

# ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ





***ТЕМА №6.***

# **Пространственный анализ**





# **Подсистема анализа данных**

## **Пространственный анализ (ГИС – анализ)**

представляет собой процесс поиска

- **географических закономерностей в данных;**
- **взаимоотношений между пространственными объектами.**

### **Стандартные функции ГИС- анализа:**

- **Выбор объектов по тем или другим условиям;**
- **Геометрический анализ данных;**
- **Проекционные преобразования;**
- **Оценка пространственных распределений объектов;**
- **Построение буферных зон;**
- **Анализ наложений;**
- **Построение моделей поверхностей;**
- **Сетевой анализ и т.д.**



# Пространственный анализ в ArcGIS

Пространственный анализ выполняется в ArcGIS с использованием средств приложения ArcToolbox





# Выбор объектов

**Выборка**

- Выбрать по атрибуту...
- Выбрать по расположению...
- Выбрать графикой
- Приблизить к выбранным объектам
- Переместиться к выбранным элементам
- Статистика...
- Очистить выбранные объекты
- Метод интерактивной выборки**
  - Создать новую выборку
  - Добавить к текущей выборке
  - Удалить из текущей выборки
  - Выбрать из текущей выборки
- Опции выборки

*Выбор объектов осуществляется с помощью пункта основного меню ArcMap **Выборка**.*

## Инструменты интерактивной выборки



*Выбрать объекты*

*Очистить выбранные*

Солеразведочные\_скв

FID	Shape	OBJECTID	ID	CL	NAME	YAHN	ZU	H	ZHYD	X	Y
44	Точка	333	1410	9	436	1963	164.38	395	120.23	493451	6574565
45	Точка	334	1411	9	437	1963	196.02	530	120.02	487408	6573556
46	Точка	335	1412	9	438	1963	150.71	445	140.28	489431	6573493
47	Точка	336	1413	9	439	1963	173.86	492	139.86	490421	6573538
48	Точка	337	1414	9	440	1963	180.71	450	145.91	492443	6573577
49	Точка	338	1415	9	441	1963	172.94	450	136.24	490405	6572520
50	Точка	339	1416	9	442	1963	150.57	440	126.34	491372	6572594
51	Точка	340	1417	9	443	1963	140.71	400	142.17	492455	6572509
52	Точка	341	1418	9	444	1963	154.01	386	148.41	493428	6572532
53	Точка	342	1419	9	445	1963	147.6	469	130.1	489387	6571579

(1 из 111 Выбранные)





# 1. Выбор объектов по атрибуту

**Выбрать по атрибуту...**

Слой:  Административное деление  
 Показывать в списке только доступные для выборки слои

Метод: Создать новую выборку

"FID"  
"AREA"  
"PERIMETER"  
"OBLDD\_"  
"OBLDD\_ID"  
"CENTER\_RWI"

= <> Like  
> >= And  
< <= Or  
\_ % ( ) Not  
Is

Получить значения Перейти:

SELECT \* FROM RFOBLDD WHERE:  
"NAME" = 'Кемеровская обл.'

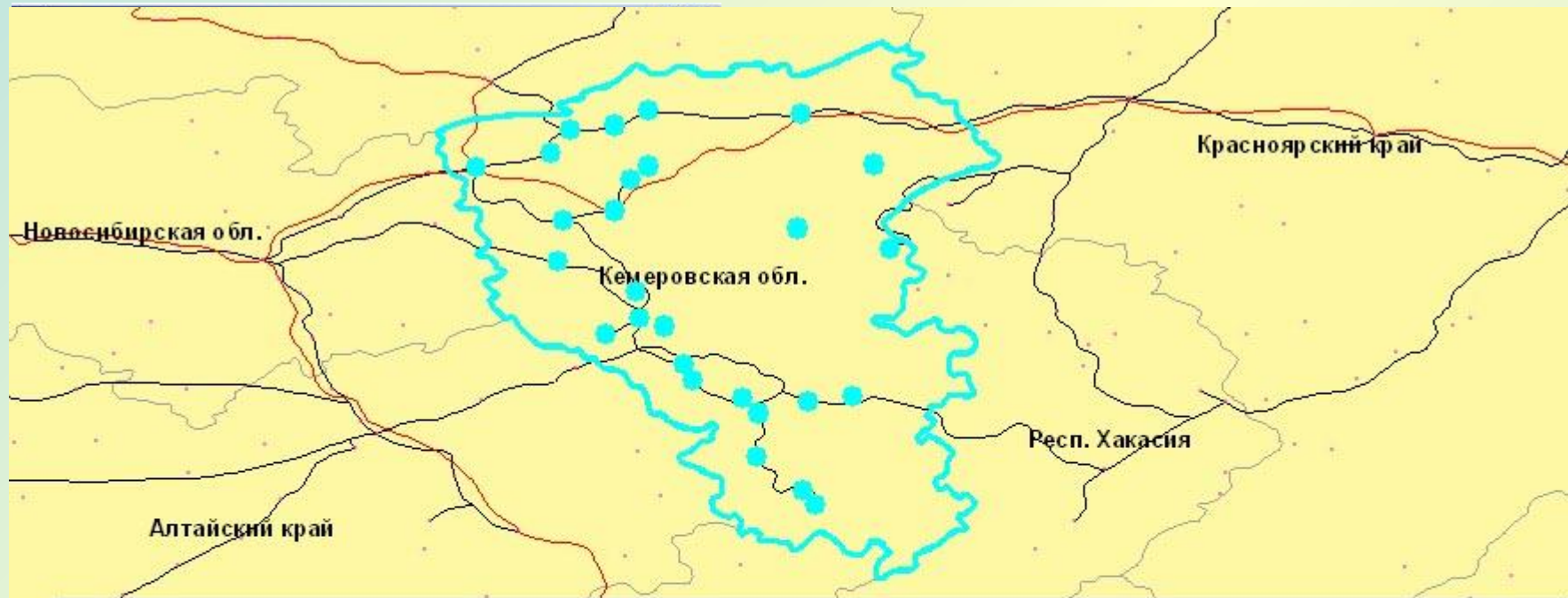
Очистить Проверить Справка Загрузить... Сохранить

OK Применить Закрыть





## 2. Выбор по расположению



Выбранные объекты Населенные пункты

FID	Shape *	AREA	PERIMETER	TOWIDD	TOWIDD ID	NAME RWIN	STATUS	REGION	POP 95	CAPITAL
1493	Точка	0	0	1494	1498	Тисуль	пгт	Кемеровская обл.	9.7	
1512	Точка	0	0	1513	1517	Топки	г	Кемеровская обл.	34	
1533	Точка	0	0	1534	1538	Центральный	пгт	Кемеровская обл.	1.5	
1537	Точка	0	0	1538	1542	Промышленная	пгт	Кемеровская обл.	18.3	
1549	Точка	0	0	1550	1554	Белогорск	пгт	Кемеровская обл.	75.8	
1554	Точка	0	0	1555	1559	Ленинск-Кузнецкий	г	Кемеровская обл.	119.4	
1566	Точка	0	0	1567	1571	Белово	г	Кемеровская обл.	86.3	
1575	Точка	0	0	1576	1580	Гурьевск	г	Кемеровская обл.	28.9	
1586	Точка	0	0	1587	1591	Киселевск	г	Кемеровская обл.	114.7	

Запись: 1 Показать: Все Выбранные записи (27 из 2380 Выбранные) Опции



# Геометрический анализ

**Геометрический** (картометрический)  
**анализ** включает определение

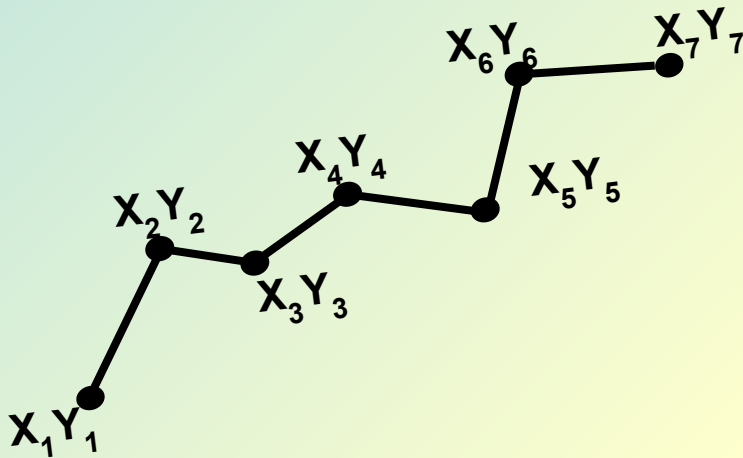
- формы объектов;
- размеров объектов : длин ломаных линий; площадей и периметров полигонов;
- расстояний между объектами;
- координат точек пересечения линий *и т.д.*





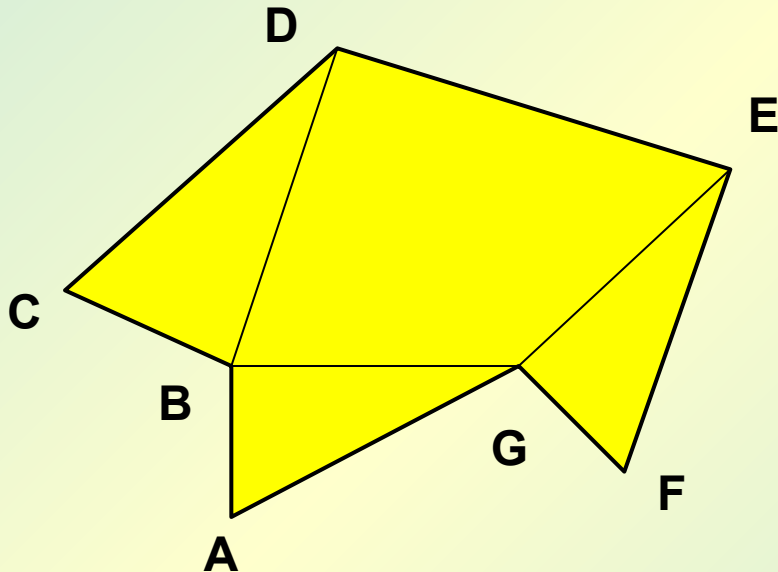
# Векторные модели

## Измерение длины линейных объектов



$$D = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{i-1} [(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2]^{1/2}$$

