

Геоинформационные системы в геологии

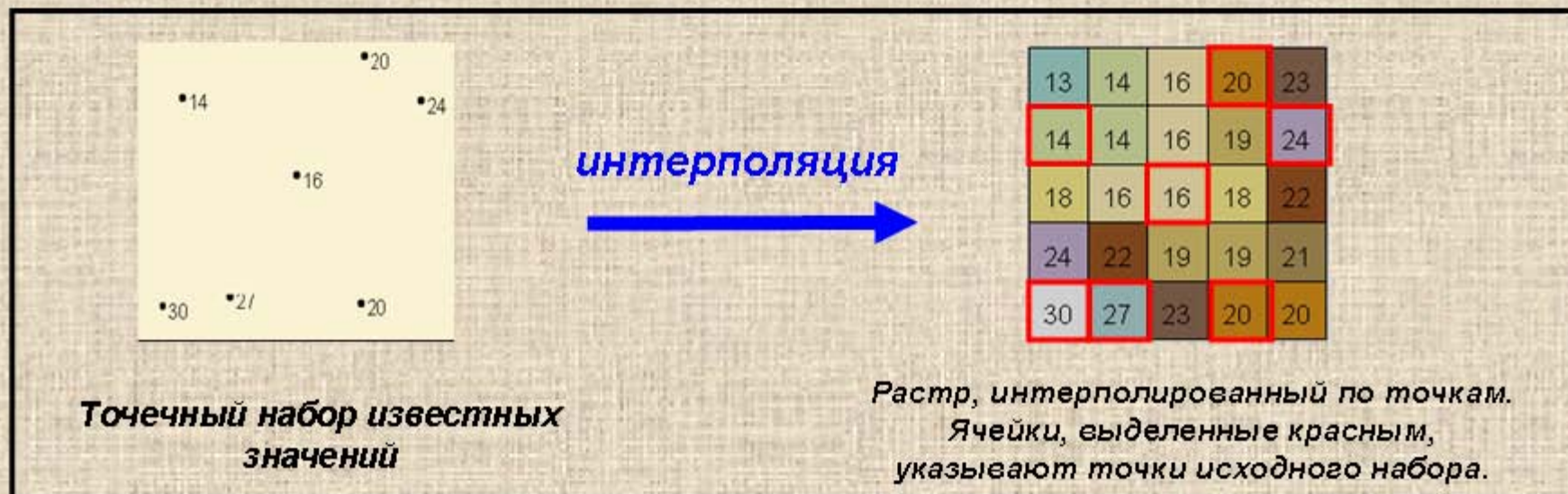
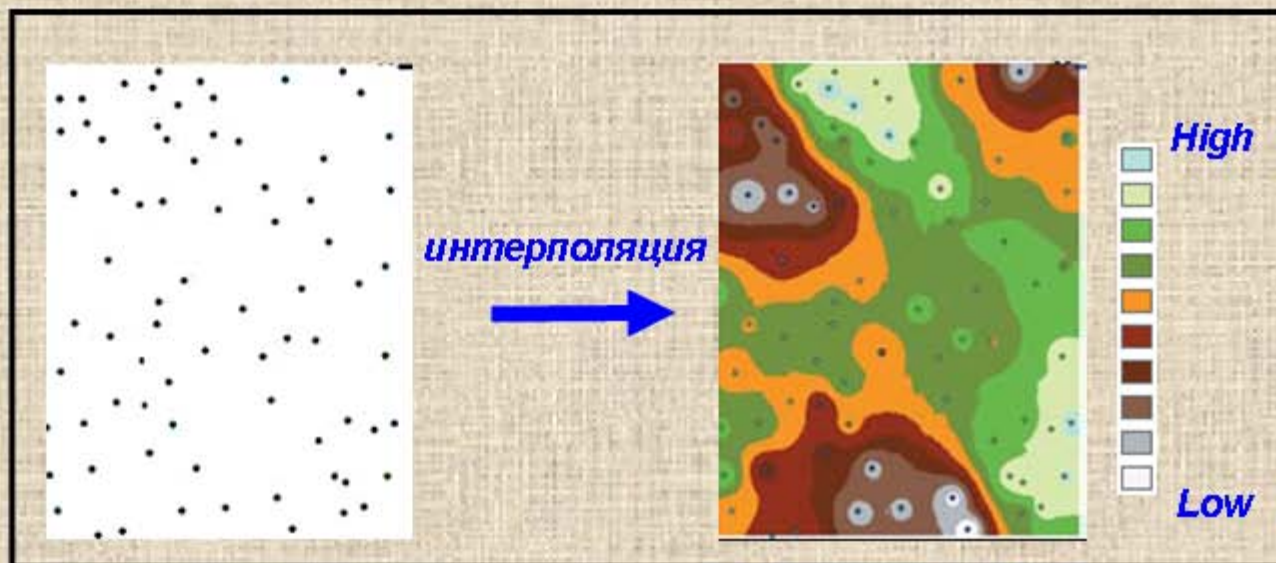


ТЕМА № 12.

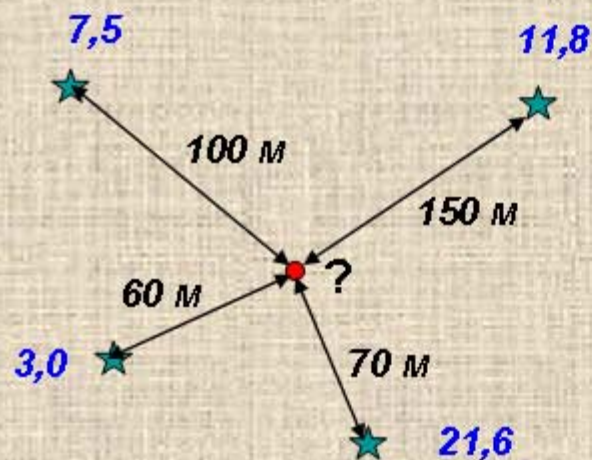
Поверхности.

Интерполяция

Интерполяция используется для создания поверхности по ограниченному числу замеров какого-либо параметра. Каждый объект слоя точек это - место, где проводилось измерение. С помощью интерполяции рассчитываются значения между точками измерений.



Интерполяция: метод обратных взвешенных расстояний (IDW)

