

# Анализ однородности выборочных геологических совокупностей

Для магистрантов направления 7М07202  
– Геология и разведка месторождений  
полезных ископаемых

Портнов Василий Сергеевич  
Доктор технических наук,  
Профессор Кафедры ГРМПИ  
НАО «КарТУ»



# ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ЛЕКЦИИ

- 1. Выявление аномалий***
- 2. Разделение неоднородных выборочных совокупностей***

При использовании одномерных статистических моделей предполагается, что объект однороден в отношении исследуемого свойства

**Если однороден объект**

**Однородно свойство**

На ранних стадиях изучения только по качественным признакам трудно определить однороден ли объект

**В этом случае можно решить обратную задачу**

Сначала определить – однородно ли свойство объекта (т.е. проверить гипотезу о статистической однородности)

## При проверке гипотезы о статистической однородности решаются следующие задачи:

- ***выделение аномальных значений свойства объекта;***
- ***разделение неоднородных выборочных совокупностей на однородные;***
- ***оценка степени влияния различных факторов на характер изменчивости свойств геологических объектов.***

# Выявление локальных неоднородностей (аномалий)

**Аномальные значения** –  
*это редко встречающиеся  
значения, резко  
отличающиеся от  
преобладающих в  
выборочной совокупности*

# Значение аномалий

По аномалиям  
выявляются участки  
концентрированного  
оруденения

Аномалии  
искажают  
точечные и  
интервальные  
оценки  
средних  
параметров

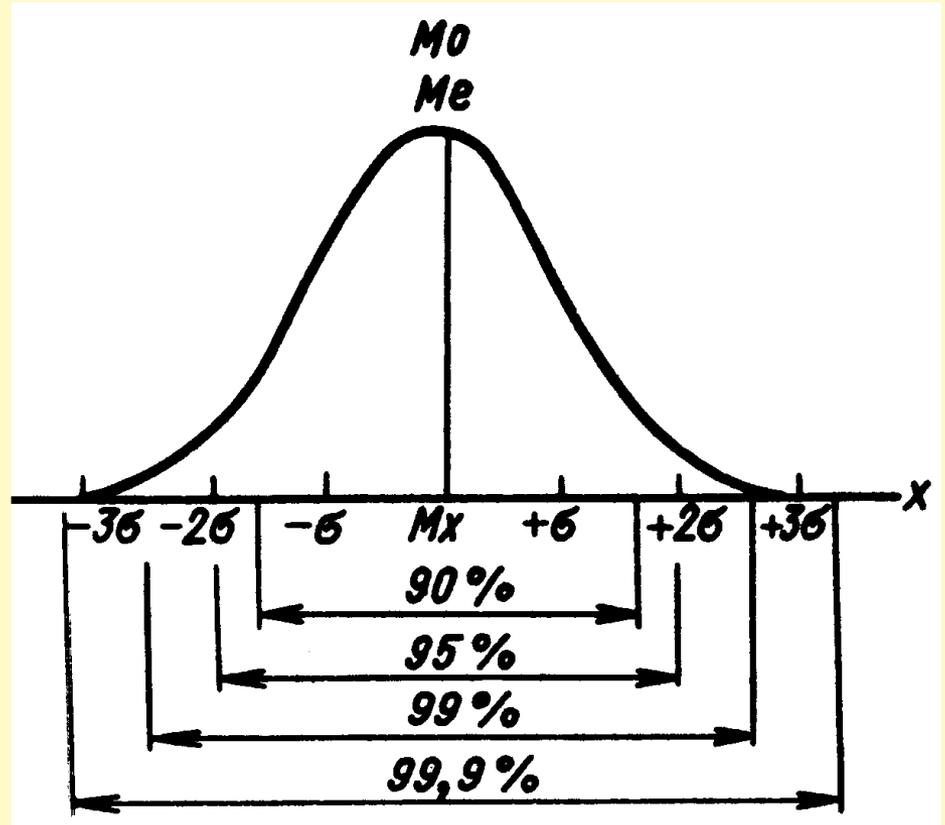
Аномалии  
затрудняют  
проверку  
гипотез о  
равенстве  
средних и  
дисперсий

# ***Как выделить аномальные значения***

- Выборка разбивается на фоновую и аномальную
- При нормальном распределении фоновой генеральной совокупности аномальное значение можно определить с помощью различных критериев (правила «трех сигм», критерия Смирнова и др.)
- Аномальные значения можно выявить с помощью графических процедур

# Правило «трех сигм»

случайная величина при нормальном законе распределения практически полностью (на 99,7 %) заключена в пределах от  $-3\sigma$  до  $+3\sigma$



