

Кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых»

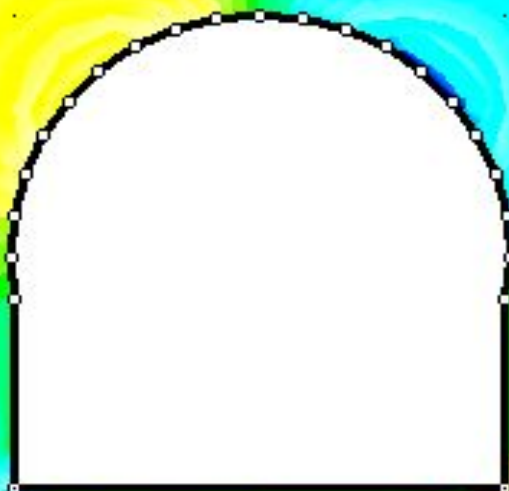
Слайд-лекция

Дисциплина

«Практическая геомеханика»

Автор Имашев А.Ж.

*Специальность
6М070700 – Горное дело*



Тема

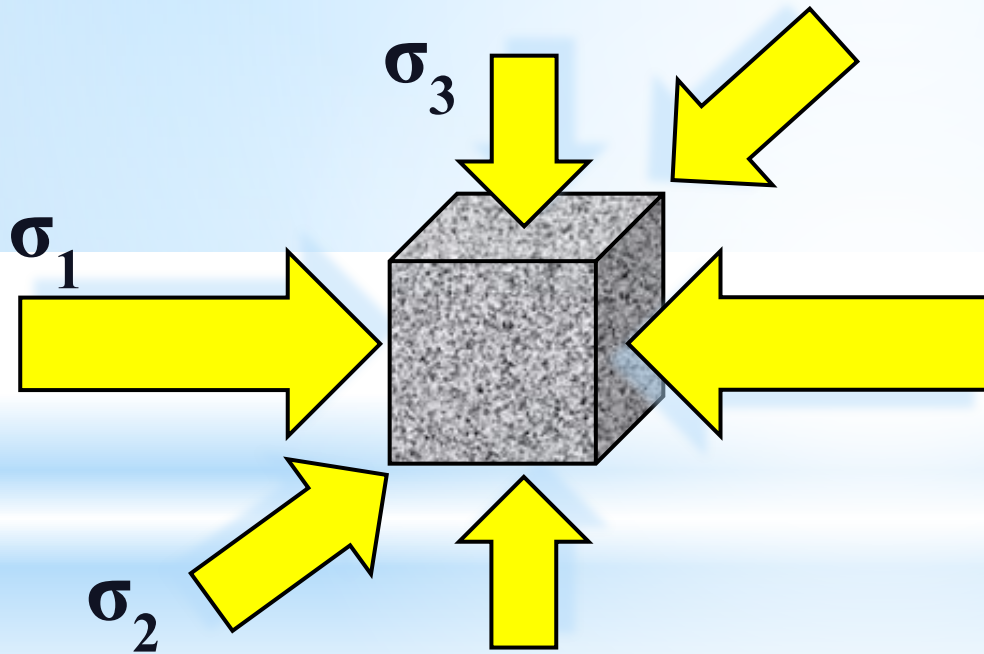
*«Напряженно-деформированное
состояние горных пород»*

ПЛАН ЛЕКЦИИ

- 1. Природное напряженное состояние массива;***
- 2. Виды напряженных состояний;***
- 3. Прочность в объемном напряженном состоянии (критерий О. Мора);***
- 4. Обобщенный критерий Кулона-Мора;***
- 5. Разрушение образца горных пород;***
- 6. Основные свойства массива;***
- 7. Неоднородность массива;***
- 8. Нарушенность массива.***

ПРИРОДНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА

Любое напряженное состояние можно создать тремя главными нормальными напряжениями, действующими в трех взаимно перпендикулярных направлениях



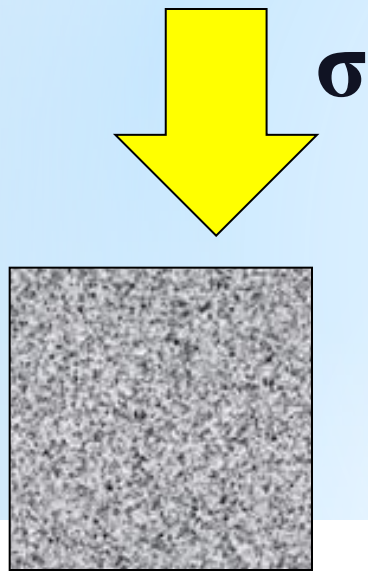
Главные напряжения:

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$$

max *пром* *min*

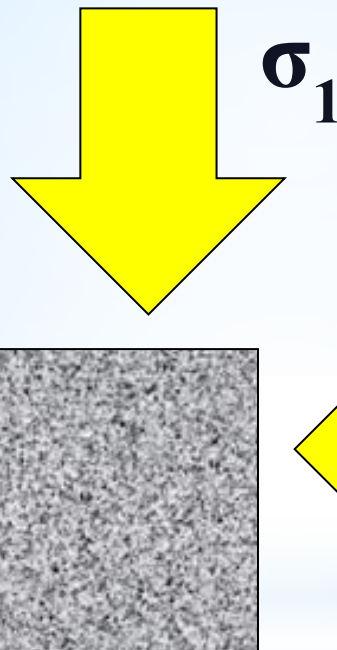
ВИДЫ НАПРЯЖЕННЫХ СОСТОЯНИЙ

одноосное (1D)