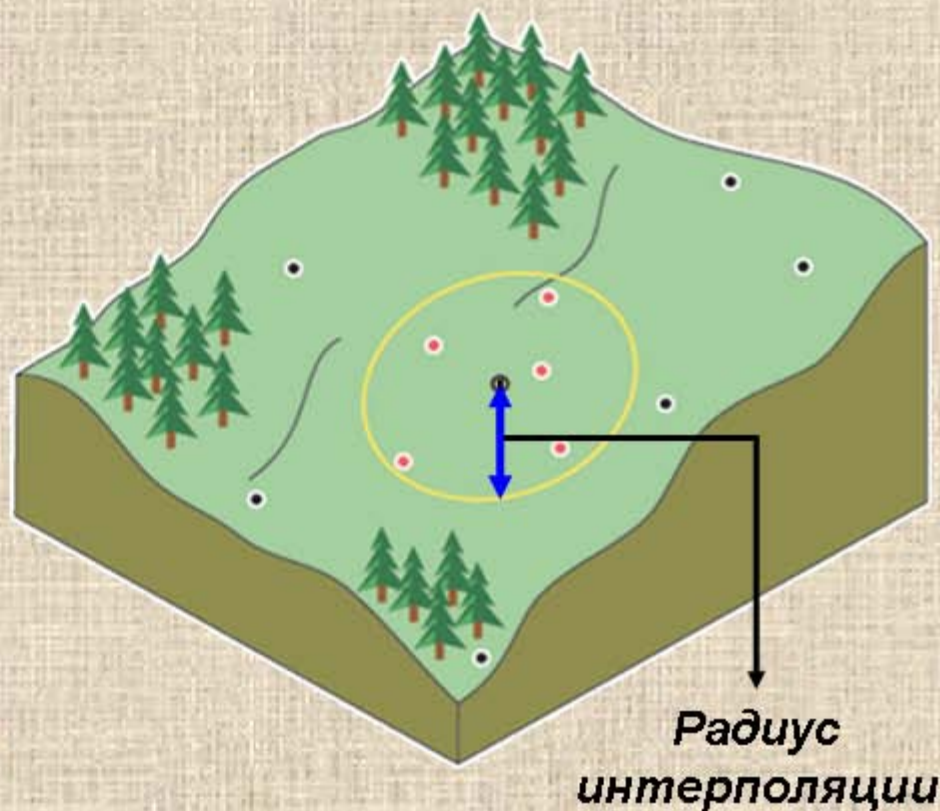


- ★ 11,8 → точки с известными значениями
- ? → точки с неизвестными значениями

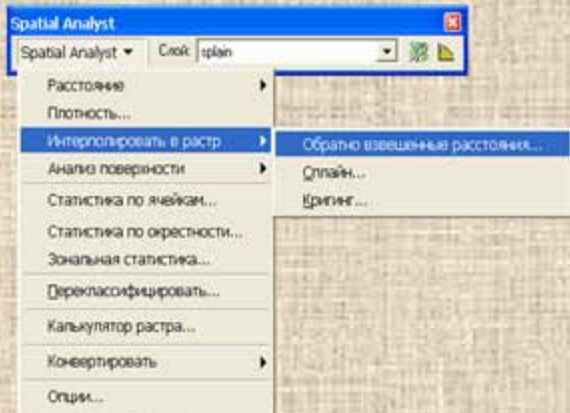
$$\check{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

$$\lambda_i \sim 1/r_i^k$$

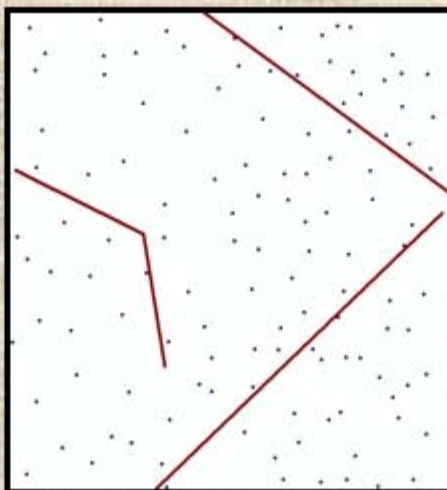
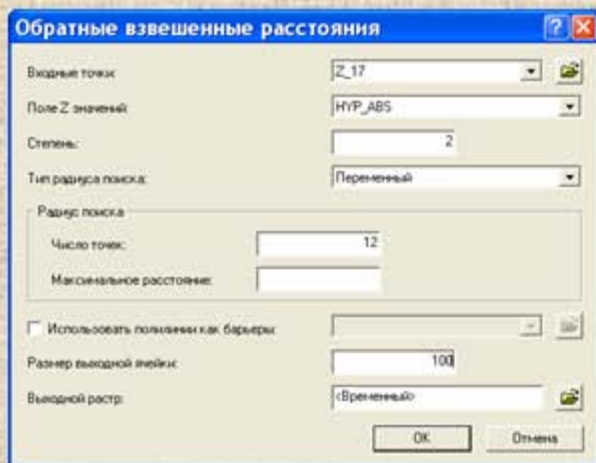
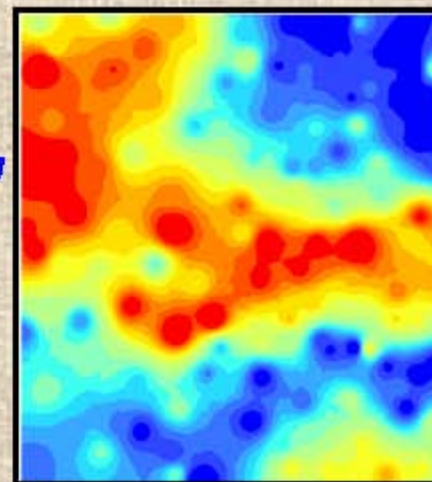
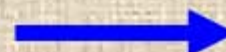
λ_i – вес измеренного значения
k – степень



Метод обратно взвешенных расстояний (продолжение)



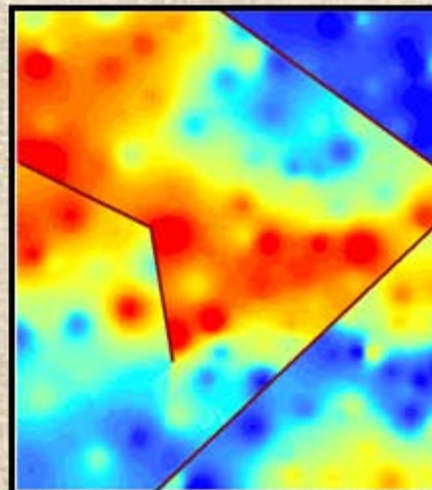
интерполяция



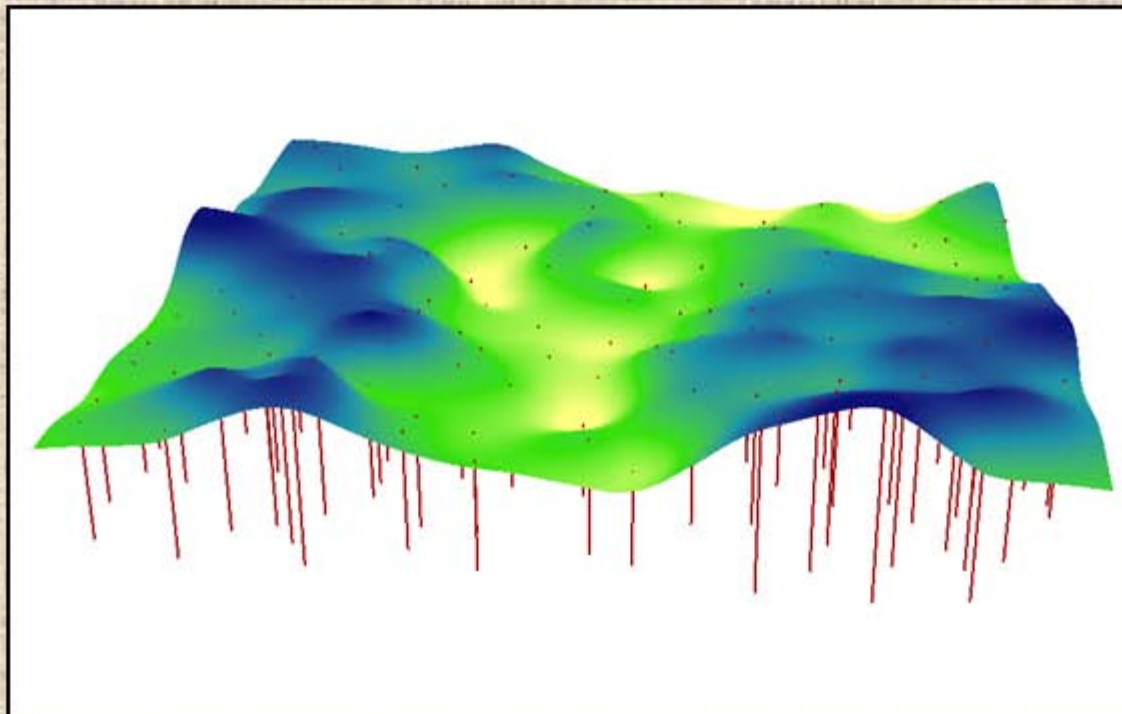
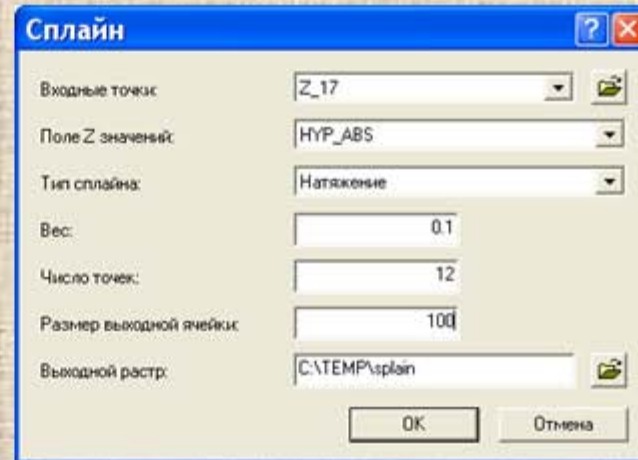
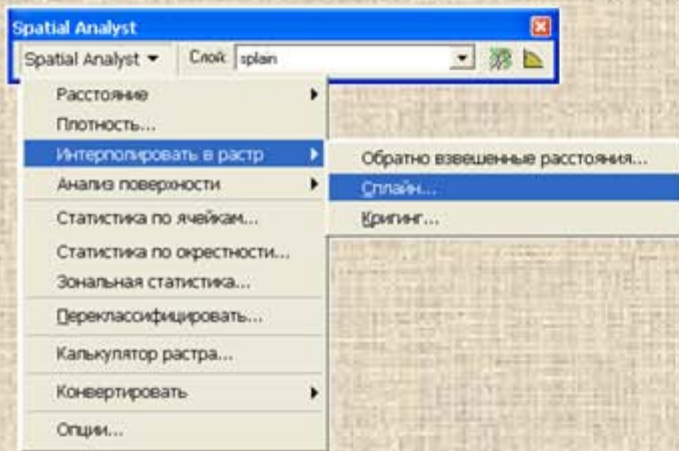
интерполяция