## Вычисление площадей полигонов

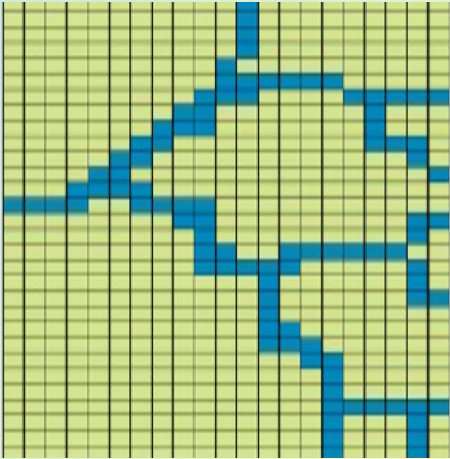


$$S_{\text{полигона}} = S_{\text{B}BCD} + S_{\text{B}BDEG} + S_{\text{E}SEFG} + S_{\text{A}SABG}$$

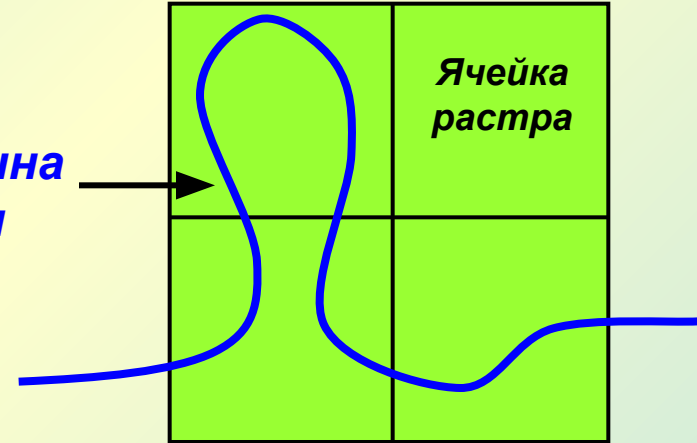


# Растровые модели

## Измерение длины линейных объектов

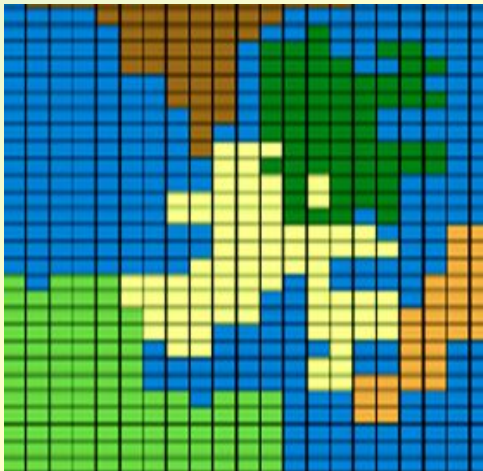


Излучина  
реки



$D = \text{число ячеек} \times \text{разрешение растра}$

## Вычисление площадей полигонов



$S_{\text{полигона}} =$   
число ячеек  $\times$  площадь ячейки







- [-] [Icon] Управление данными
  - [+] [Icon] Администрирование базы геоданных
  - [+] [Icon] Версии
  - [+] [Icon] Вложения
  - [+] [Icon] Генерализация
  - [+] [Icon] Геометрическая сеть
  - [+] [Icon] Диаграмма
  - [+] [Icon] Домены
  - [+] [Icon] Индексы
  - [+] [Icon] Класс пространственных объектов
  - [+] [Icon] Классы отношений
  - [+] [Icon] Набор данных LAS
  - [+] [Icon] Общие
  - [+] [Icon] Пакет
  - [+] [Icon] Подтипы
  - [+] [Icon] Поля
  - [+] [Icon] Проекция и преобразования
  - [-] [Icon] Пространственные объекты
    - [Icon] XY в линию
    - [Icon] Вершины объекта в точки
    - [Icon] Внешняя граница в полигон
    - [Icon] Восстановить геометрию
    - [Icon] Добавление координат XY
    - [Icon] Копировать объекты
    - [Icon] Курс на линию
    - [Icon] Минимальная ограничивающая геометрия
    - [Icon] Нарезать
    - [Icon] Объект в линию
    - [Icon] Объект в полигон
    - [Icon] Объект в точку
    - [Icon] Полигон в линию
    - [Icon] Присвоить значения 3D Z
    - [Icon] Проверить геометрию
    - [Icon] Разбить линию в точке
    - [Icon] Разбить линию на вершинах
    - [Icon] Собрать линию
    - [Icon] Составной в простые
    - [Icon] Таблица в эллипс
    - [Icon] Точки в линию
    - [Icon] Удалить объекты

← Восстановление геометрии

← Проверка геометрии



# Определение расстояний между объектами

## Простое расстояние

### Векторная модель



### Эвклидово расстояние

$$D = [(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2]^{1/2}$$

### Растровая модель

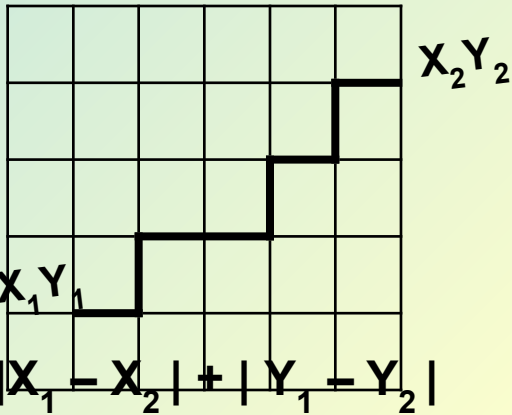




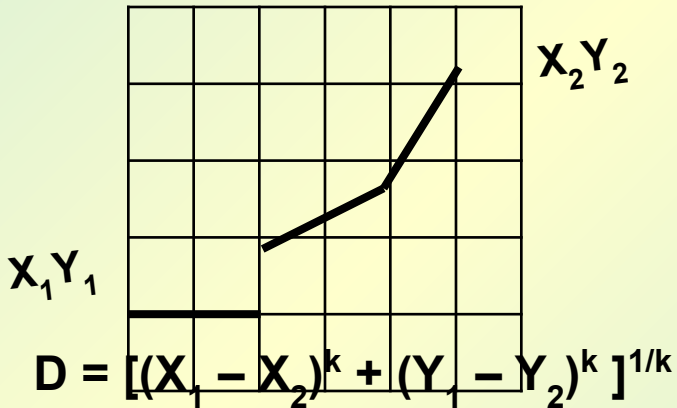
# Функциональное расстояние

## Векторная модель

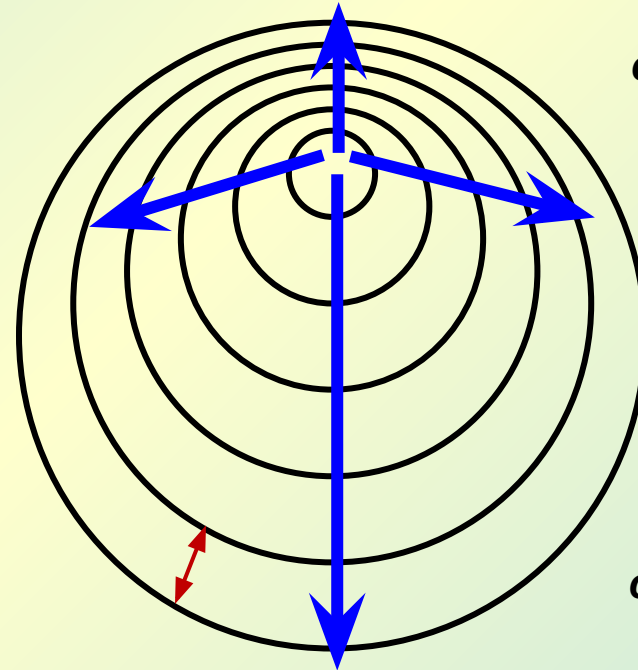
### Манхэттенское расстояние



### Неэвклидово расстояние



## Растровая модель



Высокое  
сопротивление  
движению

Низкое  
сопротивление  
движению

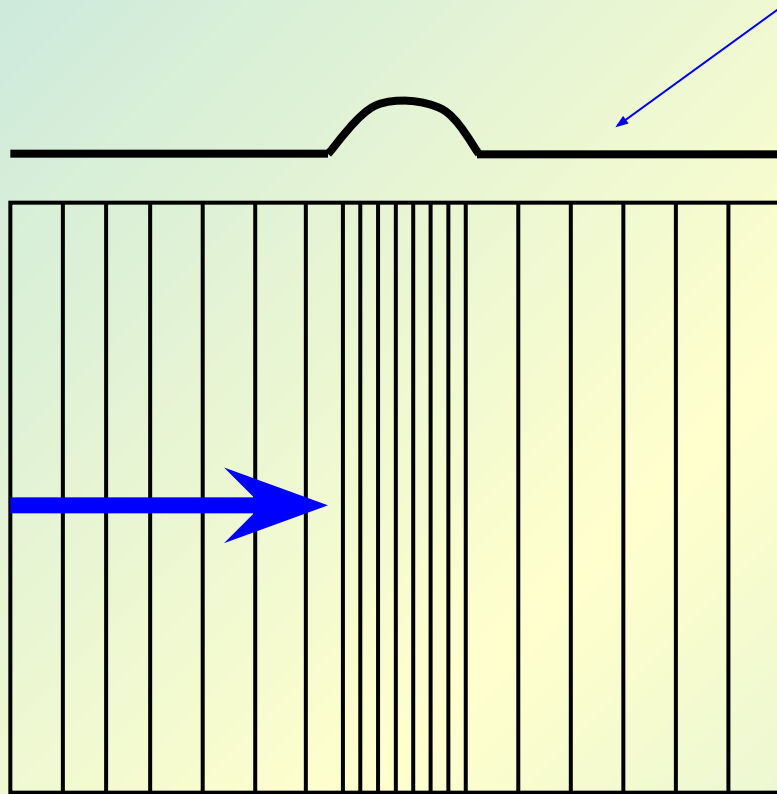
*Размер пикселя x Коэффициент,  
определяющий сопротивление  
движению*



