

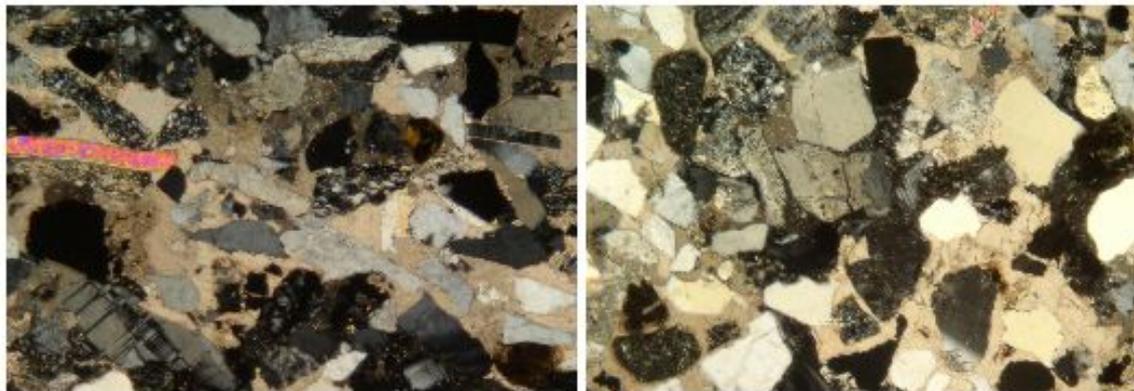
# ***Geological Statistics & Correlation***

**Анизотропия** - (от греч. *ánisos* - неравный и *trópos* - направление), - неодинаковость физических (физико-химических) свойств тела (например, электропроводности, теплопроводности и др.) по различным направлениям внутри этого тела (в противоположность изотропии).

Проявляется в вариациях пористости и проницаемости в различных направлениях.

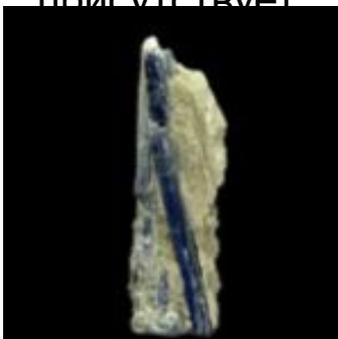
Примеры:

1. **н**а снимках приведены 2 **ш**лифа мелко-среднезернистого полимиктового песчаника.