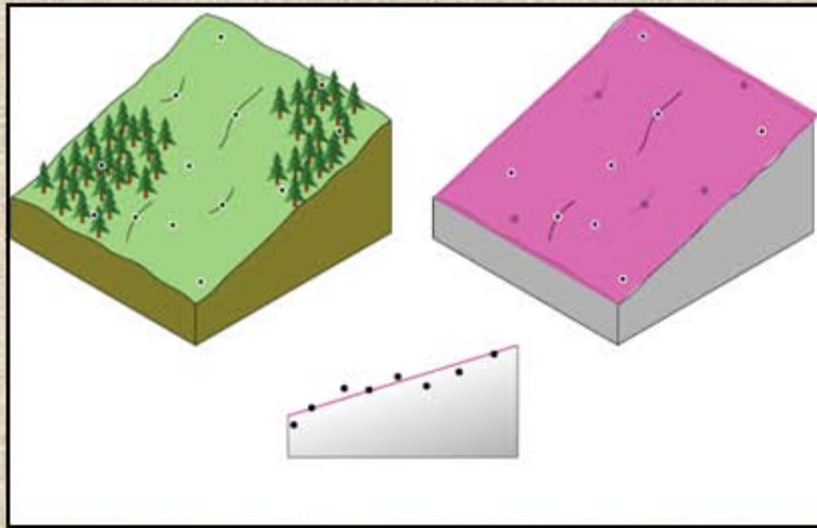
с учетом барьеров



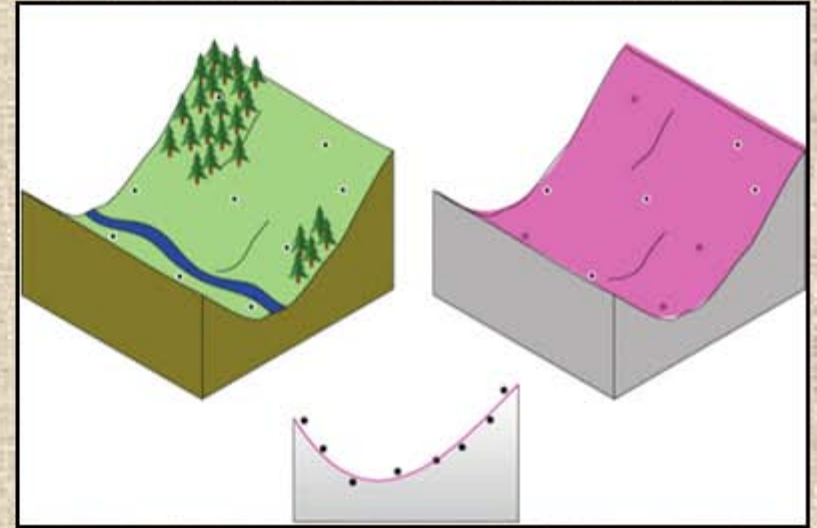
Интерполяция: метод Сплайн (Spline)



Интерполяция: метод Тренд (Trend)



Аппроксимация поверхности тренда полиномом первого порядка



Аппроксимация поверхности тренда полиномом второго порядка

$$z(x) = a_0 + a_1x^1 + a_2x^2 + \dots + a_nx^n - \text{полином } n\text{-го порядка}$$

Метод наименьших квадратов минимизирует сумму

$$\sum_{i=1}^N (\check{z}_i - z_i)^2 \rightarrow \min,$$

\check{z}_i - рассчитанное (оценочное) значение параметра z
 z_i - наблюдаемое значение параметра z