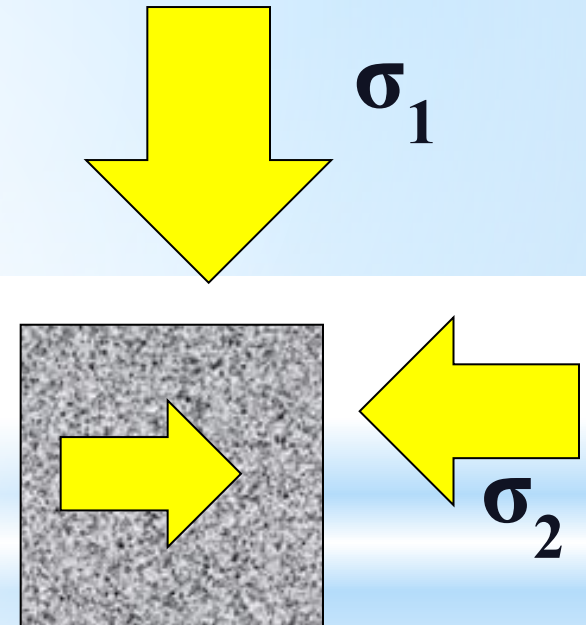
в высоких целиках

*двухосное
(плоское, 2D)*



на контуре выработок

*трехосное
(объемное, 3D)*



в массиве

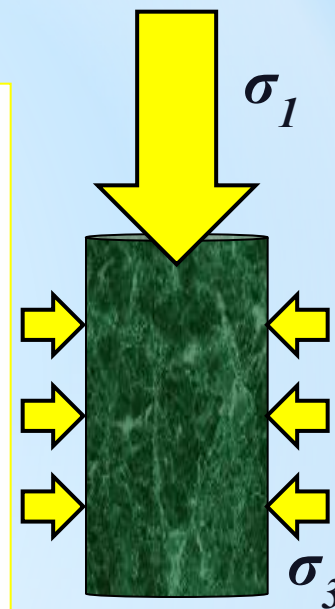
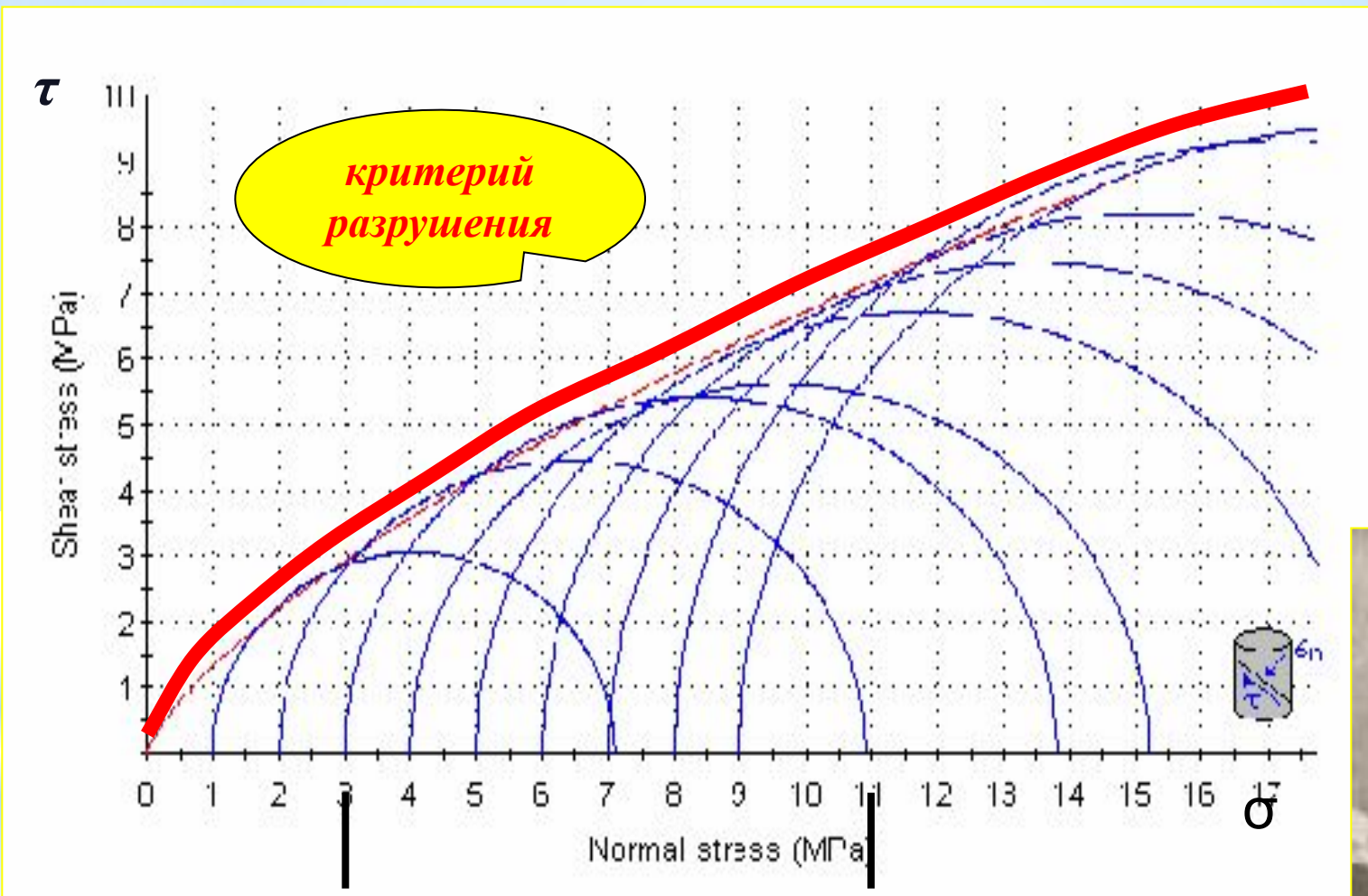
Всегда будем обозначать:

$$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$$

max *min*

по величине

ПРОЧНОСТЬ В ОБЪЕМНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ (КРИТЕРИЙ О. МОРА)