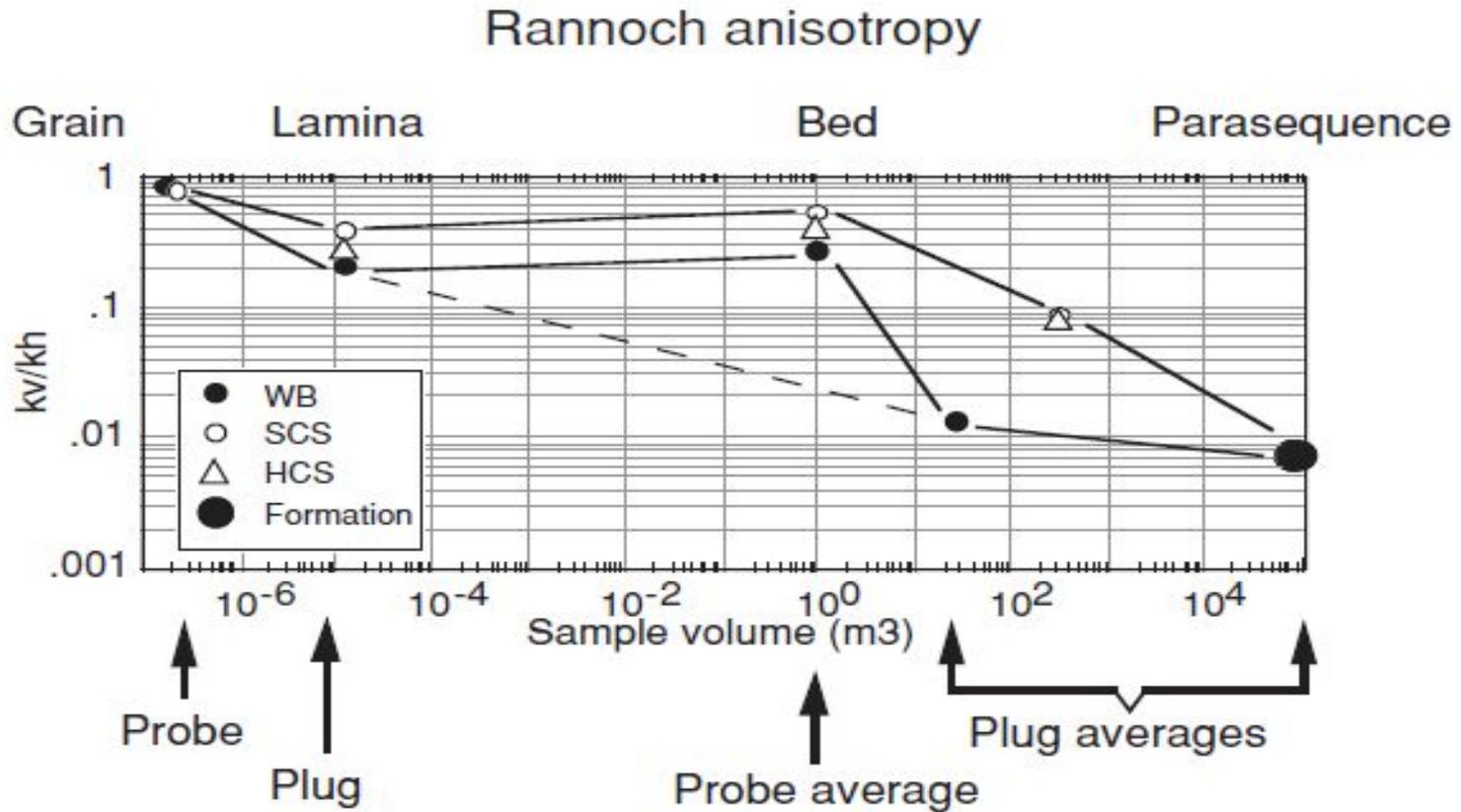
Видна анизотропия: (1) ориентировка зерен у образца, взятого по оси керна наблюдается, но в образце (2), взятом поперек оси керна упорядоченности зерен отсутствует.

2. Анизотропия фильтрационных свойств в карбонатных породах также имеет место и, как правило, связана с трещиноватостью. Однако, и при отсутствии трещиноватости в карбонатных породах эффект анизотропии фильтрационных свойств практически всегда присутствует



3. Анизотропия минералов обуславливается особенностями их **кристаллической решетки** - в первую очередь неодинаковостью межатомных связей в различных направлениях. На макроуровне анизотропия лучше всего выражена у кианита, твёрдость которого в одном направлении 4,5, а в другом - 7.

Анизотропия проницаемости - это различие проницаемости в горизонт и вертикальном направлениях и оценивается как отношение вертикальной к горизонт проницаемости. Оценка анизотропии в осадочных породах зависит от измеряемой шкалы.