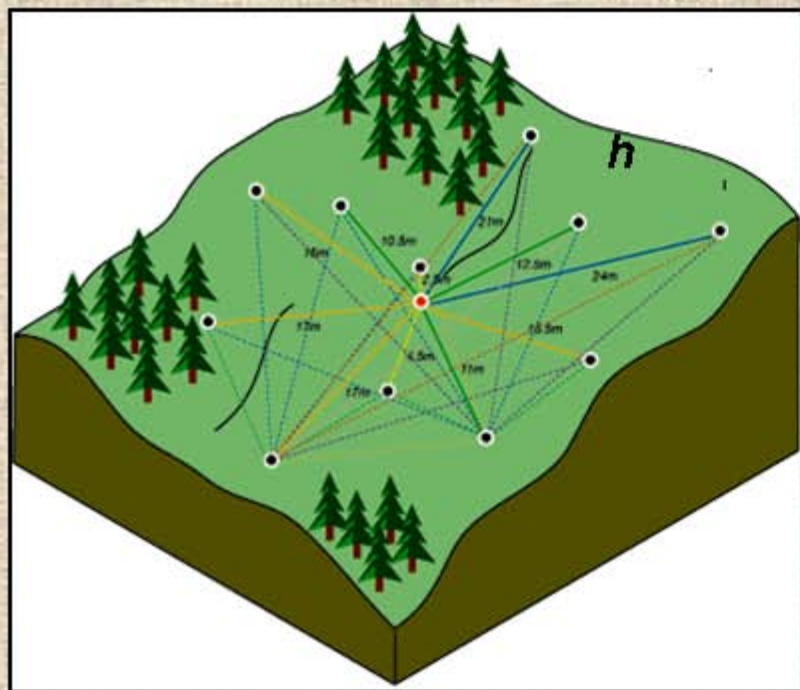
Интерполяция: метод Кригинг



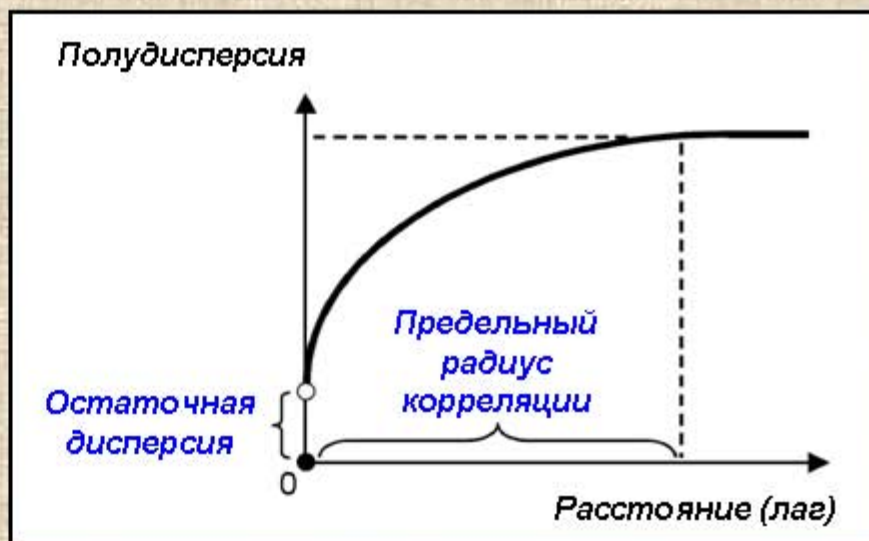
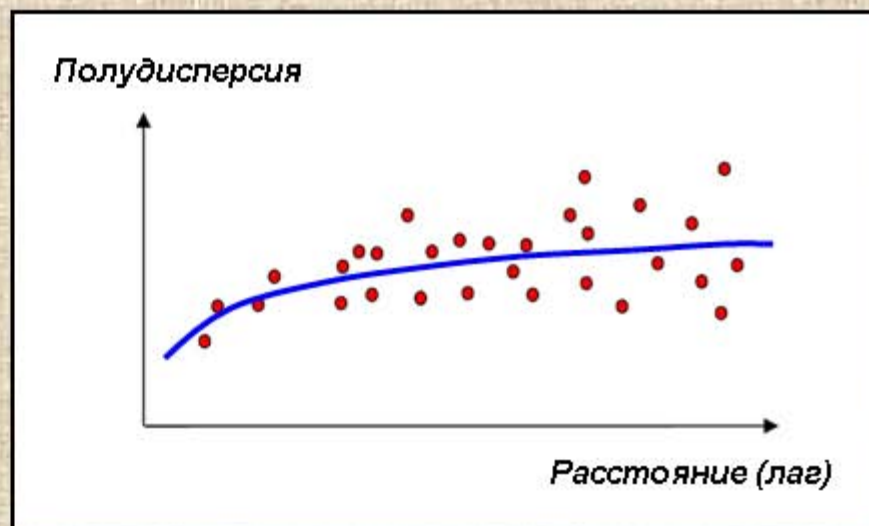
Иллюстрация элементов кригинга. Дрейф (общая тенденция), случайные, но пространственно коррелированные колебания высоты (небольшие отклонения от общей тенденции), и случайный шум.

Метод Кригинг: вариограмма

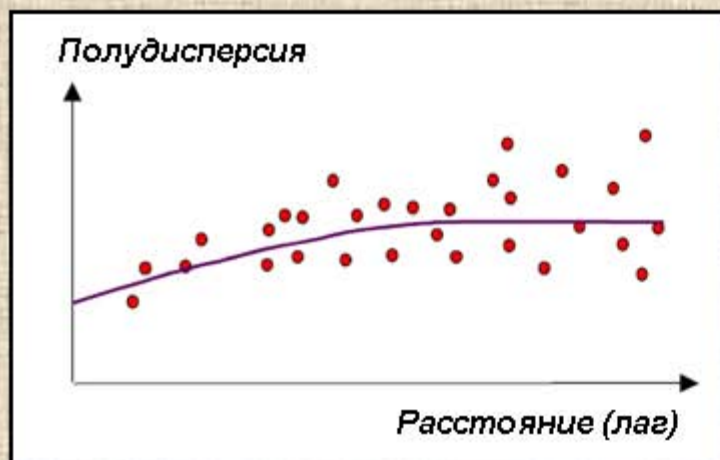
Полудисперсия(расстояние h) = $0.5 * \text{среднее}[(\text{значение в точке } i - \text{значение в точке } j)^2]$
для всех пар точек, разделенных расстоянием h



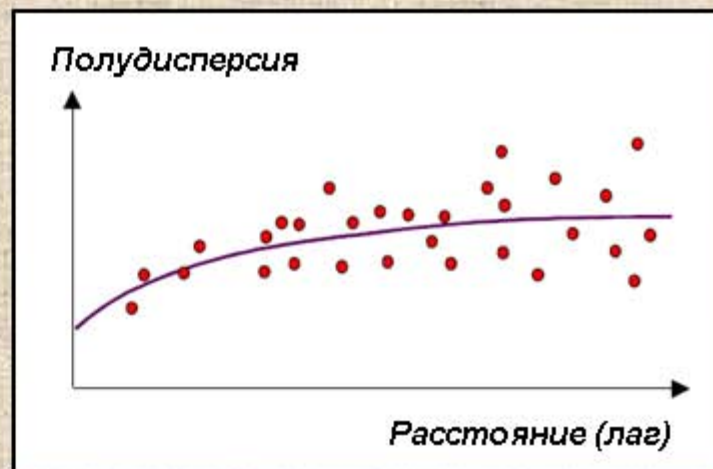
Образование пар точек:
красная точка образует пары со всеми другими точками измерений



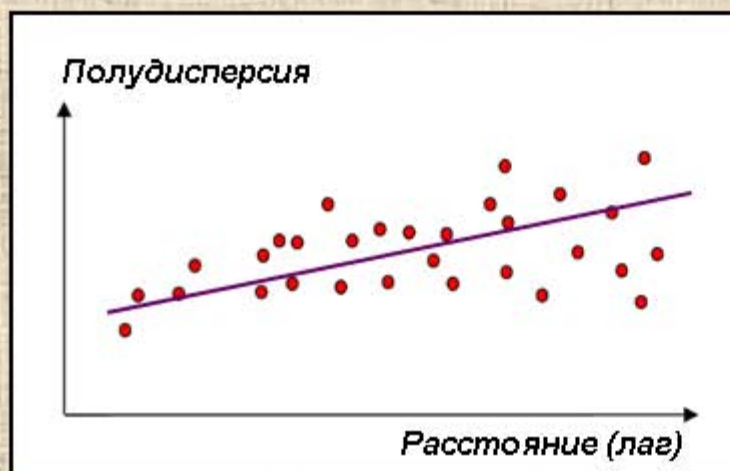
Моделирование вариограммы



Сферическая модель

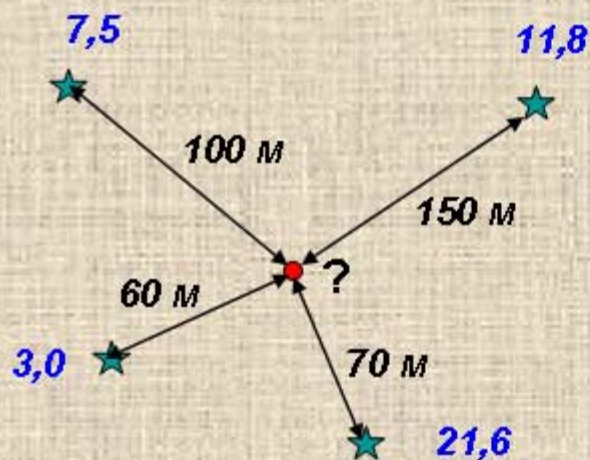


Экспоненциальная модель



Линейная модель

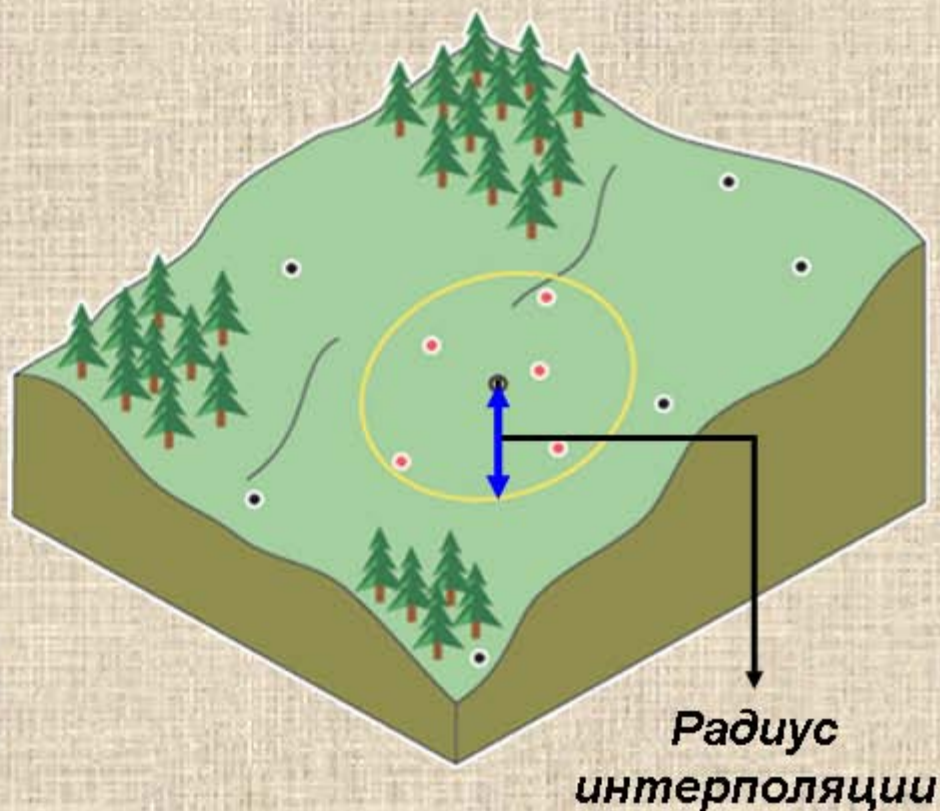
Метод Кригинг: вычисление предполагаемых значений