σ_3

σ_1

Проф. Отто Мора



ОБОБЩЕННЫЙ КРИТЕРИЙ КУЛОНА-МОРА

Параметры
обобщенного критерия
Кулона-Мора:

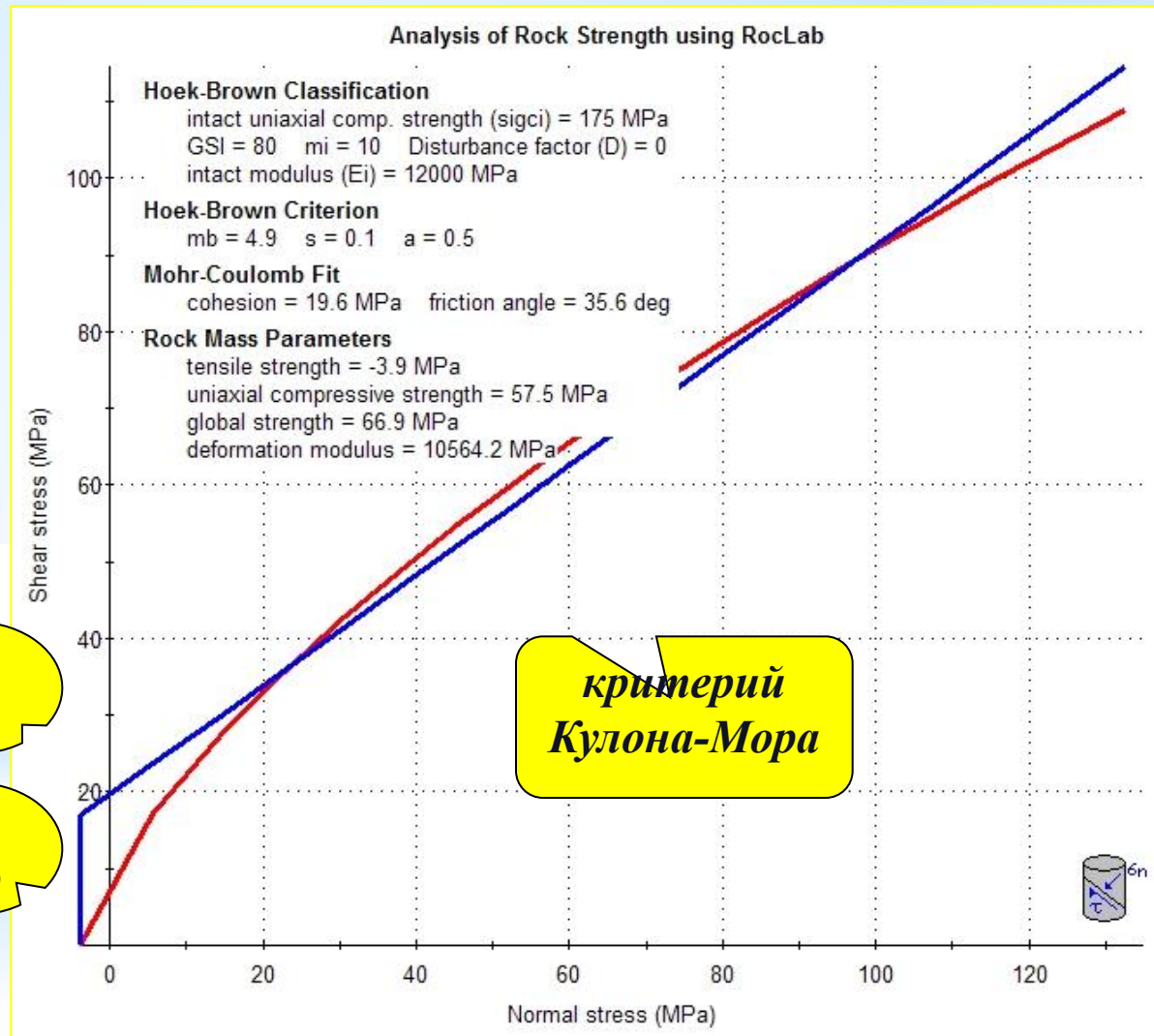
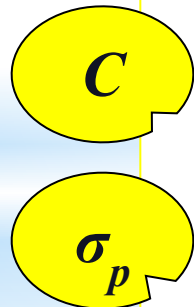
σ_p — прочность на
растяжение, МПа;