**значения  $x > \pm 3 \delta$  - аномальные**

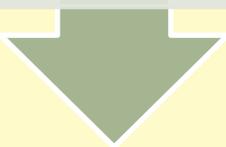
# Пример

- Средняя зольность угля = 6,5 %, среднеквадратичное отклонение  $\sigma = 2,1$  %.
- На основе приведенных данных можно определить, какие значения зольности являются аномальными.
- $-3\sigma = 6,5 - 3 \cdot 2,1 = 0,2$  %;  $-3\sigma = 6,5 + 3 \cdot 2,1 = 12,8$  %,
- **аномальными являются значения зольности менее 0,2 и более 12,8 %**

**Если распределение случайной величины  
логнормальное**



**правило «трех сигм» применяется к логарифмам  
значений**



**что используется при геохимическом методе поисков  
месторождений для выделения геохимических аномалий**

# Критерий Смирнова

- Применяется если фоновая совокупность распределена в соответствии с нормальным законом

$$t = (x_{\max} - \bar{x}) / S_{см}^2$$

$\bar{x}$  - среднее арифметическое,

$x_{\max}$  - максимальный член выборки,

$S_{см}^2$  - смещенная дисперсия

$$S_{см}^2 = S^2 \left( \frac{n-1}{n} \right)$$

***Если вычисленный критерий  $t$  больше табличного значения, то максимальное значение выборки следует считать аномальным***

Табличное значение находят по справочникам – в таблицах распределения Смирнова.

Здесь также, как при проверке других статистических гипотез, необходимо самому выбрать доверительный интервал и найти значение  $t_{\text{табл}}$ , которое зависит от количества точек наблюдения в выборке.



**Пример расчета табличных значений критерия Смирнова  
в зависимости от уровня значимости и  
количества точек наблюдения (n)**

Заданный уровень значимости	Количество точек наблюдения						
	<i>n=20</i>	<i>n=50</i>	<i>n=100</i>	<i>n=300</i>	<i>n=500</i>	<i>n=1000</i>	<i>n=2000</i>
$\alpha$							
0,1	<b>0,0835</b>	<b>0,1120</b>	<b>0,1085</b>	<b>0,0927</b>	<b>0,0970</b>	<b>0,0980</b>	<b>0,1041</b>
0,05	<b>0,0334</b>	<b>0,0410</b>	<b>0,0543</b>	<b>0,0496</b>	<b>0,0514</b>	<b>0,0471</b>	<b>0,0480</b>
0,025	<b>0,0334</b>	<b>0,0240</b>	<b>0,0252</b>	<b>0,0254</b>	<b>0,0238</b>	<b>0,0259</b>	<b>0,0245</b>

# ***Графические процедуры выявления аномальных значений***

# ЯЩИК С УСАМИ

SiO<sub>2</sub>, %

Целые (стебель)	Десятые (листья)
56	6
7	
8	
9	5
60	5
1	2, 2
2	4
3	7, 1
4	6, 6
5	8
6	8, 3
7	6, 8
8	
9	2, 3
70	
1	6
2	5
3	2