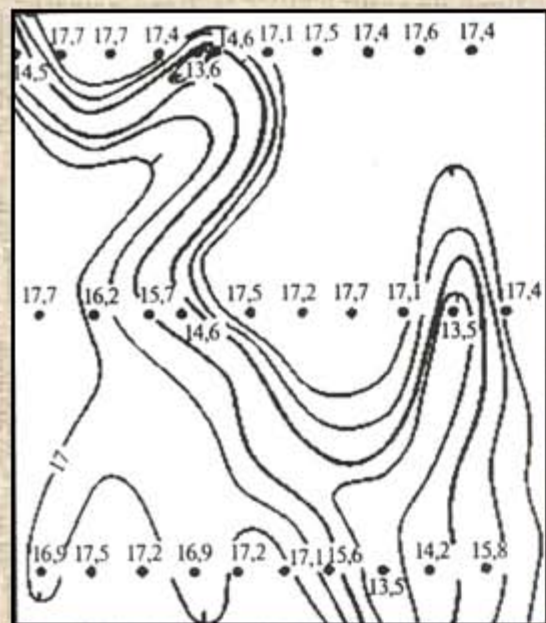
- ★ → точки с известными значениями
- ? → точки с неизвестными значениями

$$\check{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

λ_i — вес измеренного значения, вычисляется на основе модели вариограммы и пространственного распределения точек замеров вокруг оцениваемой точки



Условия применения Кригинга

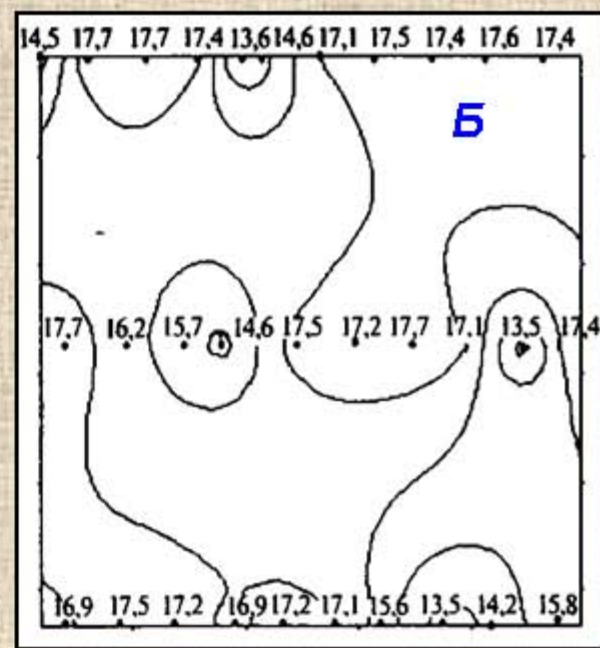
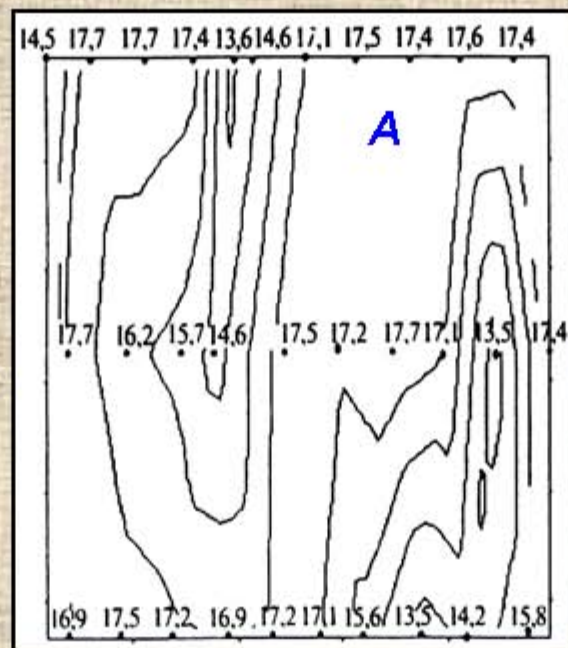


Рельеф дна водохранилища, построенный по результатам эхолотной съемки с привлечением рабочей гипотезы о строении рельефа: рельеф дна унаследовал черты рельефа до его затопления. Здесь для уточнения рисовки изолиний привлекались топографические карты участка суши до его затопления.

Рельеф дна, построенный автоматически:

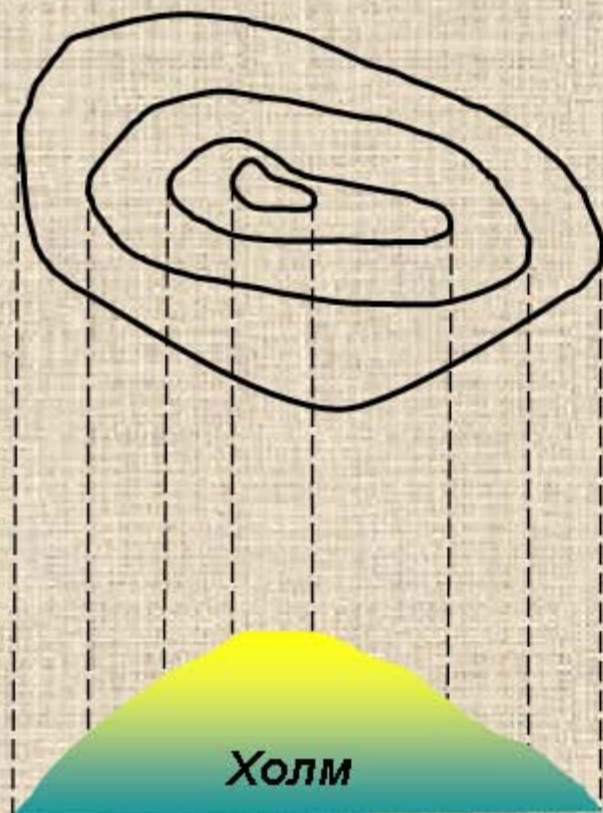
А- методом триангуляции,

Б- Кригингом

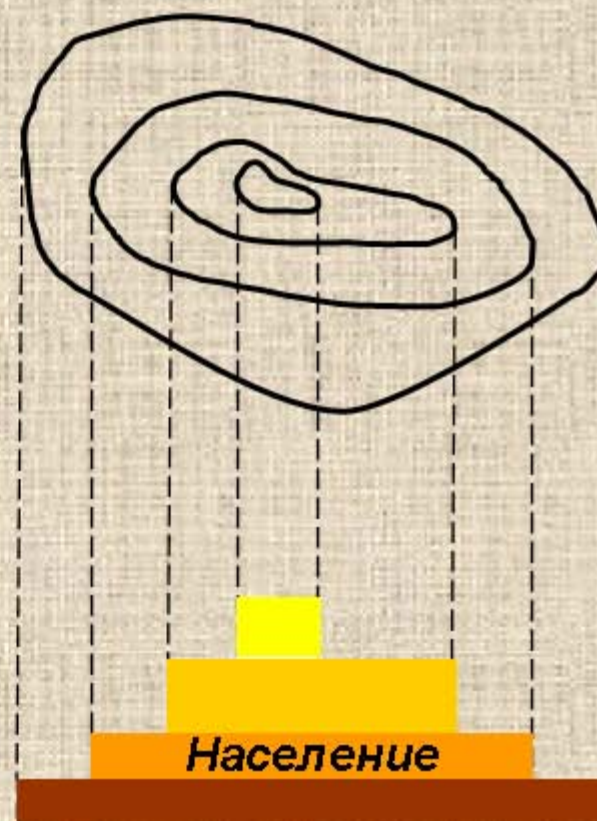


Непрерывные и дискретные поверхности

Непрерывные данные



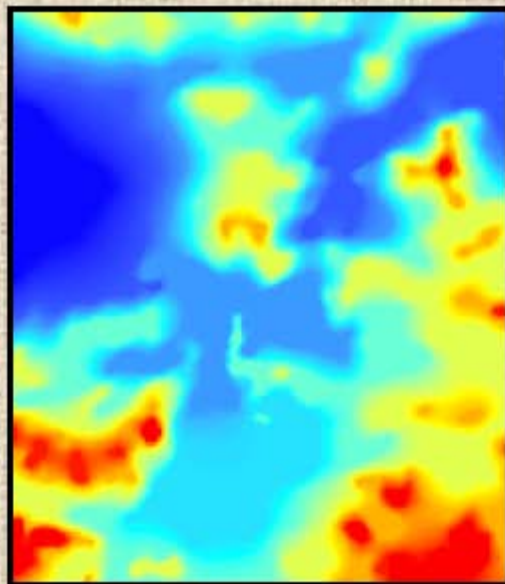
Дискретные данные



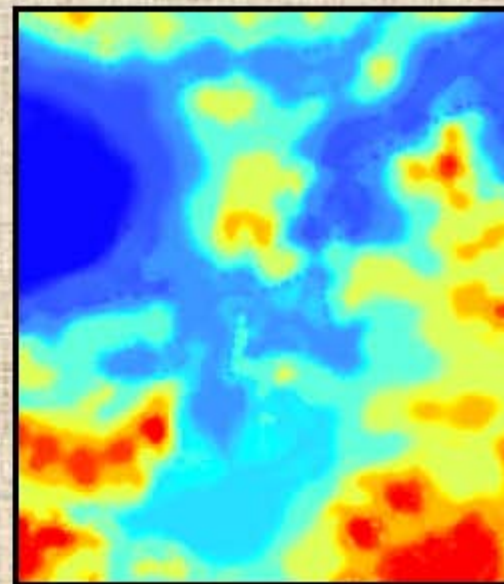
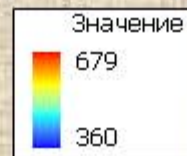
Изображение с помощью изолиний не проявляет ее дискретный или непрерывный характер

Сравнение методов интерполяции

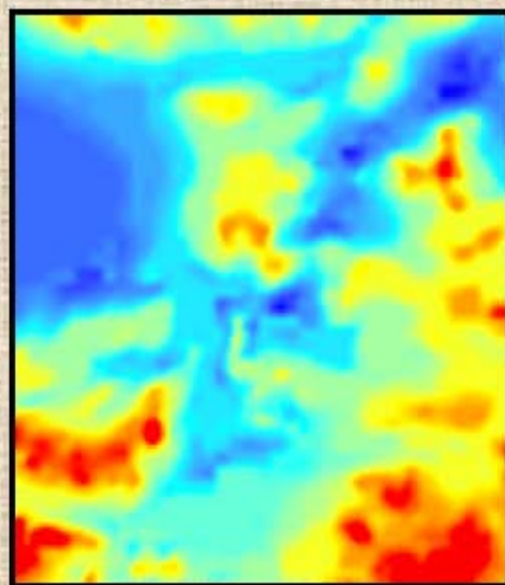
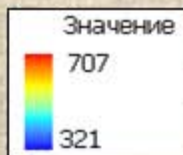
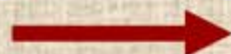
*Линейная
интерполяция*



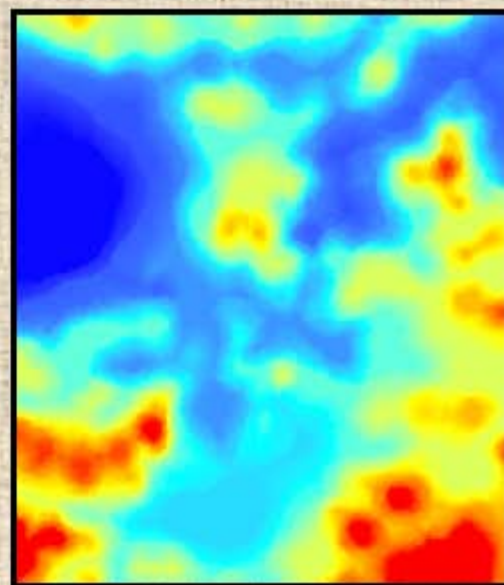
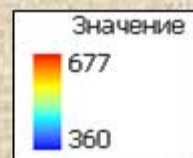
ОВР



*Сплайн
(Натяжение)*

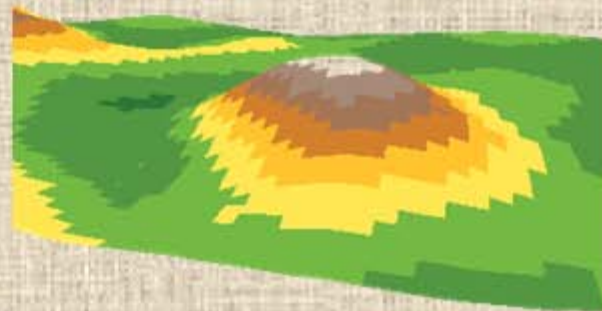


Кригинг

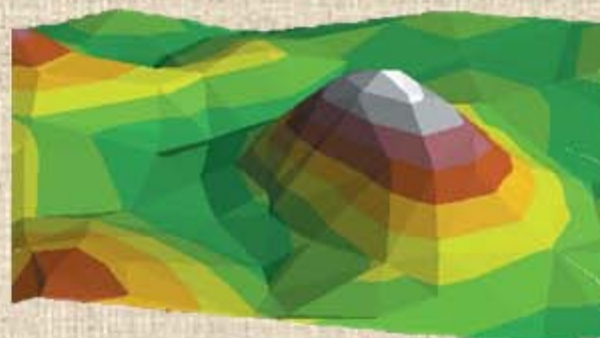


Модели поверхностей

- **GRID**



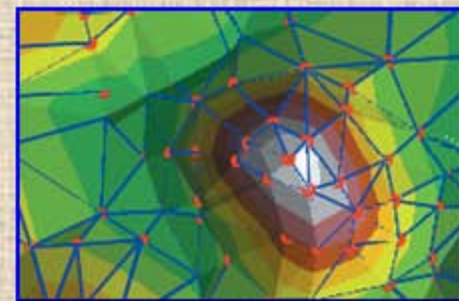
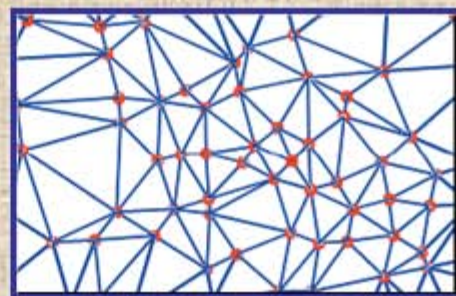
- **TIN**



TIN - нерегулярные сети треугольников

Термин *нерегулярная триангуляционная сеть* (*Triangulated Irregular Network*) точно описывает свойства TIN.

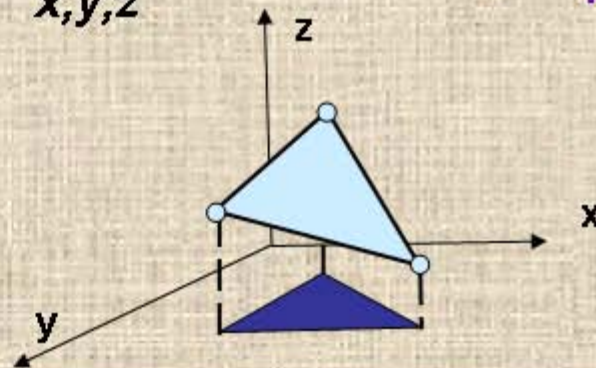
- "Нерегулярная" определяет ключевое преимущество TINs в моделировании поверхности - точки могут быть взяты с переменной плотностью для моделирования поверхности.