C — сцепление, МПа

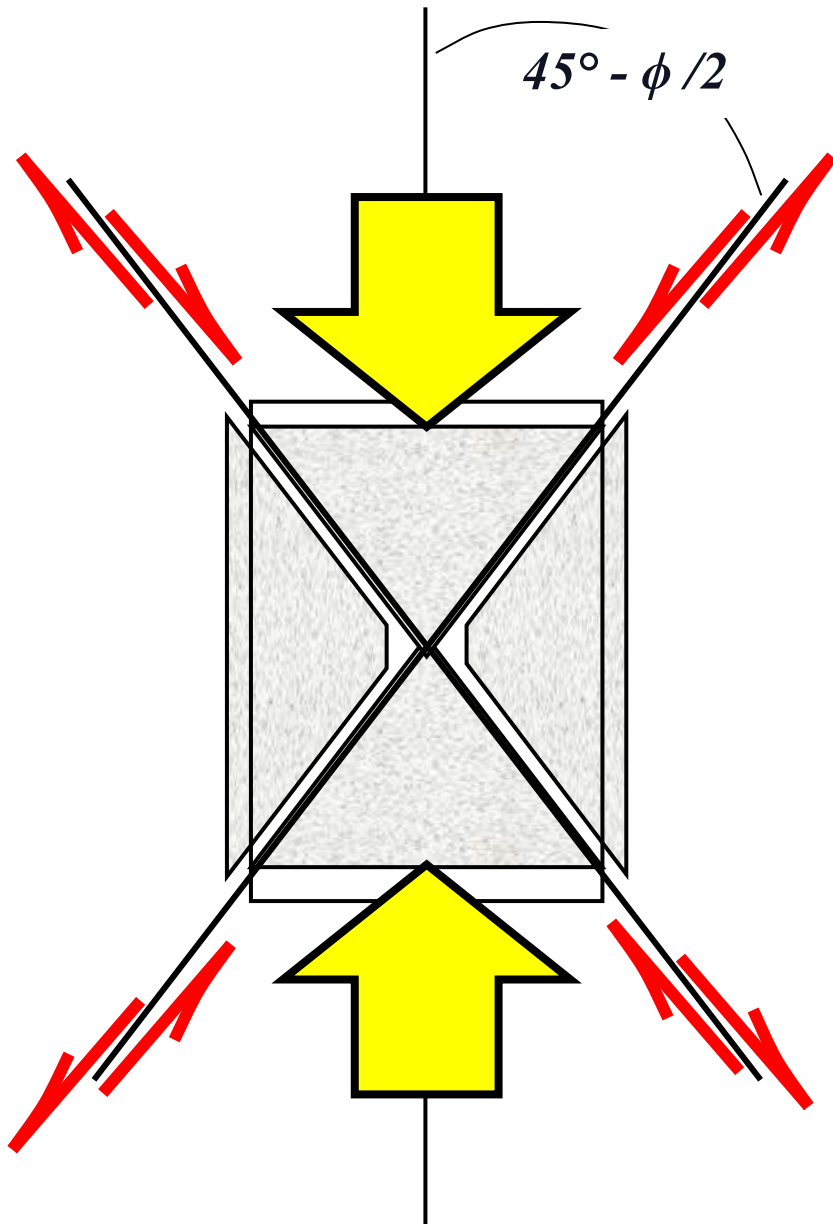
ϕ — угол внутреннего
трения, град.

Сцепление —
сопротивление сдвигу
при отсутствии сил
трения;

$\text{tg}\phi$ — коэффициент
трения



РАЗРУШЕНИЕ ОБРАЗЦА ГОРНЫХ ПОРОД



При сжатии разрушение пород происходит сдвигом по сопряженным площадкам, отклоненным от направления максимального сжатия на угол:

$$\pm (45^\circ - \phi / 2)$$

где $\phi = 30 \div 38^\circ$ - угол внутреннего трения пород

Если $\phi = 36^\circ$, то это $\pm 27^\circ$

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА МАССИВА

МАССИВ НЕОДНОРОДЕН, состоит из разных типов пород и руд. Поэтому в разных точках массива - разные свойства).