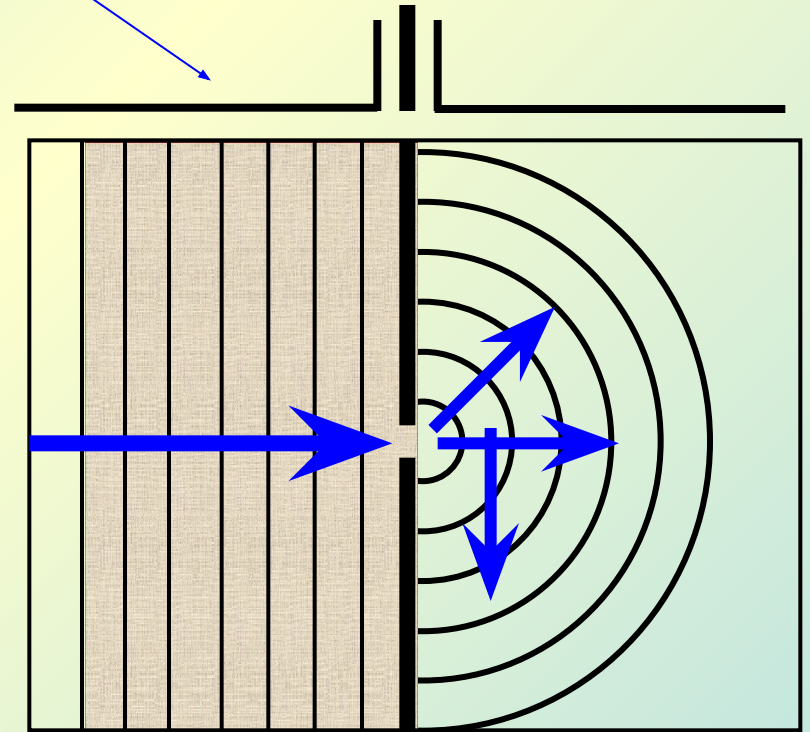


## Функциональное расстояние: барьеры

профили



*Условный барьер*



*Абсолютный барьер*

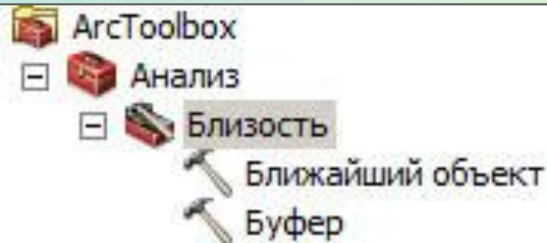


# Векторные модели

Лагунная300

## Расстояние между точками

Речная101



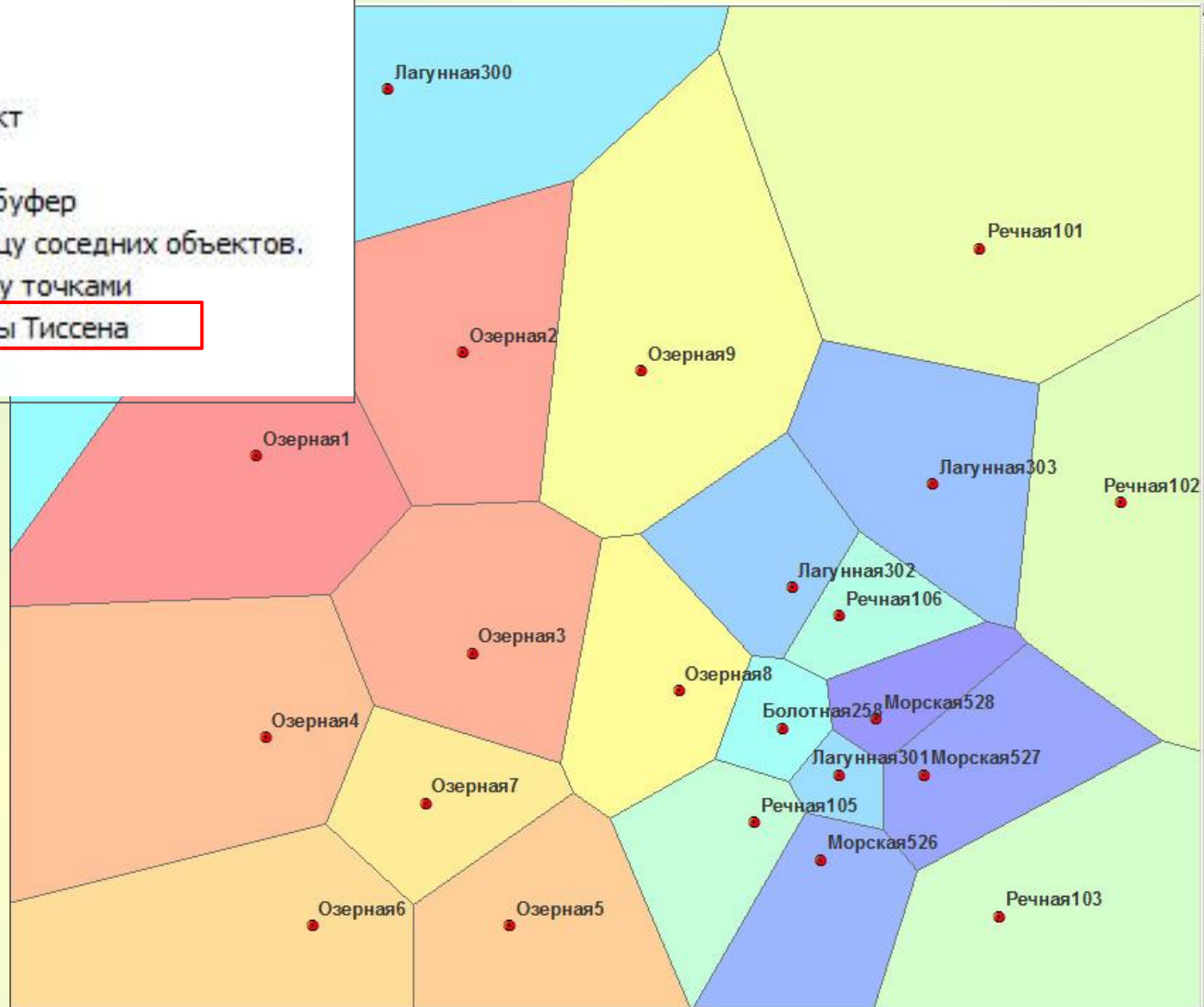
	OID	OBJECTID	INPUT_FID	NEAR_FID	DISTANCE	name	num	FID	name	num
	0	1	0	5	53099.224471	Озерная	1	5	Озерная	6
	1	2	0	4	59916.649512	Озерная	1	4	Озерная	5
	2	3	0	11	98021.312705	Озерная	1	11	Речная	103
	3	4	0	20	77834.463425	Озерная	1	20	Морская	526
	4	5	0	6	43385.260171	Озерная	1	6	Озерная	7
	5	6	0	12	69383.701479	Озерная	1	12	Речная	105
	6	7	0	17	74558.704863	Озерная	1	17	Лагунная	301
	7	8	0	21	83004.9552	Озерная	1	21	Морская	527
	8	9	0	3	31650.182964	Озерная	1	3	Озерная	4
	9	10	0	14	66495.352699	Озерная	1	14	Болотная	258
	10	11	0	22	75595.332706	Озерная	1	22	Морская	528
	11	12	0	7	54279.567026	Озерная	1	7	Озерная	8
	12	13	0	2	32839.730579	Озерная	1	2	Озерная	3
	13	14	0	13	67786.945923	Озерная	1	13	Речная	106
	14	15	0	18	61888.244275	Озерная	1	18	Лагунная	302
	15	16	0	19	75984.06158	Озерная	1	19	Лагунная	303
	16	17	0	10	97149.726349	Озерная	1	10	Речная	102
	17	18	0	1	25935.286277	Озерная	1	1	Озерная	2
	18	19	0	8	44260.492383	Озерная	1	8	Озерная	9
	19	20	0	15	32482.228699	Озерная	1	15	Болотная	259
	20	21	0	9	84439.184715	Озерная	1	9	Речная	101



## Полигоны Тиссена

ArcToolbox

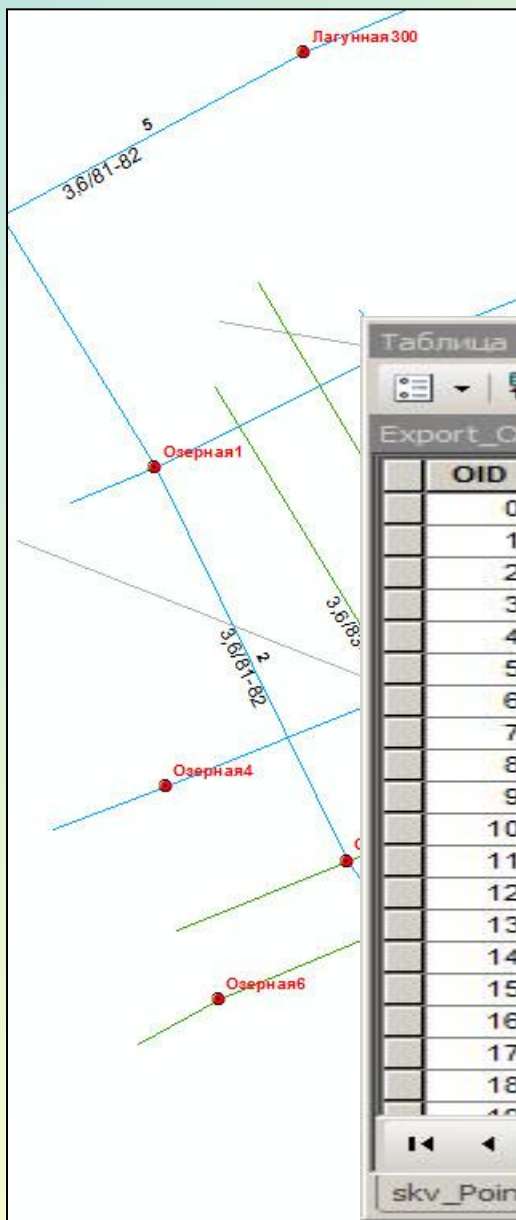
- Анализ
  - Близость
    - Ближайший объект
    - Буфер
    - Множественный буфер
    - Построить таблицу соседних объектов.
    - Расстояние между точками
    - Создать полигоны Тиссена**
    - Соседи полигона







# Поиск соседних объектов



Построить таблицу соседних объектов.