*Андезитобазальты*

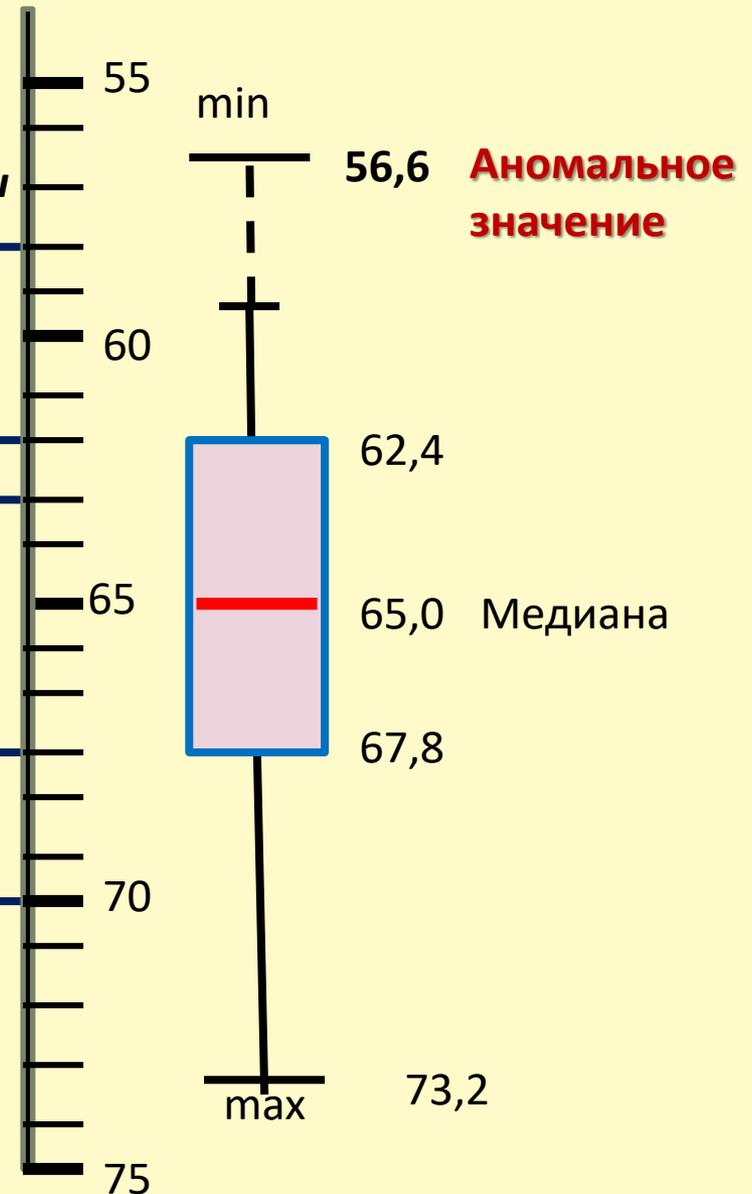
*Андезиты*

*Андезит-дациты*

*Дациты*

*Риолит-дациты*

*Риолиты*



# Гистограмма

График частотного распределения  $\text{SiO}_2$  в породах



Другой пример неоднородной выборки – когда количество наблюдений, принадлежащих к разным геологическим совокупностям велико

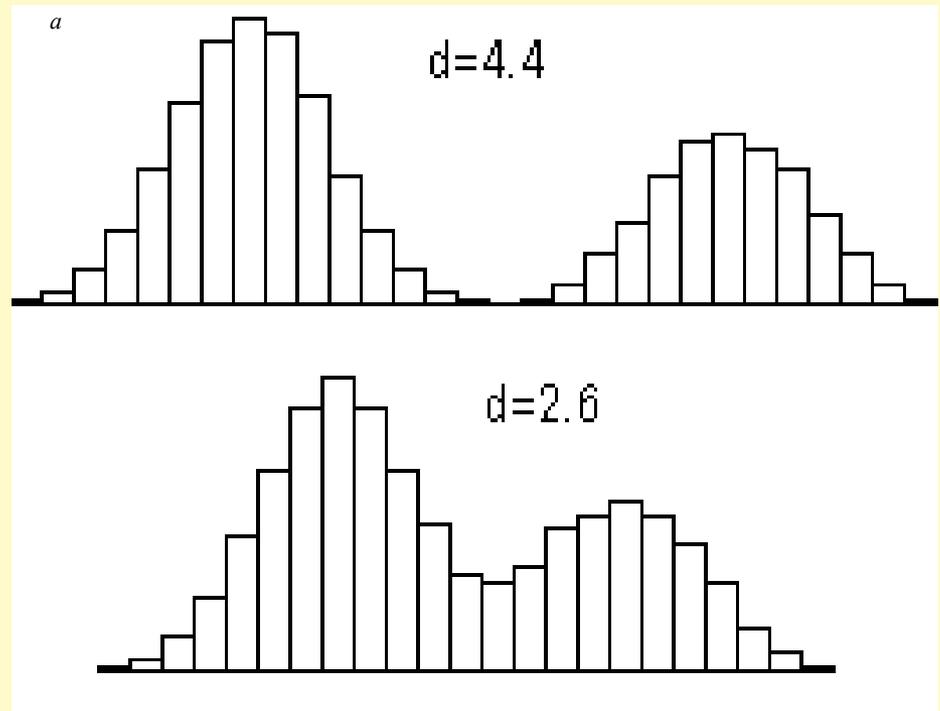
В этом случае возникает необходимость **разделения её на несколько однородных совокупностей**

# Выделение однородных совокупностей на гистограммах

Раздвиг очень большой ( $d > 4$ ), гистограмма распадается на две самостоятельные гистограммы, не перекрывающиеся друг друга

Раздвиг большой ( $d = 2 \div 4$ ), гистограмма является бимодальной, совокупности частично перекрываются .

Однородные совокупности можно разделить либо аналитическим путем, либо используя геологическую информацию.



- Разделение можно проводить и другими процедурами статистического анализа.
- Это так называемые классификационные методы.
- Например, используя кластерный анализ.

# **ПРИМЕРЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ, СВЯЗАННЫХ С ВЫДЕЛЕНИЕМ ОДНОРОДНЫХ СОВОКУПНОСТЕЙ**



**классификация магматических пород по  
химическому составу**

**расчленение разреза осадочных толщ по  
микрофауне**

**выделение однородных блоков на  
месторождениях при подсчете запасов;  
разделение руд по плотности и т. д.**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**