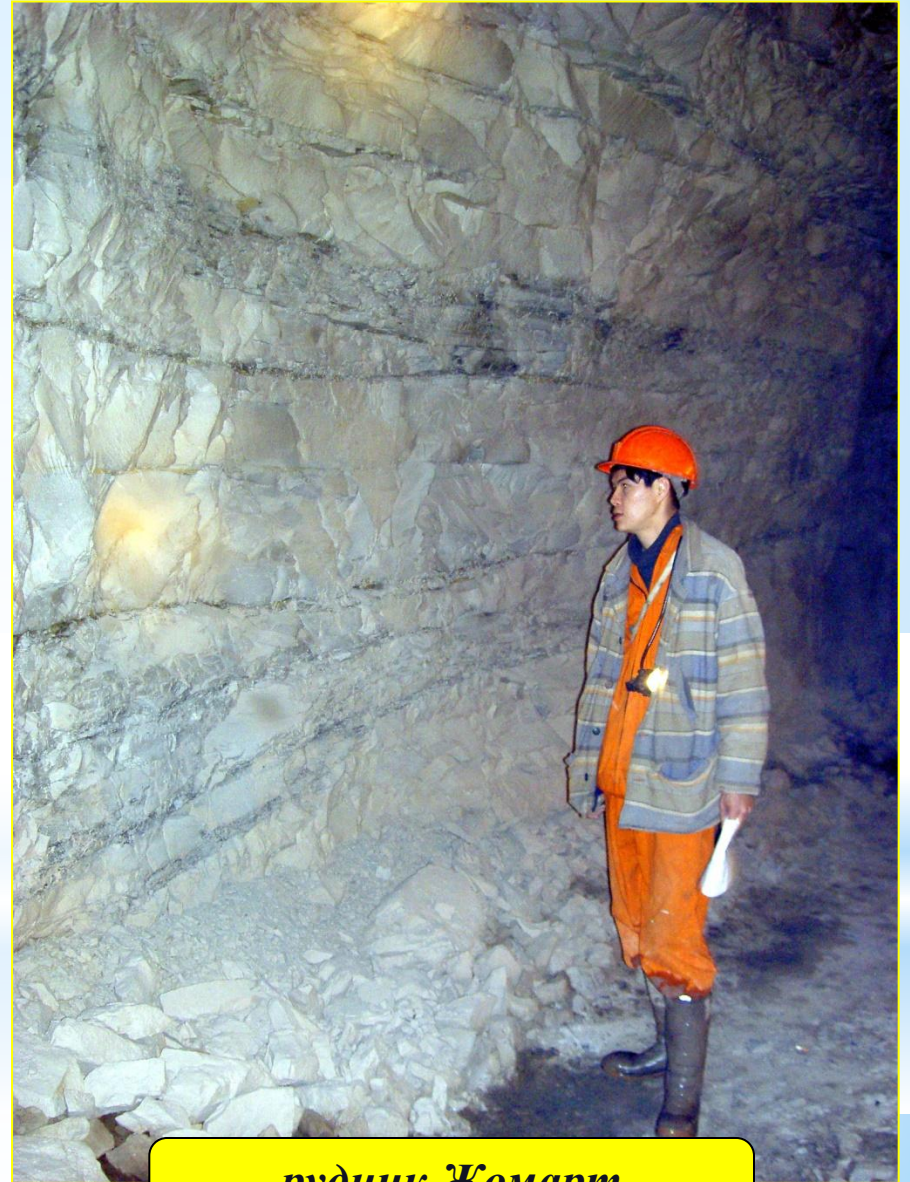
МАССИВ НАРУШЕН на разных структурных уровнях:

- микротрещины;***
- макротрещиноватость;***
- тектонические нарушения и разломы разных масштабных уровней (рангов).***

МАССИВ обладает

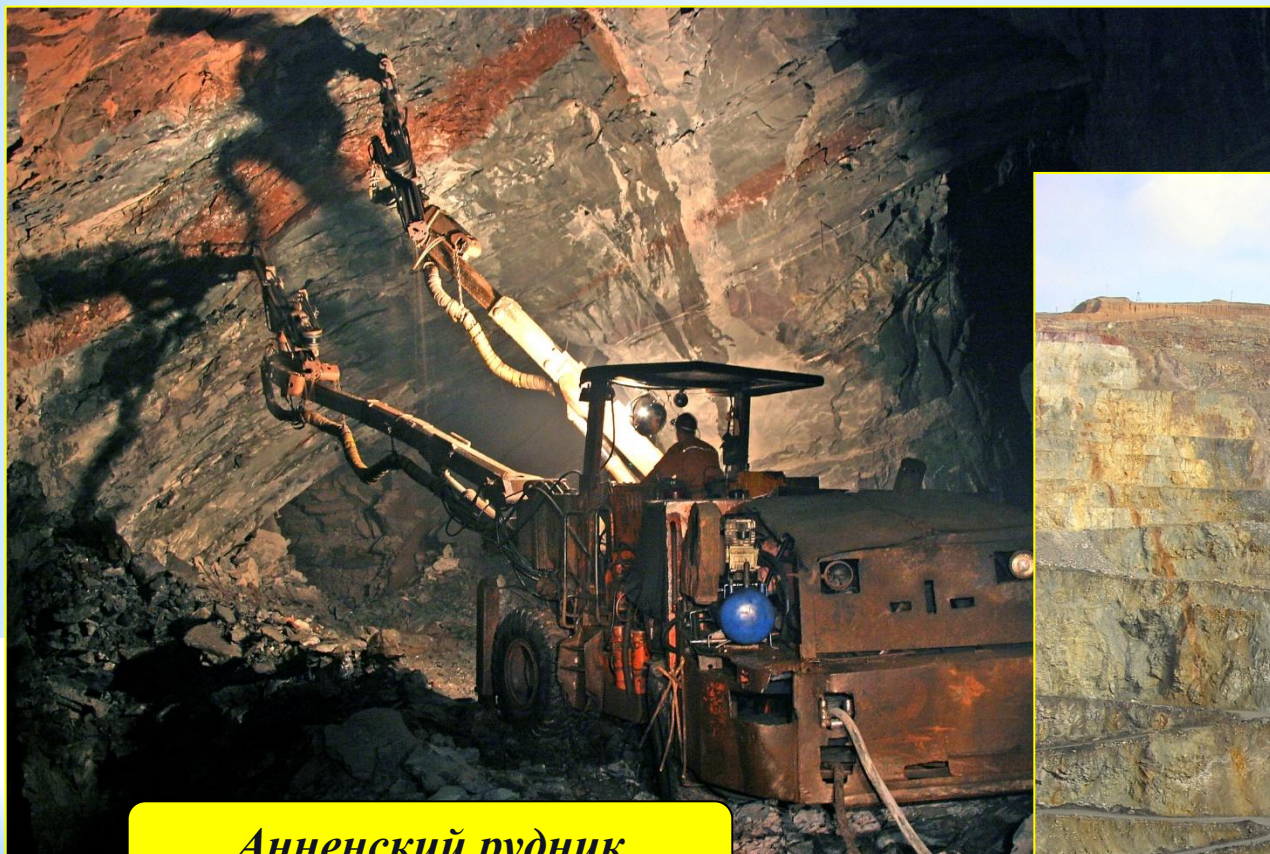
- упругостью (деформируется при нагружении),***
- прочностью (сопротивляется разрушению).***