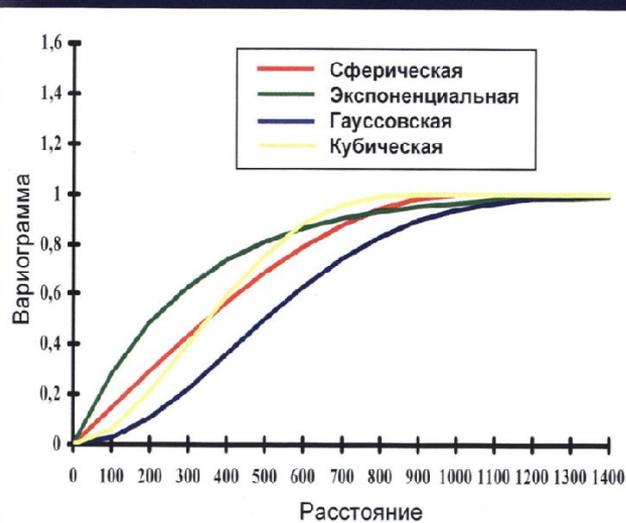
**Неоднородность** всегда и в любом пласте присутствует по ряду причин, например, влияние диагенетич. преобразований. В пределах одного пласта проницаемость может варьировать в значительных масштабах, тогда как пористость может изменяться всего лишь на несколько процентов. По пористости такой пласт будет однородным, тогда как по проницаемости весьма неоднородным. (П-р, кавернозные и трещиноватые карбонаты являются весьма неоднородными).

Характеризуется пространственной изменчивостью его литолого-физических свойств. Выделяют неоднородность по вещественному составу, пористости, проницаемости, удельному электрическому сопротивлению и др. свойствам.

Неоднородность может характеризоваться различными показателями: коэффициентом относительной песчанистости, коэффициентом расчлененности и др. В зависимости от масштаба проявления различают: микронеоднородность – изменчивость породы одного литологического типа, ее структурных характеристик и зависящих от них физических и коллекторских параметров; - макронеоднородность – выражается преимущественно в смене пород различных литологических типов.

В нефтегазопромысловой геологии наиболее важное значение имеет неоднородность по фильтрационно-емкостным свойствам, прежде всего по проницаемости, поскольку она определяет соотношение притоков нефти и газа к забоям скважин, а следовательно, влияет на систему разработки залежи. Неоднородность обуславливает неравно мерность отработки нефтяных пластов и продвижение воды при эксплуатации залежи. Неоднородность пластов изучается всей совокупностью геологических, геофизических и газогидродинамических методов.

## НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НЕПРЕРЫВНЫЕ МОДЕЛИ ВАРИОГРАММ



$$\gamma(h) = C \left( \frac{3h}{2a} - \frac{h^3}{2a^3} \right) \quad 0 \leq h \leq a$$

$$\gamma(h) = C \quad h > a$$

$$\gamma(h) = C \left( 1 - e^{-\frac{h}{a}} \right)$$

$$\gamma(h) = C \left( 1 - e^{-\frac{h^2}{a^2}} \right)$$

$$\gamma(h) = C \left( 7\frac{h^2}{a^2} - \frac{35h^3}{4a^3} + \frac{7h^5}{2a^5} - \frac{3h^7}{4a^7} \right) \quad 0 \leq h \leq a$$

$$\gamma(h) = C \quad h > a$$

Вариограмма и функции ковариации дают количественно характеризуют предположение, что объекты, расположенные близко друг к другу, больше похожи между собой, чем удаленные друг от друга на некоторое расстояние. Вариограмма и ковариация измеряют степень статистической корреляции как функцию расстояния. Вариограмму часто предпочитают ковариации, т.к. ее можно рассчитывать непосредственно из данных без расчета среднего.

### Вариограмма имеет свои

**Эффект самородков** – шум, разрыв вариограммы в начале. Характерной особенностью этого явления зачастую выступают ошибки в измерениях. Теоретически, при нулевом расстоянии между точками (лаг = 0) значение вариограммы равно 0. Однако при бесконечно маленьком расстоянии разделения, вариограмма часто демонстрирует эффект самородка, что является значением больше 0. Если модель вариограммы пересекает ось y в значении 0,5, самородок будет равен 0,5. Чем больше эф самор – тем больше шум, тем менее информативнее наша модель.

**Радиус** – расстояние на котором вариогр. выполаживается.

**Порог** – высота плато

Расстояние, при котором модель начинает выравниваться, называется **диапазоном**. Опорные местоположения, разделенные расстояниями не превышающими диапазон, пространственно автокоррелированы, в то время как местоположения, превышающие диапазон, — нет.