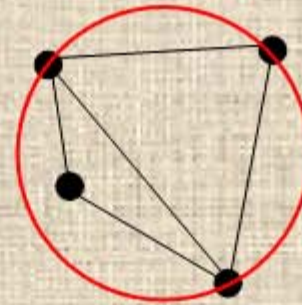
- "Триангуляционная" указывает на способ построения оптимизированного набора треугольников по набору точек. Треугольники дают хорошее представление о локальной части поверхности, так как три точки со значениями z однозначно определяют плоскость в трехмерном пространстве.



- "Сеть" отражает топологическую структуру, которая присуща TIN.



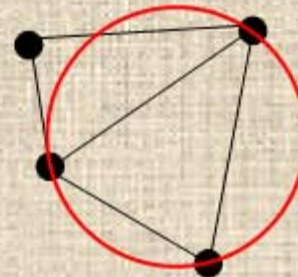
TIN: триангуляция Делоне



Эта триангуляция не проходит испытание Делоне

В простом случае с четырьмя массовыми точками возможны две триангуляции. Какая является справедливой?

Определение триангуляции Делоне указывает, что любая окружность проведенная через три узла в треугольнике, не будет включать никакого другого узла.

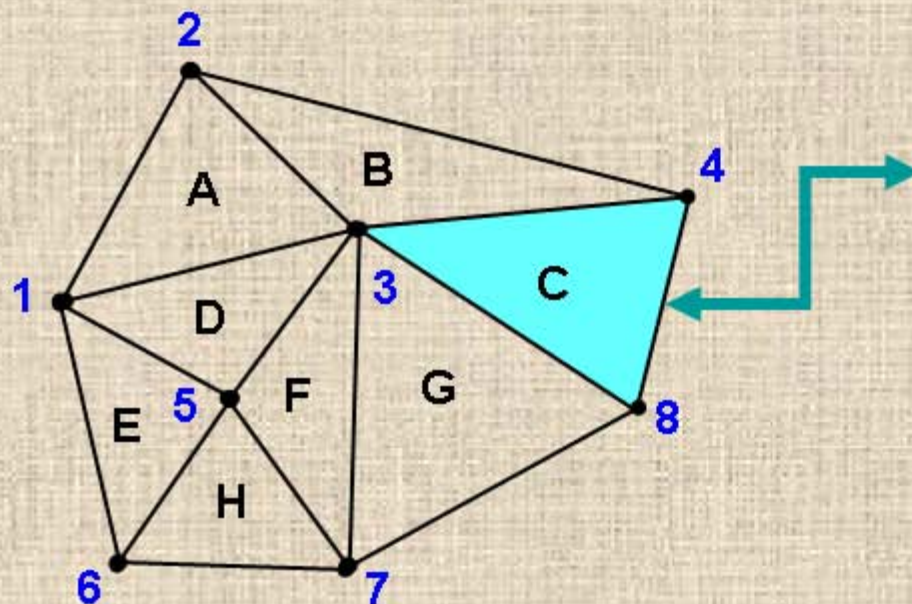


Это - справедливая триангуляция

Алгоритм триангуляция Делоне оптимизирует представление поверхности

Топология в TIN

TIN - топологическая структура данных, управляющая информацией об узлах, которые входят в каждый треугольник, и о соседях каждого треугольника.

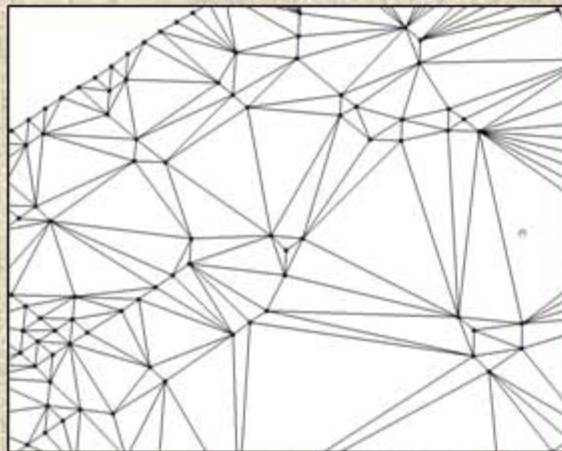
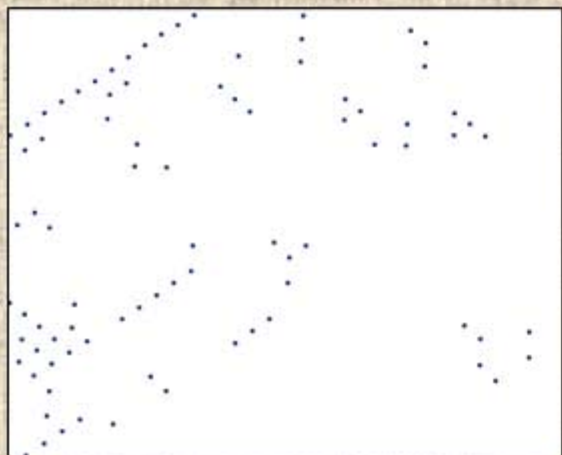


Треугольник	Список узлов	Соседи
A	1,2,3	-,B,D
B	2,4,3	-,C,A
C	4,8,3	-,G,B
D	1,3,5	A,F,E
E	1,5,6	D,H,-
F	3,7,5	G,H,D
G	3,8,7	C,-,F
H	5,7,6	F,-,E

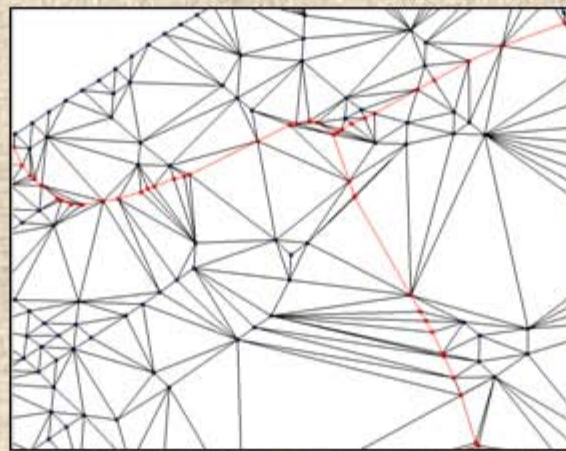
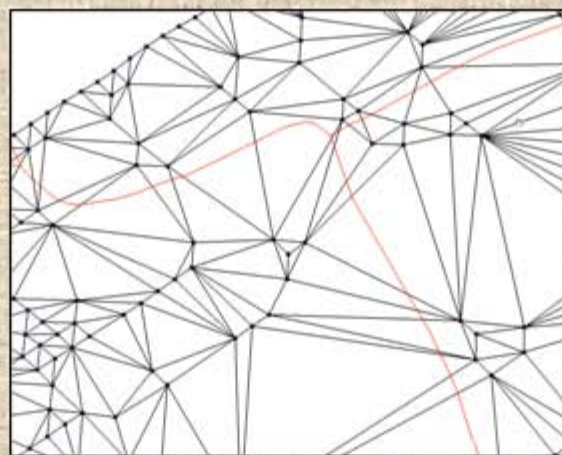
Треугольники всегда имеют 3 узла и обычно имеют 3 соседних треугольника. Треугольники на внешней границе TIN могут иметь одного или двух соседей.