НЕОДНОРОДНОСТЬ МАССИВА



рудник Жомарт

НЕОДНОРОДНОСТЬ МАССИВА



Анненский рудник

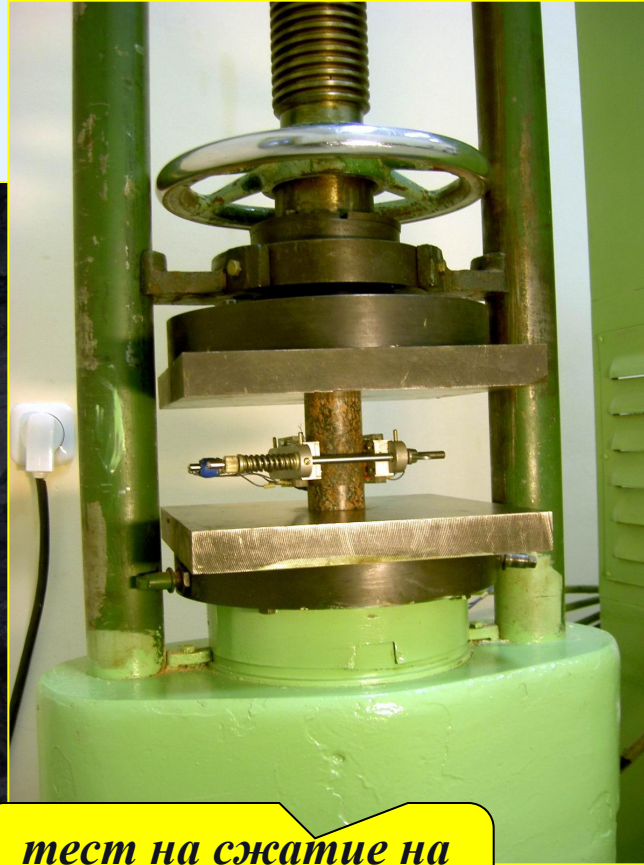


Николаевский карьер

НЕОДНОРОДНОСТЬ МАССИВА

- геологи в шахте описывают породы и руды

- геомеханики в лаборатории испытывают образцы пород и руд



тест на скорость ультразвука для определения модуля упругости