Входные объекты  
seismic\_section

Ближайшие объекты  
skv

Таблица

Export\_Output

OID	IN_FID	NEAR_FID	name	s_line	FID	name	num
0	0	0	3,6/81-82	1	0	Озерная	1
1	0	1	3,6/81-82	1	1	Озерная	2
2	1	4	3,6/81-82	2	4	Озерная	5
3	1	6	3,6/81-82	2	6	Озерная	7
4	1	0	3,6/81-82	2	0	Озерная	1
5	2	2	3,6/83-84	1	2	Озерная	3
6	3	3	3,6/81-82	3	3	Озерная	4
7	3	2	3,6/81-82	3	2	Озерная	3
8	3	19	3,6/81-82	3	19	Лагунная	303
9	4	12	3,6/81-82	4	12	Речная	105
10	4	7	3,6/81-82	4	7	Озерная	8
11	4	1	3,6/81-82	4	1	Озерная	2
12	5	22	6/79-80	1	22	Морская	528
13	5	7	6/79-80	1	7	Озерная	8
14	5	2	6/79-80	1	2	Озерная	3
15	6	11	3,6/83-84	2	11	Речная	103
16	6	21	3,6/83-84	2	21	Морская	527
17	6	22	3,6/83-84	2	22	Морская	528
18	6	18	3,6/83-84	2	18	Лагунная	302

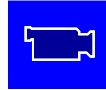
0 (0 из 54 Выбранные)

skv\_PointDistance Export\_Output



[-] Инструменты Spatial Analyst

- + Алгебра карт
- + Генерализация
- + Гидрология
- + Грунтовые воды
- + Зональные
- + Извлечение
- + Интерполяция
- + Локальные
- + Математические
- + Многомерность
- + Наложение
- + Окрестность
- + Переклассификация
- + Плотность
- + Поверхность



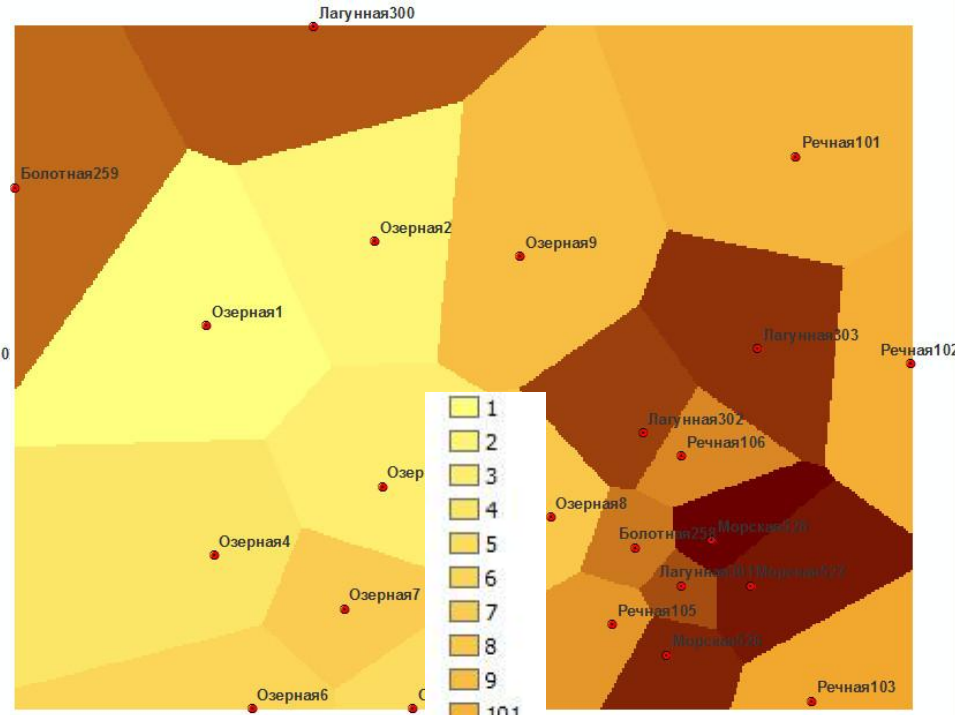
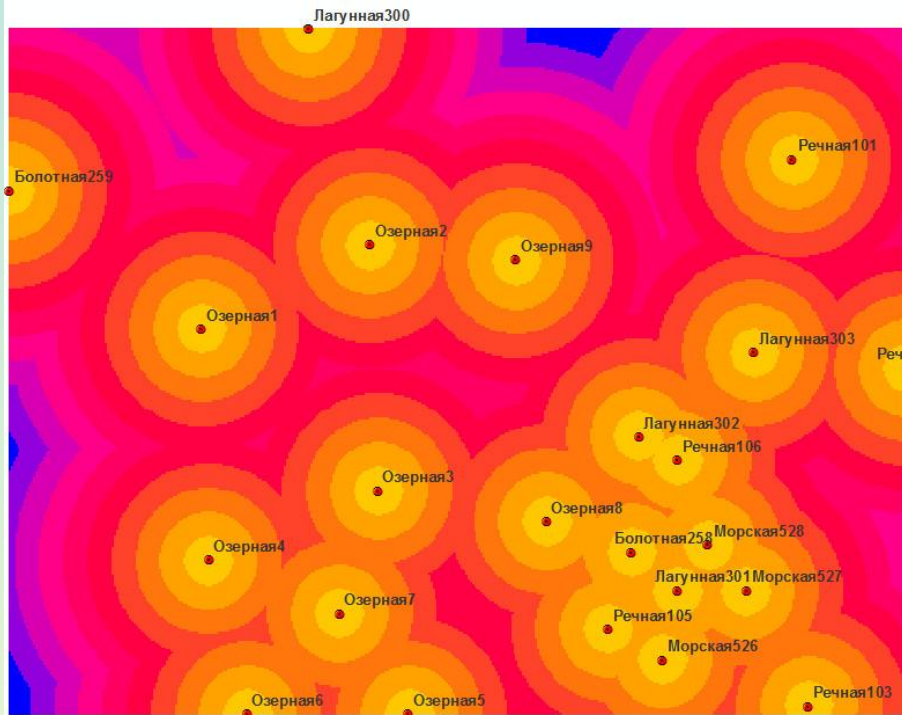
## Определение расстояний в ArcGIS: растровая модель

- Расстояние
  - ✓ Евклидово направление
  - ✓ Евклидово расстояние
  - ✓ Коридор
  - ✓ Оптимальный путь
  - ✓ Путевое направление
  - ✓ Путевое расстояние
  - ✓ Распределение по евклид. расстоянию
  - ✓ Распределение по путевому расстоянию
  - ✓ Распределение по стоимостному расстоянию
  - ✓ Стоимостное направление
  - ✓ Стоимостное расстояние



# Растровые модели

## Простое расстояние



Карта расстояний

0 - 3 330.540625
3 330.540626 - 6 661.08125
6 661.081251 - 9 991.621875
9 991.621876 - 13 322.1625
13 322.16251 - 16 652.70313
16 652.70314 - 19 983.24375
19 983.24376 - 23 313.78438
23 313.78439 - 26 644.325
26 644.32501 - 29 974.86563
29 974.86564 - 33 305.40625

Распределение (аллокация)

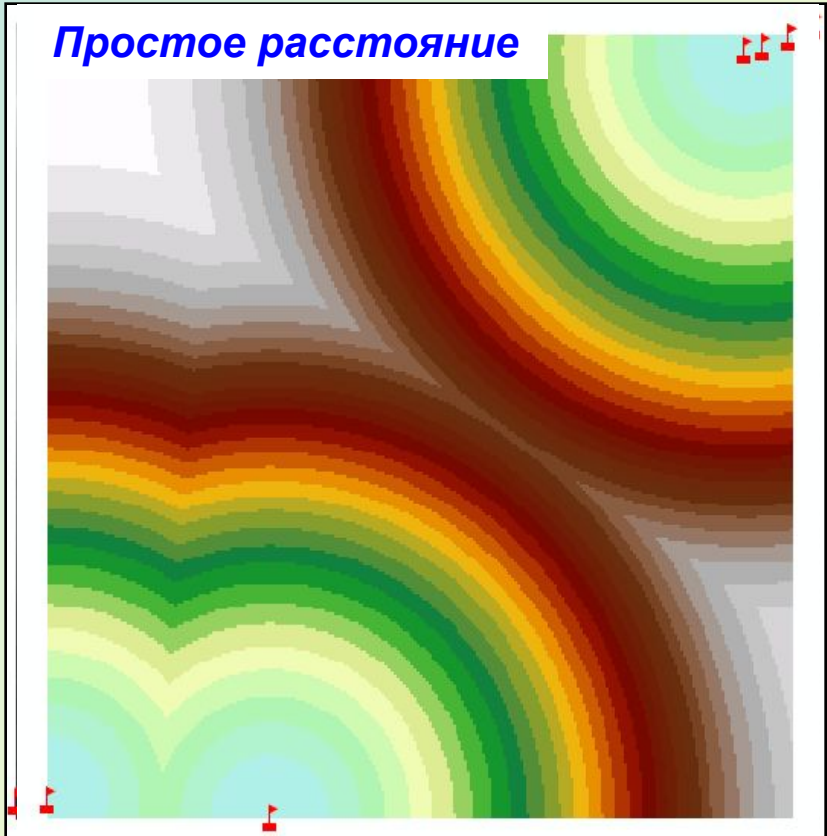
1
2
3
4
5
6
7
8
9
101
102
103
105
106
258
259
300
301
302
303
526