Представление морфологии поверхности с помощью TIN

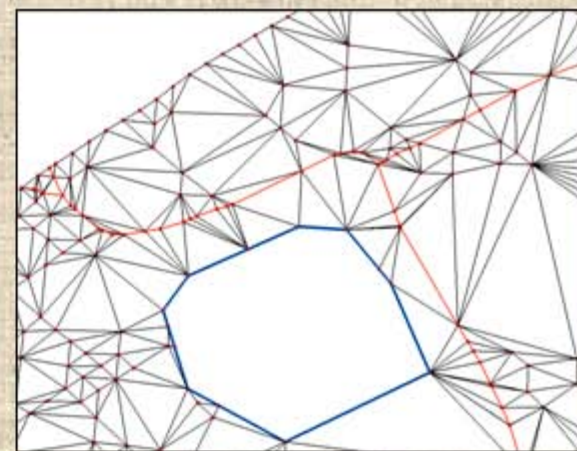
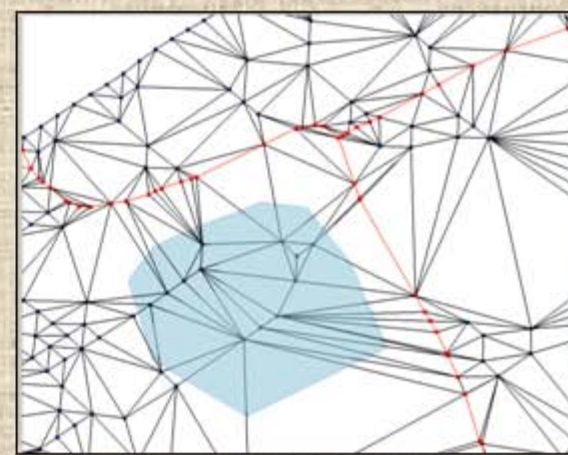
*Расчет TIN по
3D точкам*



*Добавление
линейных объектов*



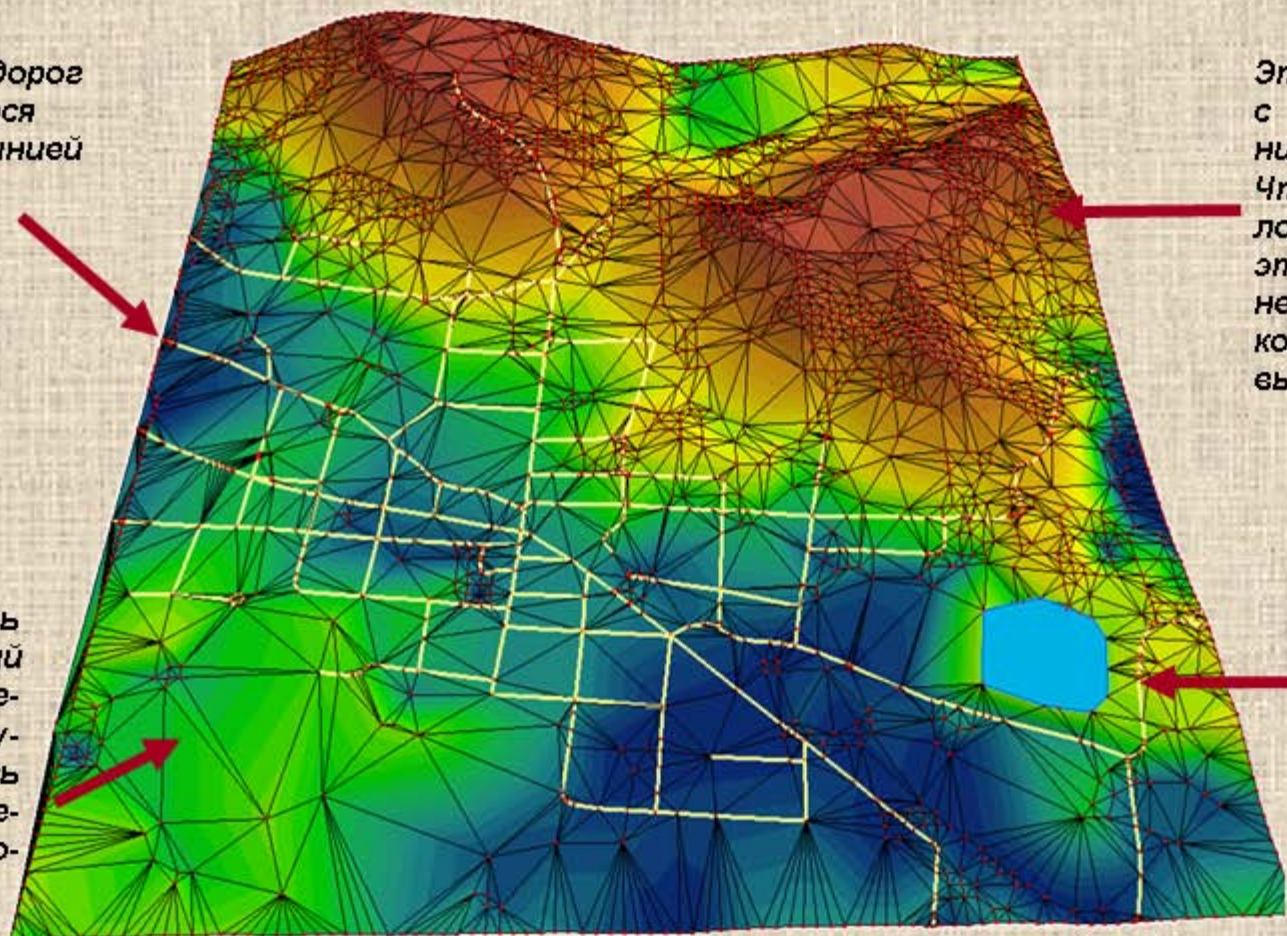
*Добавление
площадных объектов*



Пространственные объекты поверхности в типовой TIN

Положение дорог моделируется мягкой линией перегиба

Эта область имеет пологий склон без перепадов крутизны. Здесь требуется немного массовых точек.

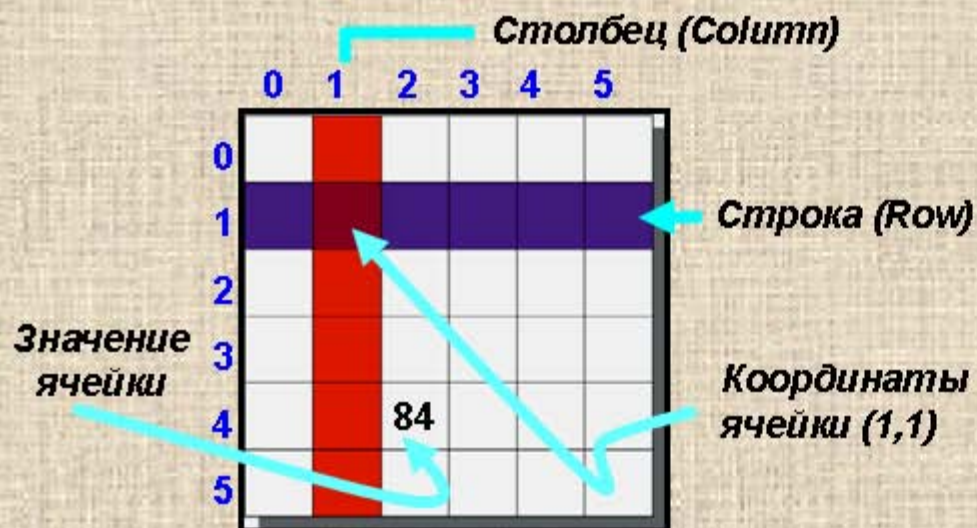
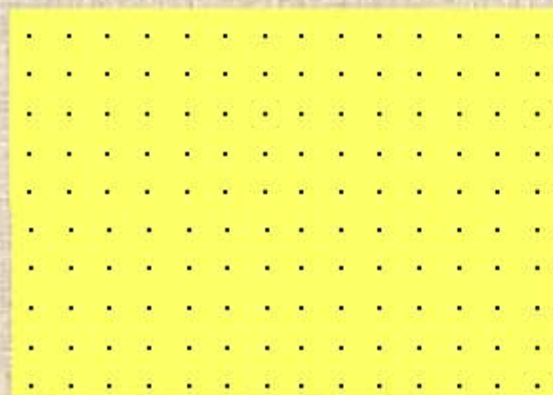


Это крутой участок с резкими изменениями топографии. Чтобы представить локальную форму этой поверхности, необходимо большее количество массовых точек.

Озеро или пруд могут быть смоделированы полигоном замещения, приводящим высоту водоема к постоянной высоте.

GRID - модель

Гриды представляют поверхность по регулярно распределенным точкам



Структура GRID –
моделей полностью
соответствует
структуре растровых
данных