тест на сжатие на прессе



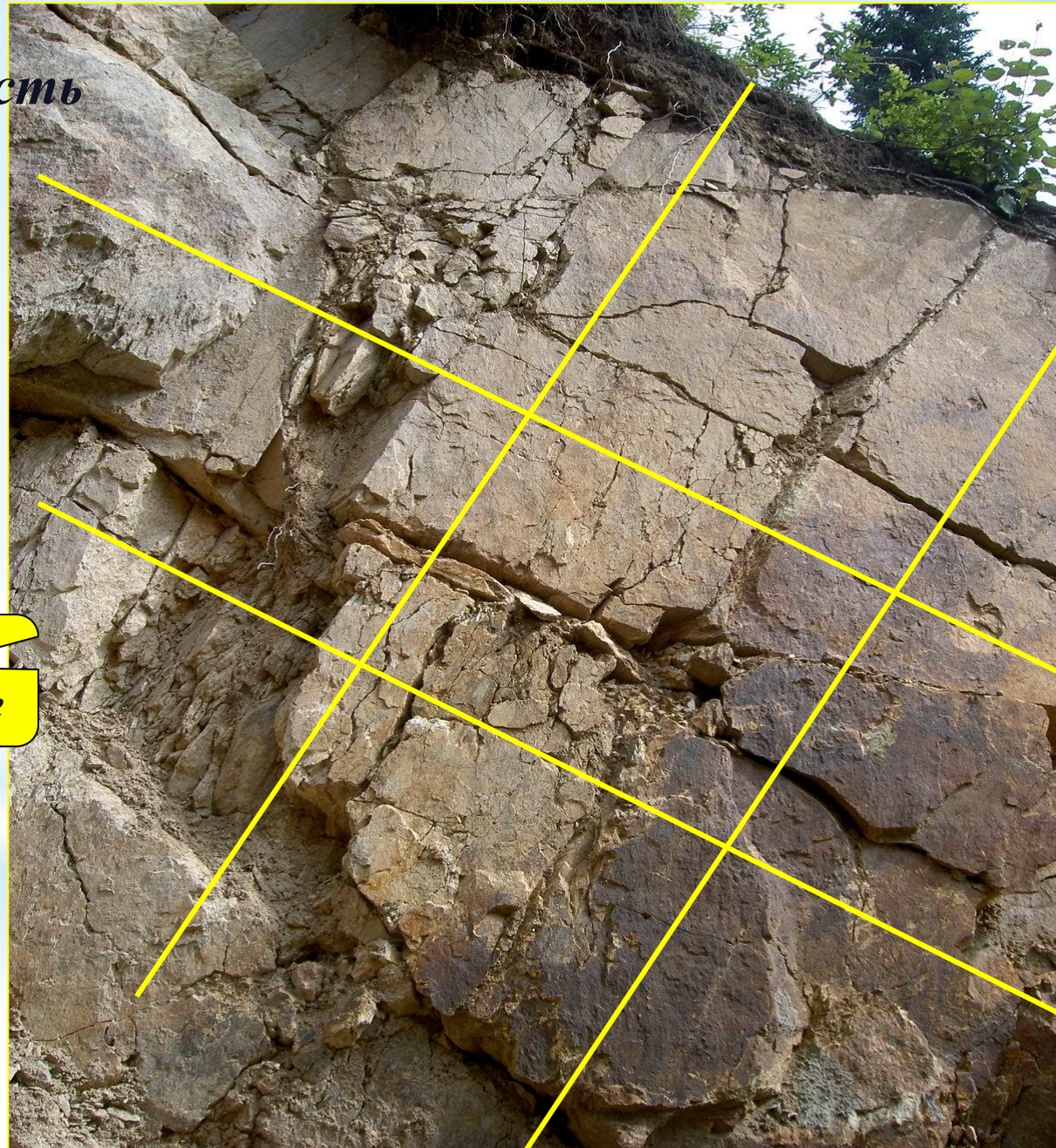
ЮСП

НАРУШЕННОСТЬ МАССИВА

- *макротрещиноватость*

*Юбилейно-
Снегирихинский
рудник*

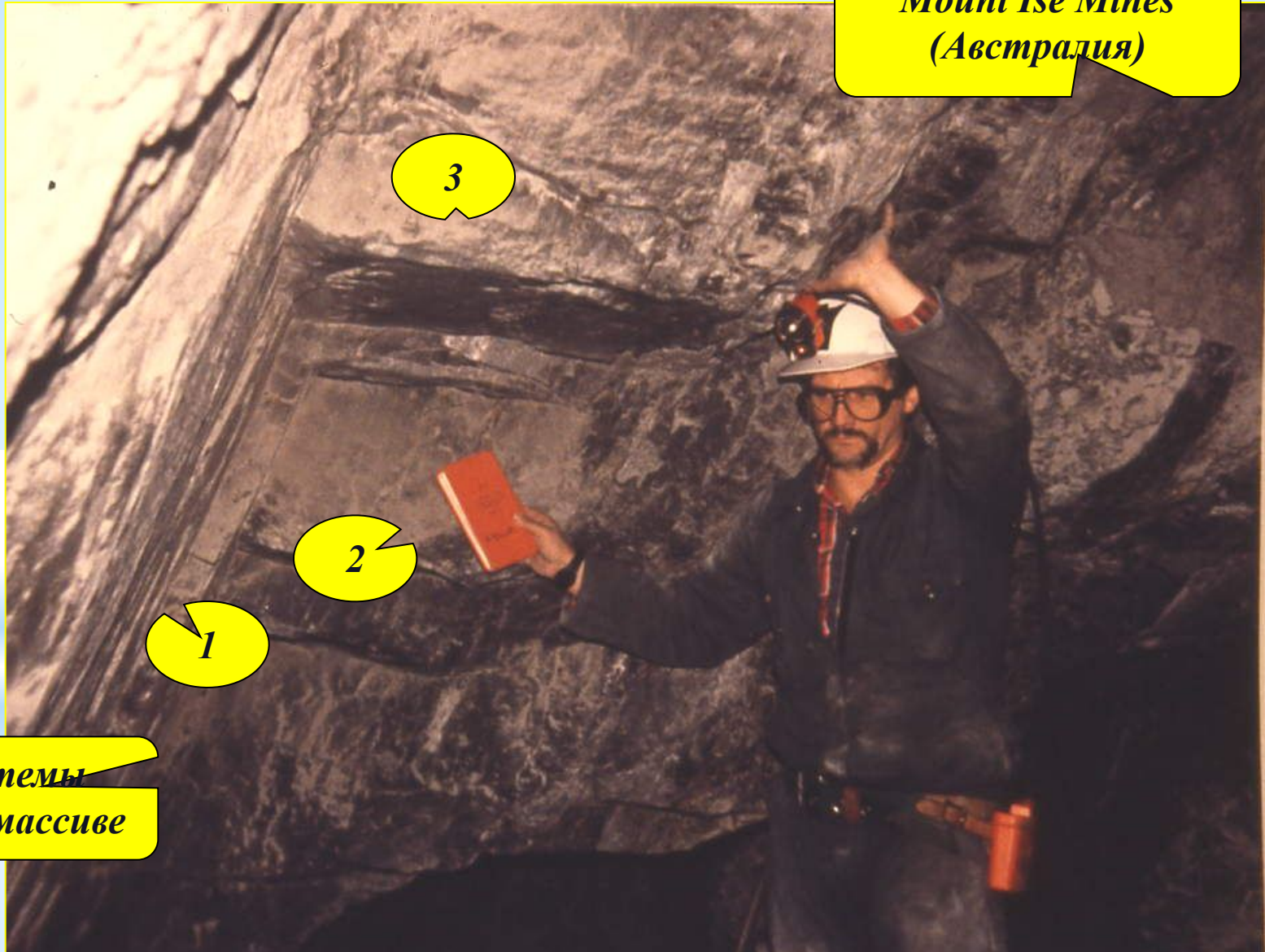
*две системы
трещин в массиве*



НАРУШЕННОСТЬ МАССИВА

- *макротрещиноватость*

*Mount Ise Mines
(Австралия)*



*три системы