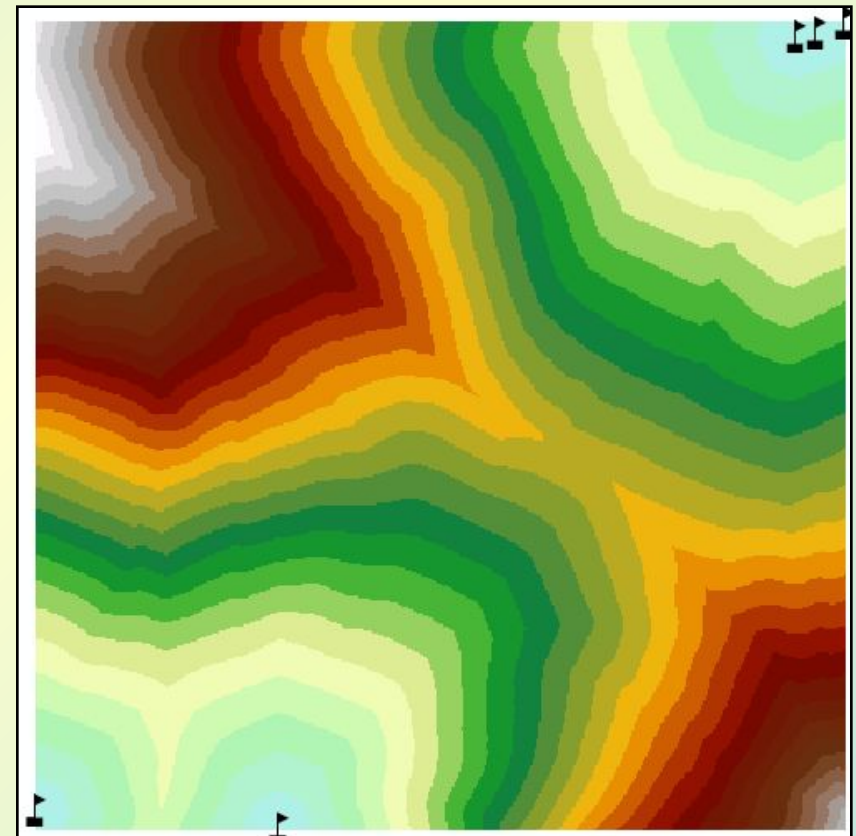
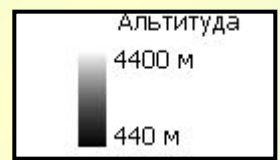


**Функциональное расстояние:** расстояние со взвешенной  
СТОИМОСТЬЮ

**Простое расстояние**



**Рельеф местности**

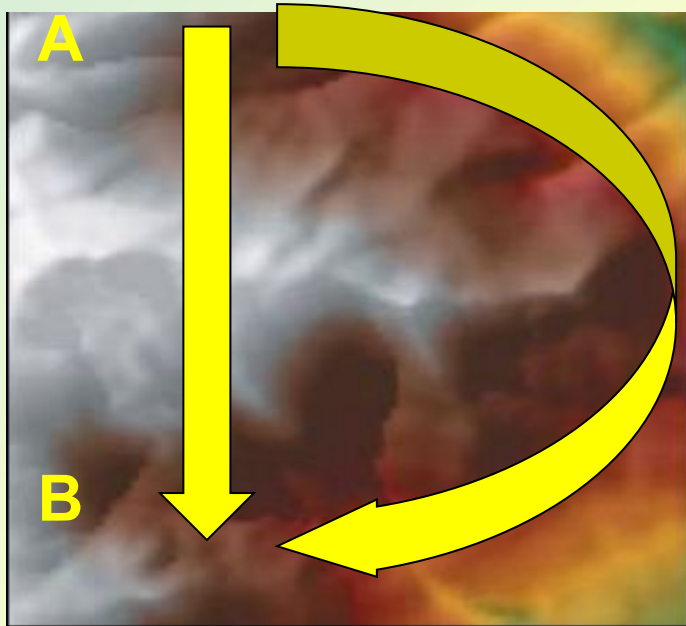
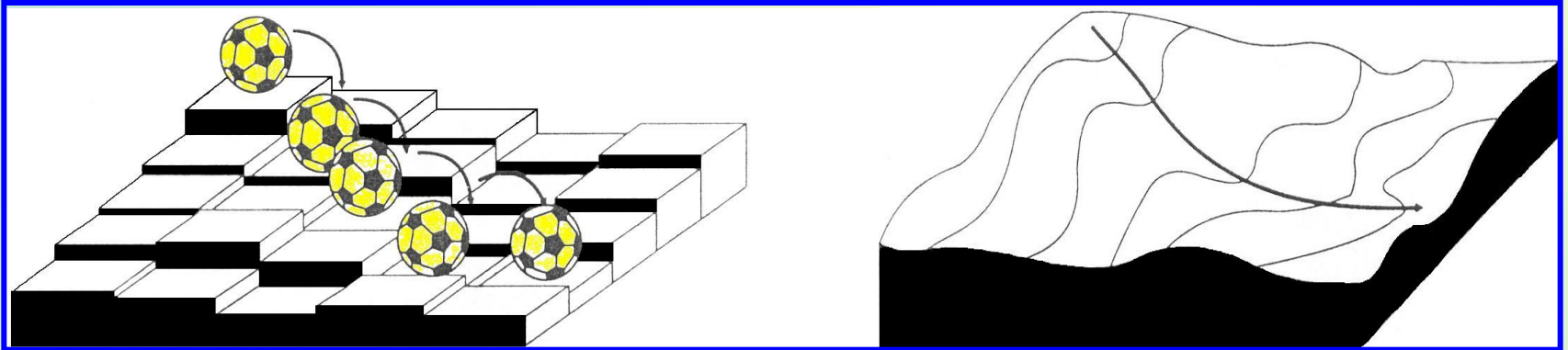


**Расстояние с учетом движения  
по пересеченной местности**

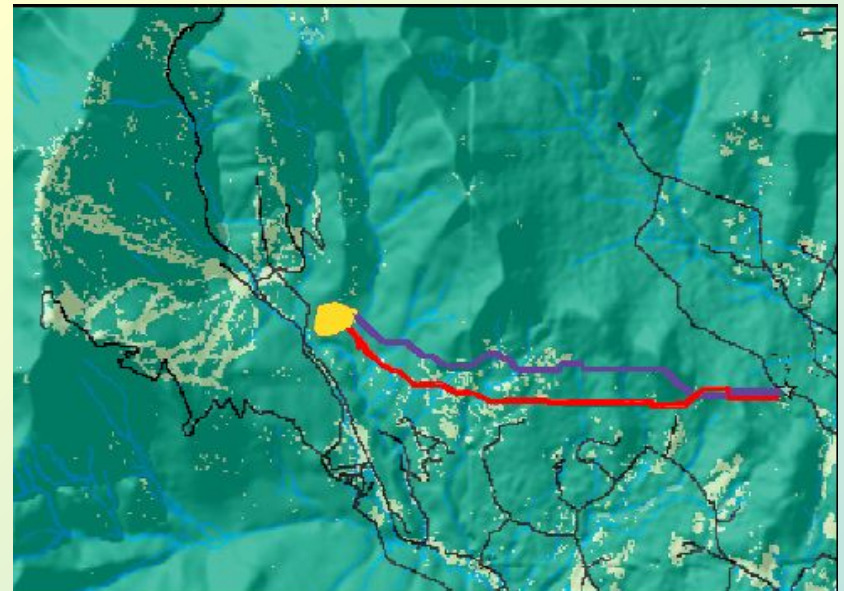




**Функциональное расстояние: поиск пути с наименьшей стоимостью**



**Путь по прямой и путь наименьшей стоимости**



**Путь наименьшей стоимости с учетом весовых коэффициентов**

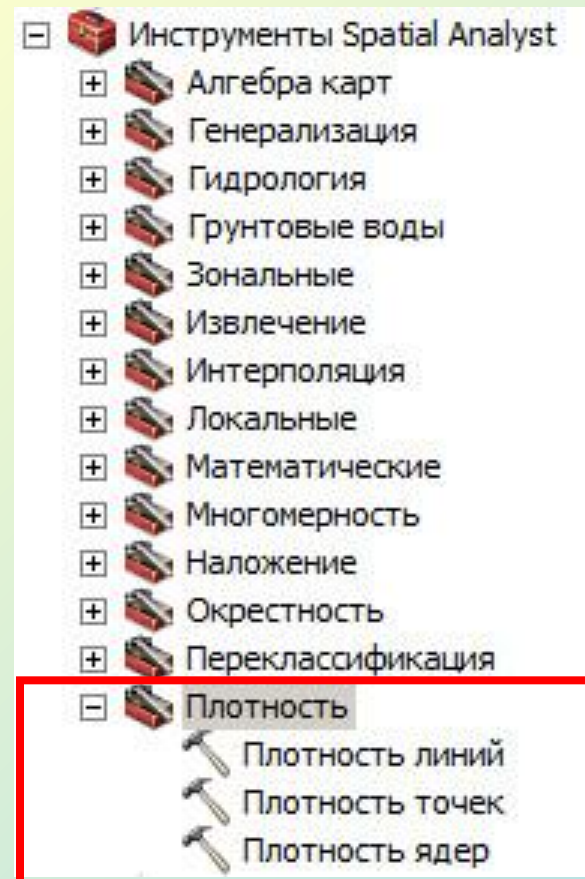
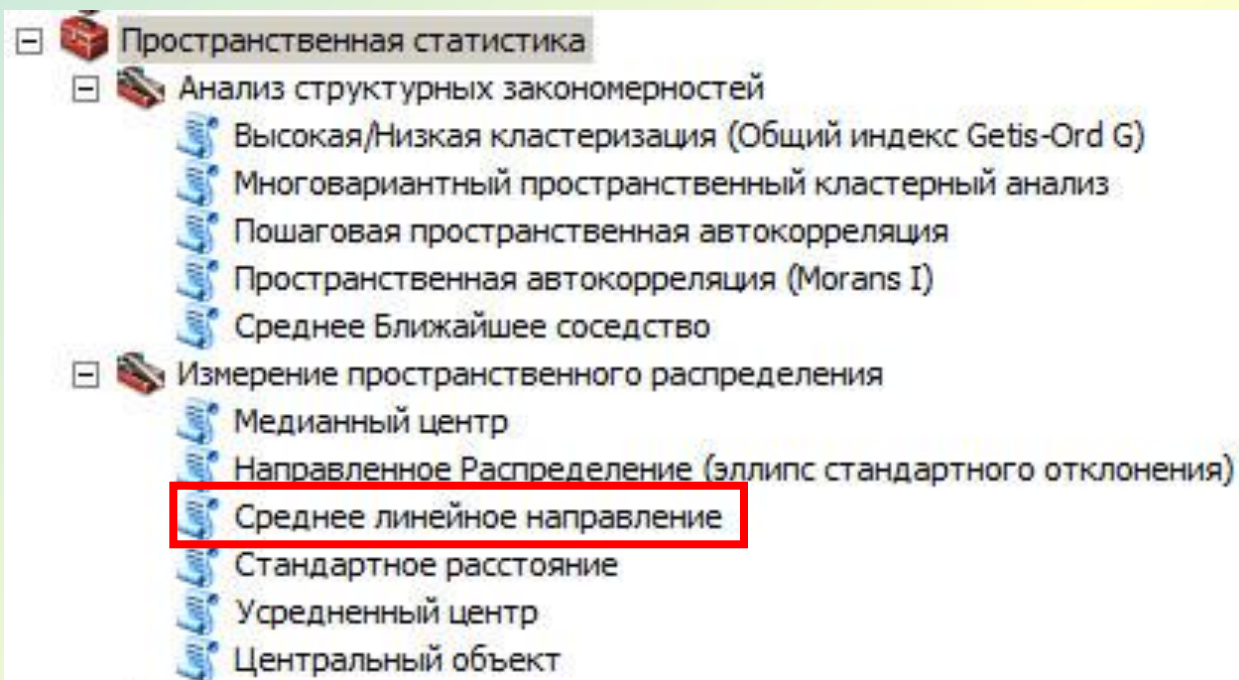




# Анализ пространственных распределений

**Пространственное распределение** - это расстановка, порядок, концентрация или рассеянность, соединенность или бессвязность многих объектов в пределах заключающего их географического пространства.