Значение, в котором модель вариограммы достигает диапазона (значение на оси y), называется **порогом**.

**Hole effect** – отражает цикличность, значительно уменьшает саму вариограммы.

- 1) Pure Nugget (**Random Variation**) – this is useful as it might be associated with a random field for which the average permeability to use is the geometric average.
- 2) Correlation with **short** or **long correlation** length - usually short in the vertical direction and long in the horizontal, implying a layered system and harmonic and arithmetic averages respectively.
- 3) Correlation with **low** or **high** nugget – low nugget might be merely measurement error, large nugget usually means significant heterogeneity at sub – lag spacing scales.
- 4) **Cyclical variogram** – more common in the vertical direction when the permeability field has repeating geological elements (beds). Note that the hole in the variogram should drop significantly (some authors say to 60% of the sill value – 0.6 on a normalized variogram).

# Основные определения

**Биостратиграфия** (от био... и стратиграфия), отрасль стратиграфии, изучающая распределение ископаемых остатков организмов в осадочных отложениях с целью установления относительного возраста и соотношения одновозрастных слоев на различных территориях. Задача Б. — разработка шкал относительно возраста слоев (разной детальности и масштаба, в частности зональных). Последовательность биостратиграфических зон отражает смену в геологическом разрезе ископаемых остатков группы вымерших организмов разного систематического ранга или их комплексов. Особенное значение для выделения зон, и в первую очередь биозон, имеют группы вымерших организмов с относительно кратким сроком существования, но достигавшие широкого распространения, значительного изобилия и разнообразия (например, нуммулиты, граптолиты, динозавры).

**Хроностратиграфию** можно определить как раздел стратиграфии, имеющий дело с установлением относительного возраста и возрастных соотношений геологических тел, что делает её синонимом стратиграфии вообще. Хроностратиграфия не имеет своего собственного метода исследования, при соответствующих исследованиях используется весь комплекс доступных стратиграфических методов.

**Хемотратиграфия** (химическая стратиграфия) — раздел науки на стыке химии и стратиграфии, занимающийся изучением хим. состава осадочных горных пород. В частности, различием в химическом составе часто объясняется различный цвет слоёв в различных стратиграфических последовательностях.

## **Хемотратиграфия.**

**Пример.** Осаждение карбонатов происходит непосредственно из вод морей и океанов, а обломочные разности не претерпевают значительных перемещений. В осадке накапливаются только те химические элементы, которые на момент формирования находятся в бассейне седиментации в различных миграционных формах (обломки, микрочастицы, коллоиды, взвеси, золи, химические и органические соединения) и обладают способностью накапливаться в конкретных физико-химических обстановках. Количественные содержания этих элементов и их набор будет типоморфным для каждой конкретной карбонатной толщи. При выборе карбонатных пород как объекта исследования для геодинамических реконструкций основополагающим является то, что они играют важную роль в химических процессах океана практически на протяжении всего геологического времени, чутко фиксируют тектонические и фациальные обстановки седиментогенеза, особенности состава областей сноса.

**Магнитостратиграфия** — наука, изучающая расчленение отложений горных пород на основе их прямой или обращенной намагниченности. Точки Земли, в которых напряжённость магнитного поля имеет вертикальное направление, называют магнитными полюсами. Таких точек на Земле две: северный магнитный полюс и южный магнитный полюс. Исследования остаточ. намагниченности, приобретённой изверженными горными породами при остывании их ниже точки Кюри, свидетельствуют о неоднократных инверсиях магнитного поля Земли, зафиксированных в полосовых магнитных аномалиях земн. коры, параллельных осям срединных океанических хребтов. В океанической коре, таким образом, записаны все изменения магнитного поля Земли. Сопоставляя участки с одинаковой намагниченностью по разные стороны океанических хребтов, можно определить, когда эти участки начали расходиться.