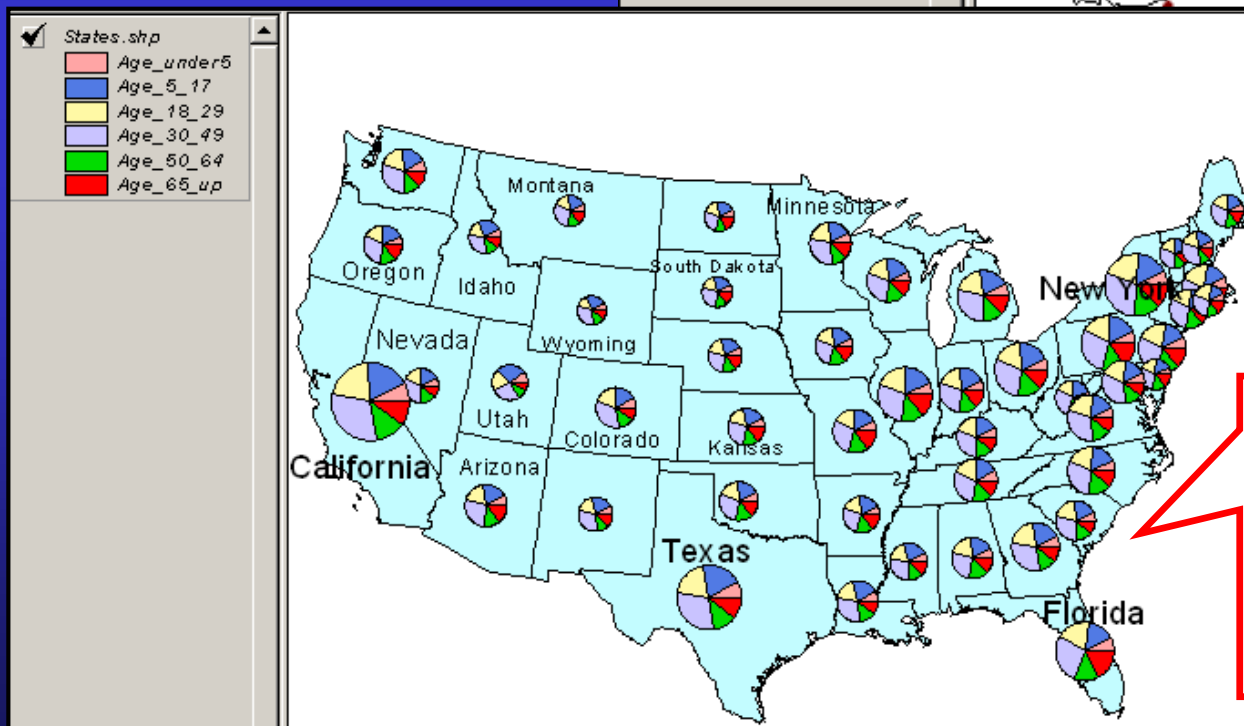
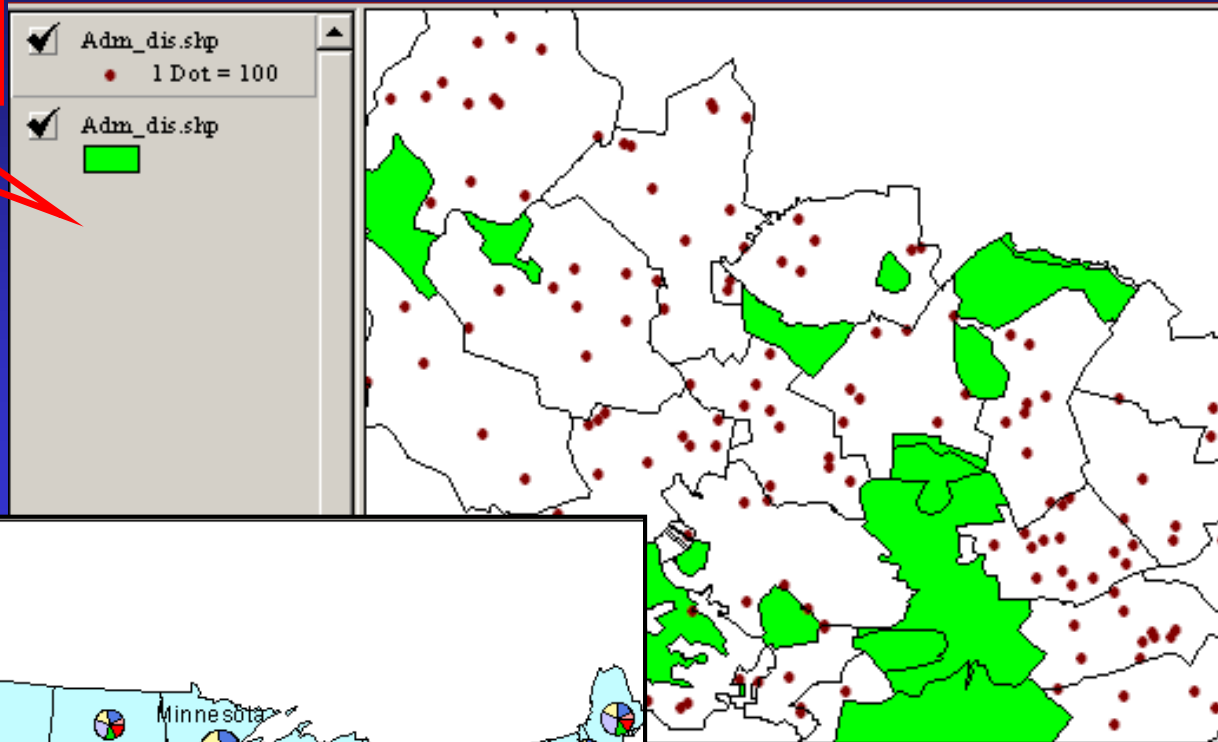
↪ **Локализованная диаграмма** - объекты изображаются диаграммами (*круговыми* или *столбчатыми*; компоненты диаграмм соответствуют выбранным *атрибутам* данных). Метод полезен для одновременного изображения значений *нескольких* атрибутов.



Тематическая карта,  
созданная методом  
«Плотность точек»

Возрастная  
структура населения  
в штатах США

"Распределение сельского  
населения по хозяйствам района"



Тематическая карта,  
созданная методом  
«Локализованная  
диаграмма»