## Оценка пространственных распределений объектов в ArcGIS

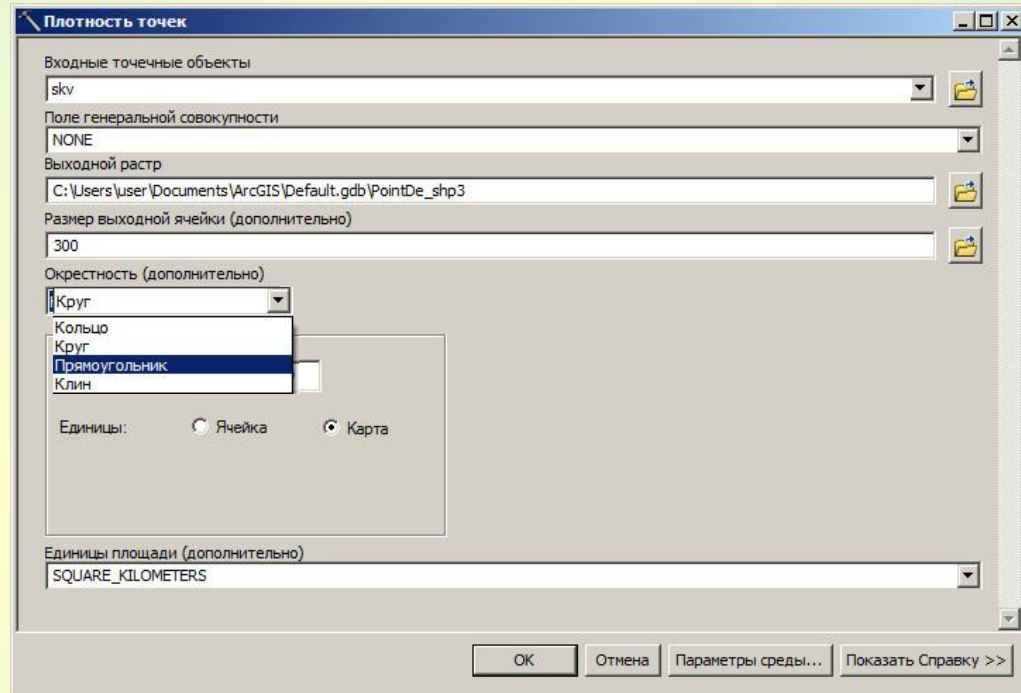
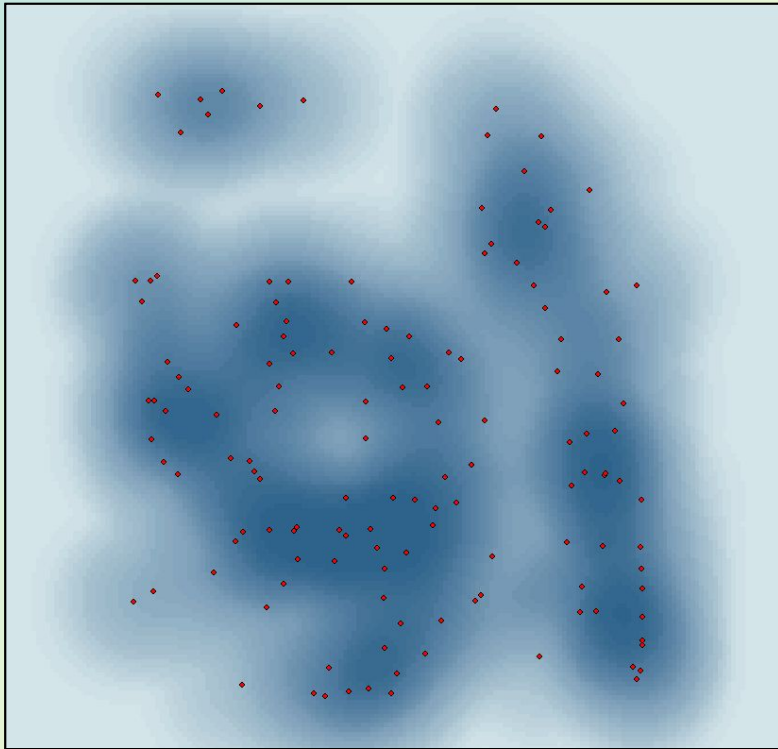




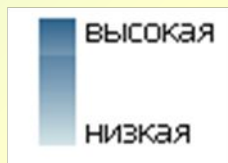


# Плотность

## Точечные объекты



### Плотность точек

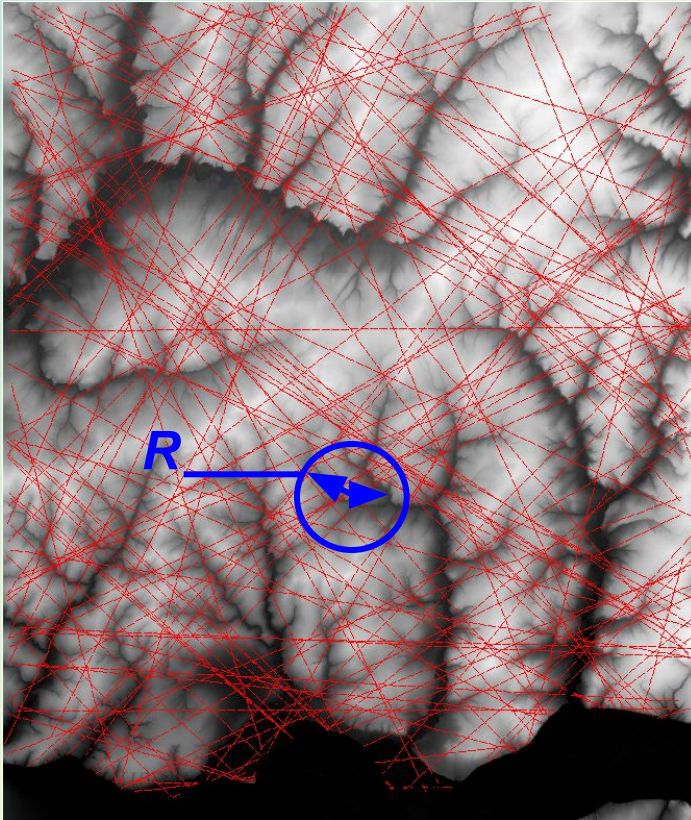


$1/m^2$

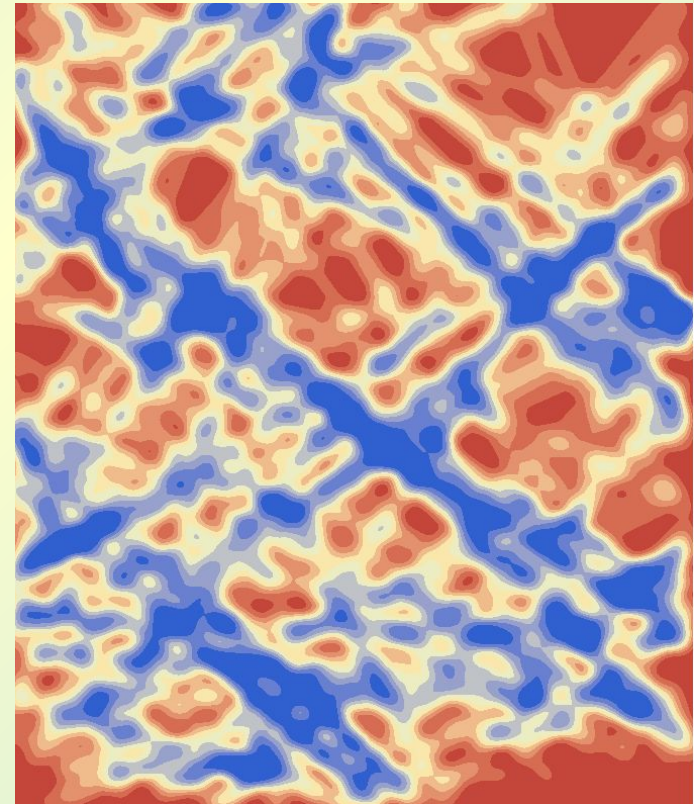
$$\text{ПЛОТНОСТЬ} = \text{Число точек} / \text{Площадь}$$



## Линейные объекты



**Цифровая модель рельефа и  
линеаменты**

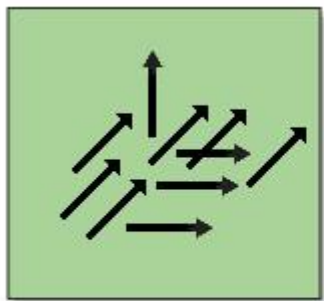


**Плотность линеаментов,  $m^{-1}$**

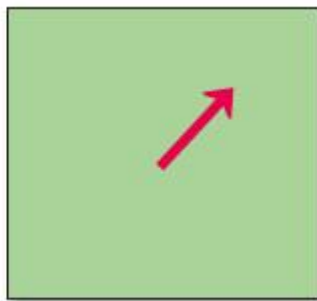




## Линейные объекты: направленность



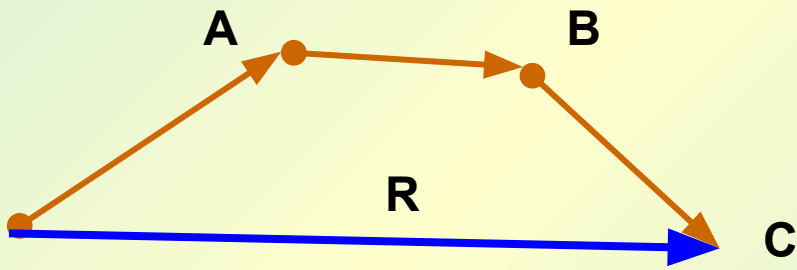
INPUT



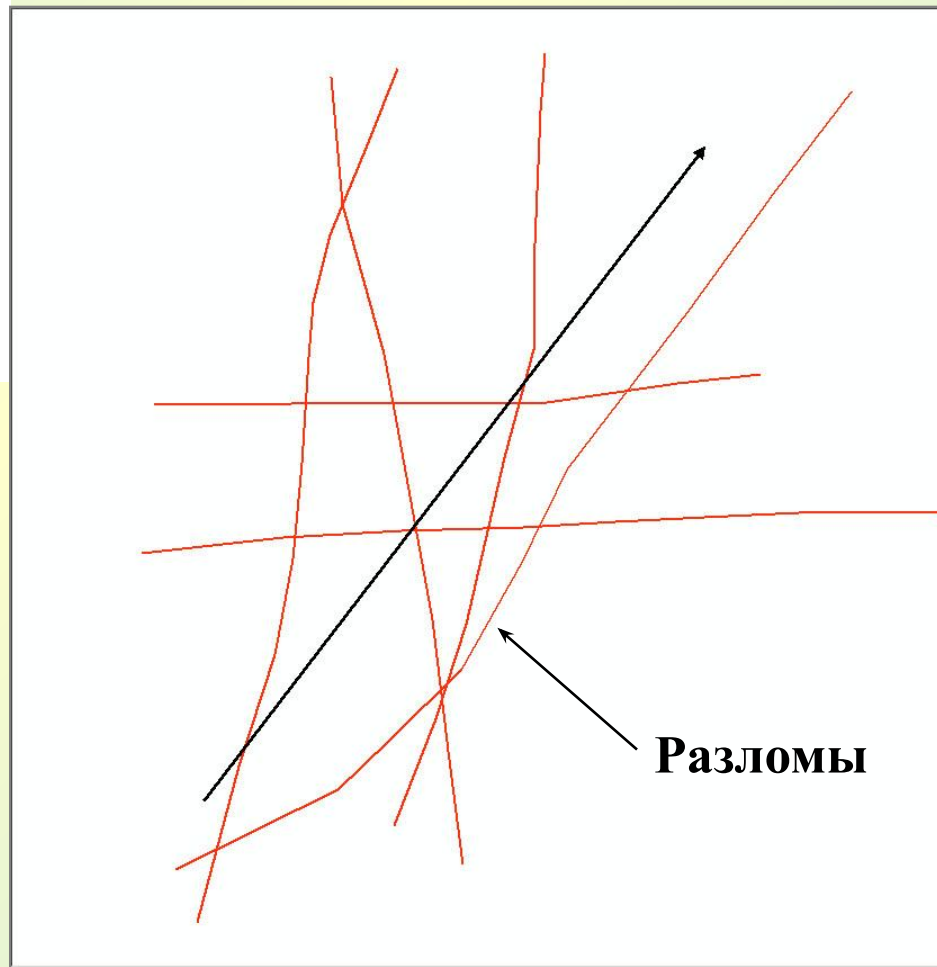
OUTPUT

### Среднее линейное направление

Определяет среднее направление, длину и географический центр для набора линий.



*Равнодействующий вектор*

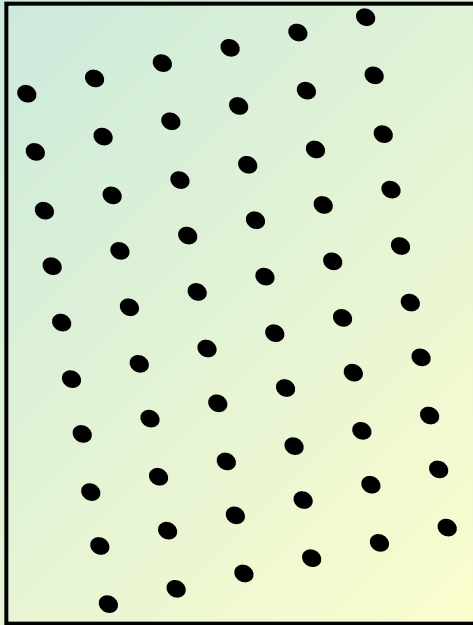




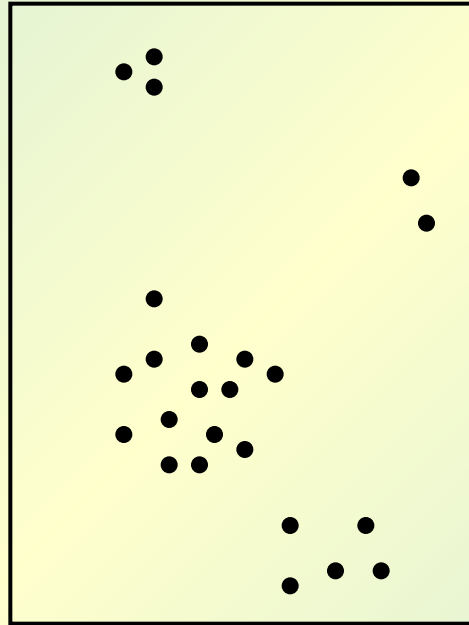


# Форма распределения

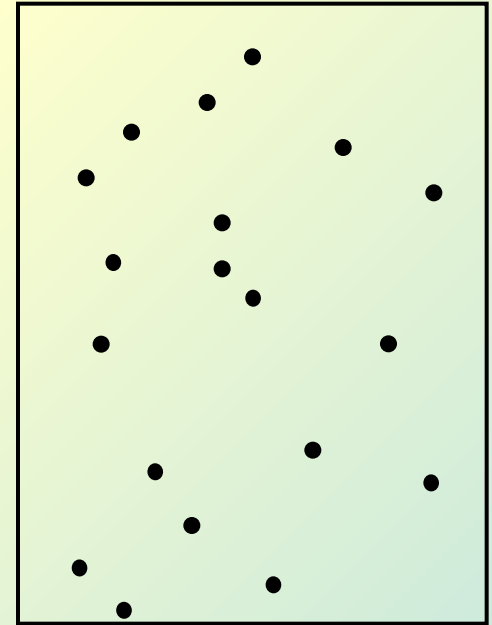
## Пространственные распределения точек



*Регулярное  
равномерное*



*Сгруппированное  
(кластерное)*

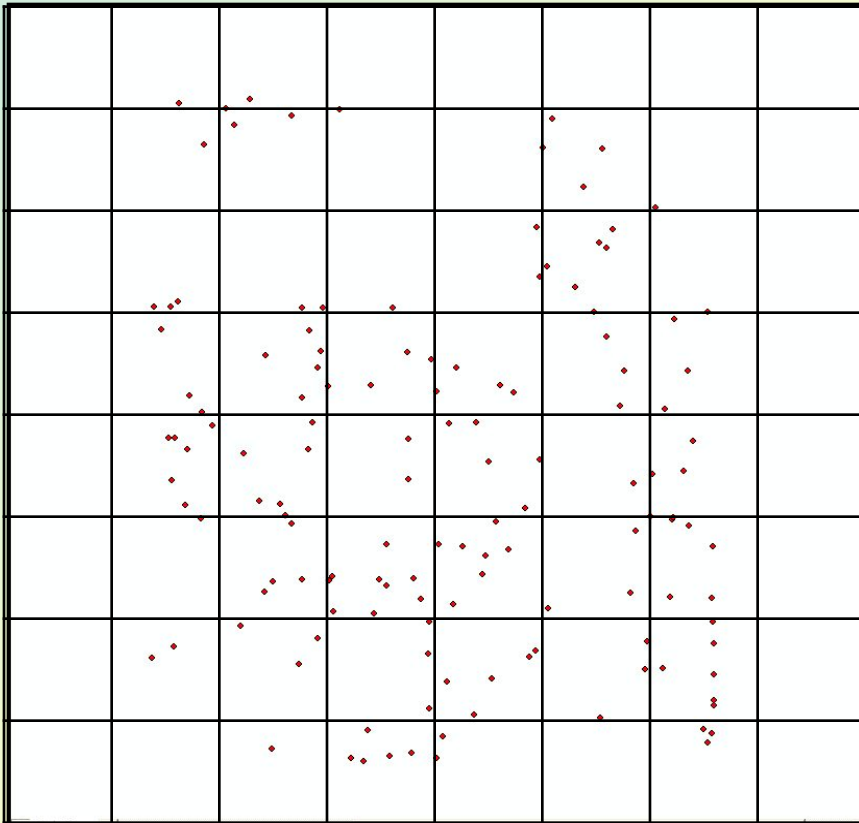


*Случайное*



# Методы анализа пространственных распределений точек

## Анализ квадратов



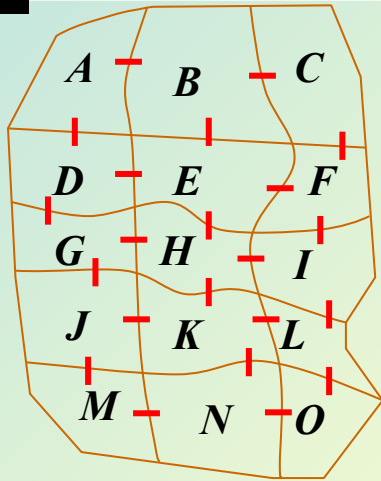
$$\chi^2 = \sum [(Q-E)/E],$$

**Q** - наблюдаемое число точек в квадрате

**E** - ожидаемое число точек в квадрате



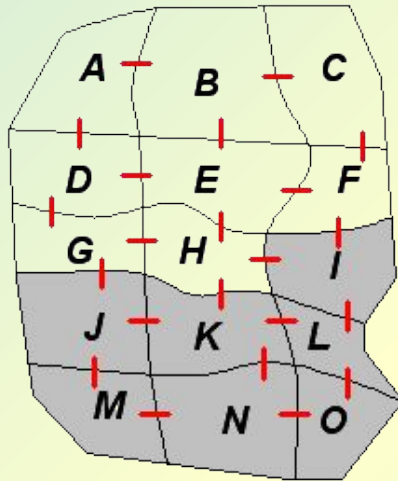
# Распределения полигонов



*Статистический показатель соединений*

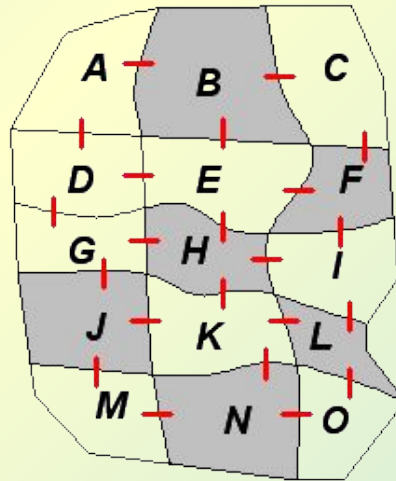
*ПРИМЕР: 15 полигонов, 22 соединения*

$m/m = 8, n/n = 10, m/n = 4$



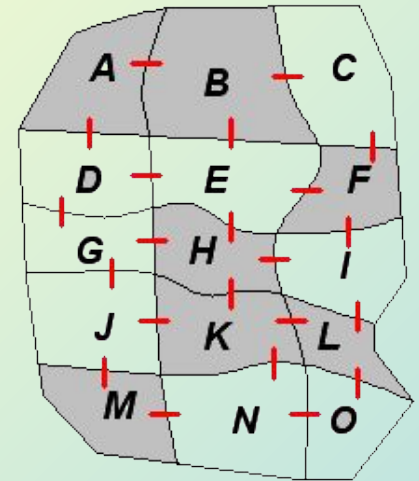
*Кластерное распределение*

$m/m = 0, n/n = 3, m/n = 19$



*Равномерное распределение*

$m/m = 3, n/n = 4, m/n = 15$



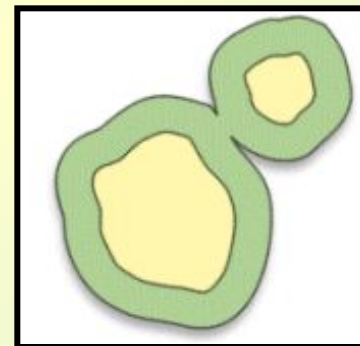
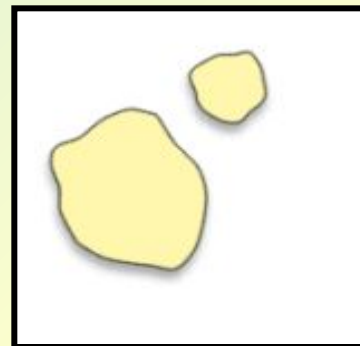
*Случайное распределение*



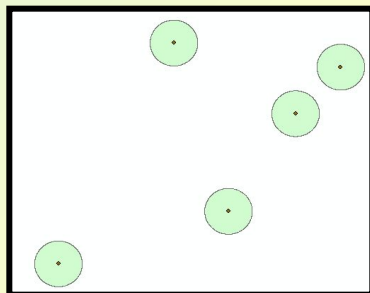


# Построение буферных зон

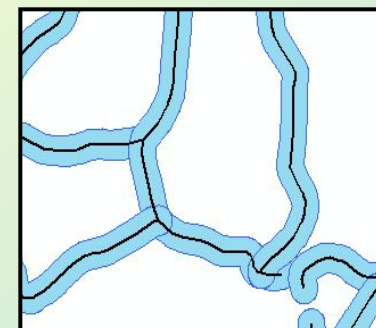
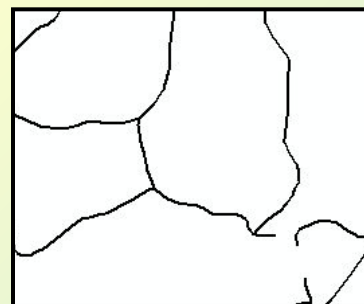
**Буфер (buffer) - это полигон, с границей на определенном удалении от точки, линии или границы области.**



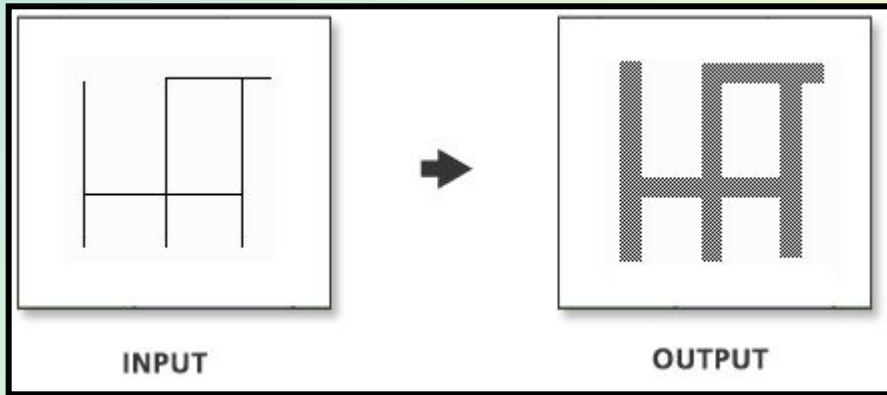
*Буфер вокруг полигонов*



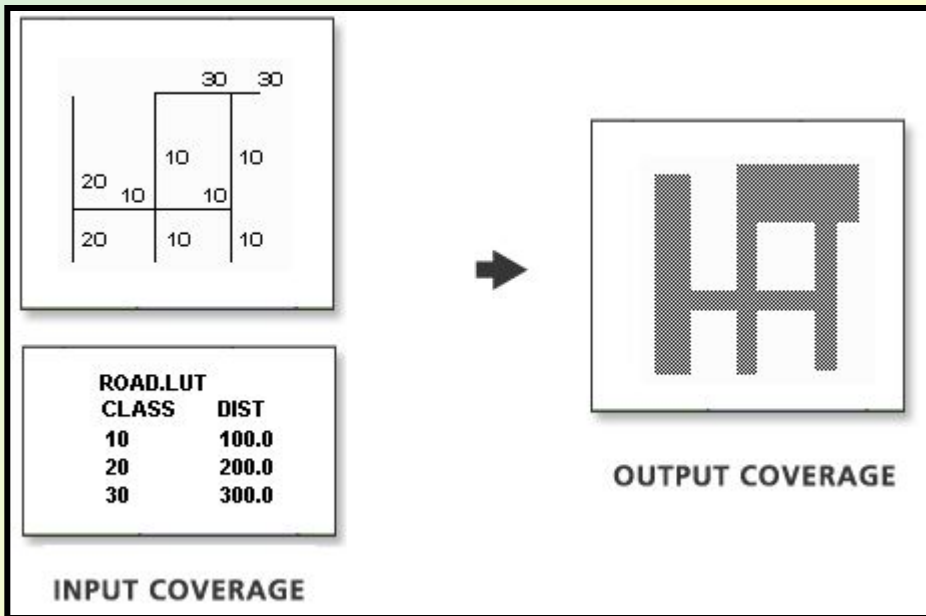
*Буфер вокруг точек*



*Буфер вокруг линейных объектов*



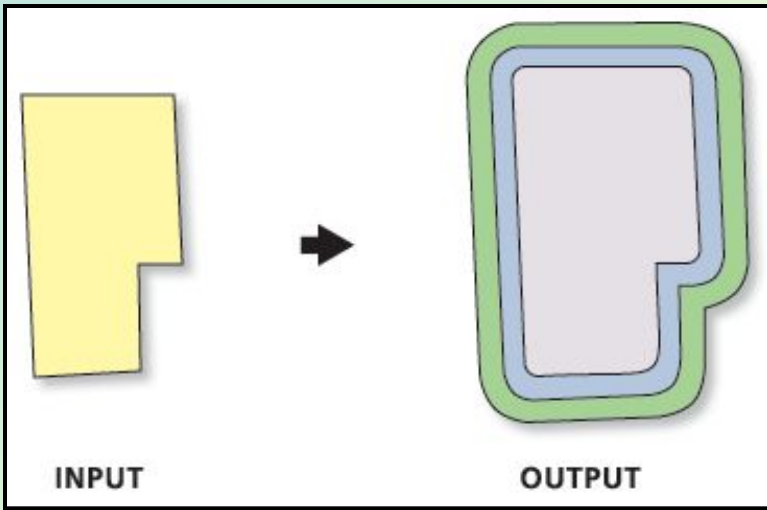
← *Простой буфер*



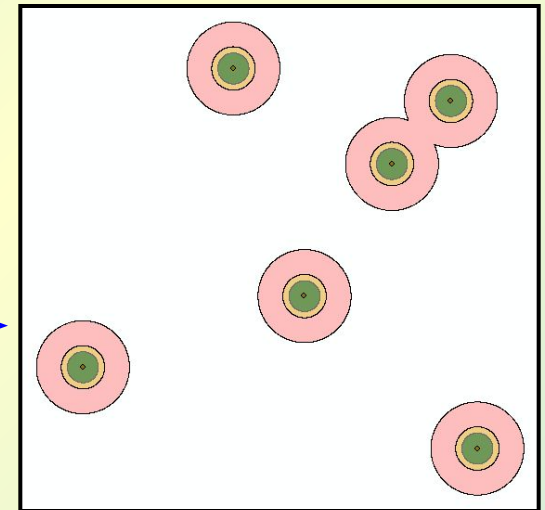
← *Варьируемый буфер*

*Ширина буфера определяется величиной, присвоенной каждому отрезку линии.*

*Значение буфера может быть взято из атрибута.*



**Многослойный  
буфер**



**Мотивированный буфер,  
основанный на априорных  
знаниях об изучаемых  
объектах**





# Построение буферных зон в ArcGIS

ArcToolbox

- Анализ
  - Близость
    - Ближайший объект
    - Буфер
    - Множественный буфер
    - Построить таблицу соседних объектов
    - Расстояние между точками
    - Создать полигоны Тиссена
    - Соседи полигона

Множественный буфер

Входные объекты: skv

Выходной класс пространственных объектов: C:\Users\user\Documents\ArcGIS\Default.gdb\skv\_MultipleRingBuffer

Расстояние:

1000	+
2000	x
	↑
	↓

Единицы измерения буфера (дополнительно): Meters

Имя поля (дополнительно): distance

Опция слияния (дополнительно): ALL

Только внешние полигоны (дополнительно)

OK Отмена Параметры среды... Показать Справку >>