трещин в массиве*

НАРУШЕННОСТЬ МАССИВА

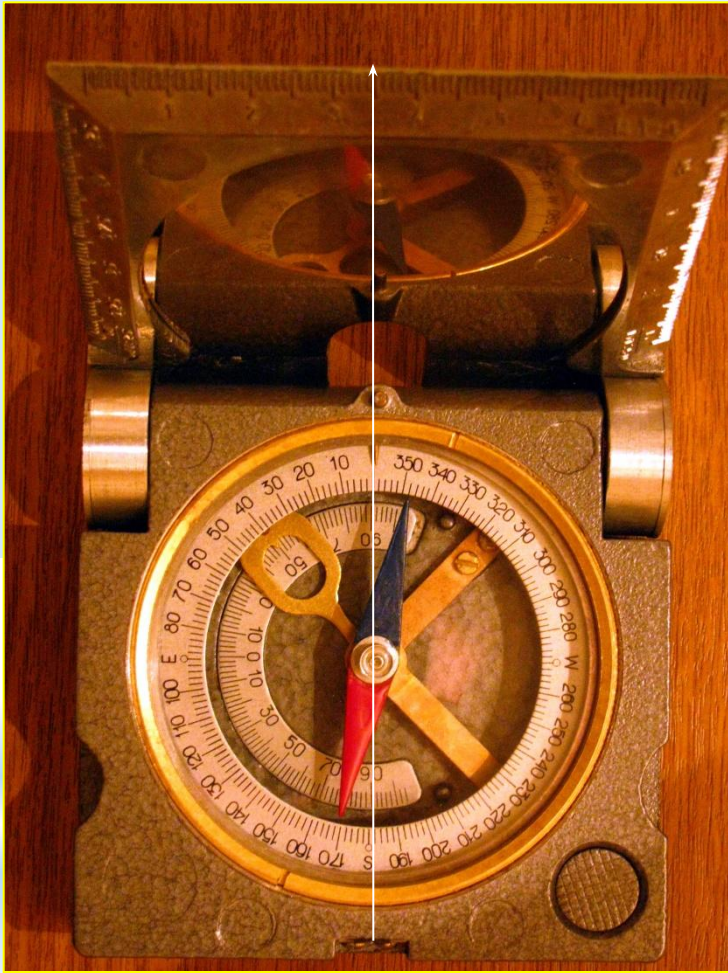
- геомеханики изучают трещиноватость массива*



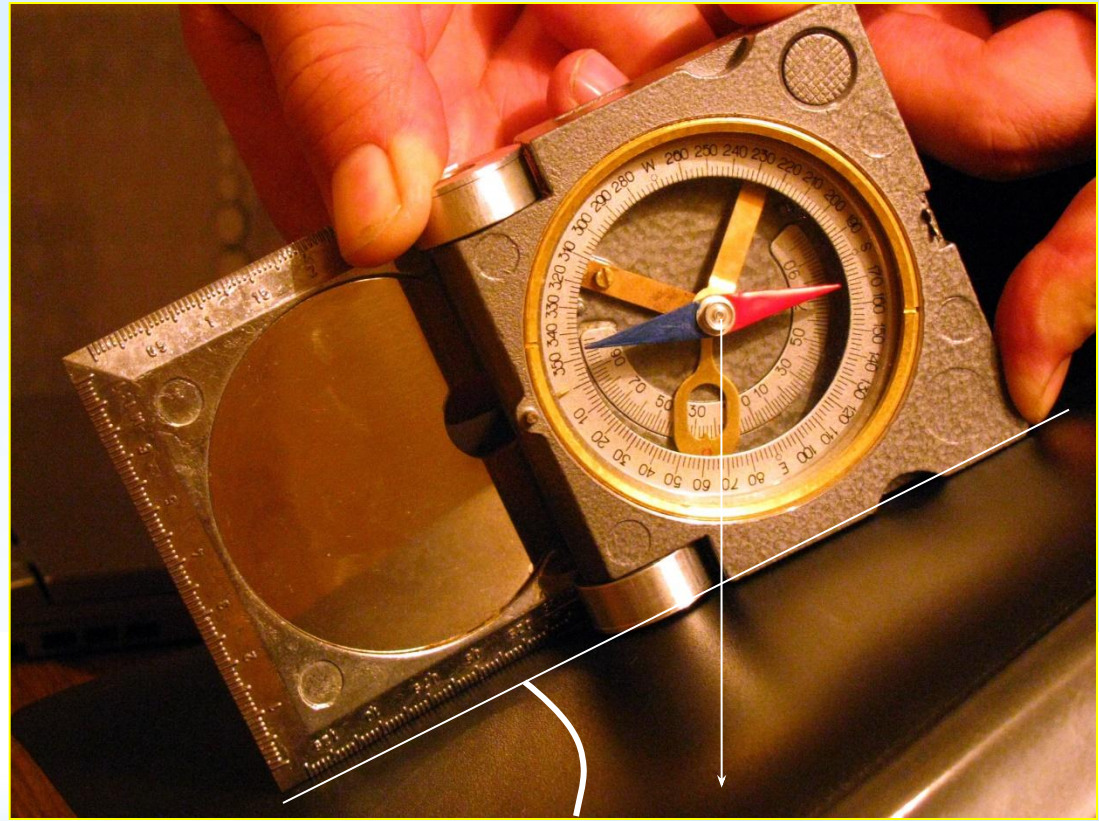
Анненский рудник: замеры элементов залегания трещин горным компасом для выявления основных систем

НАРУШЕННОСТЬ МАССИВА

Горный компас



измерение азимута падения



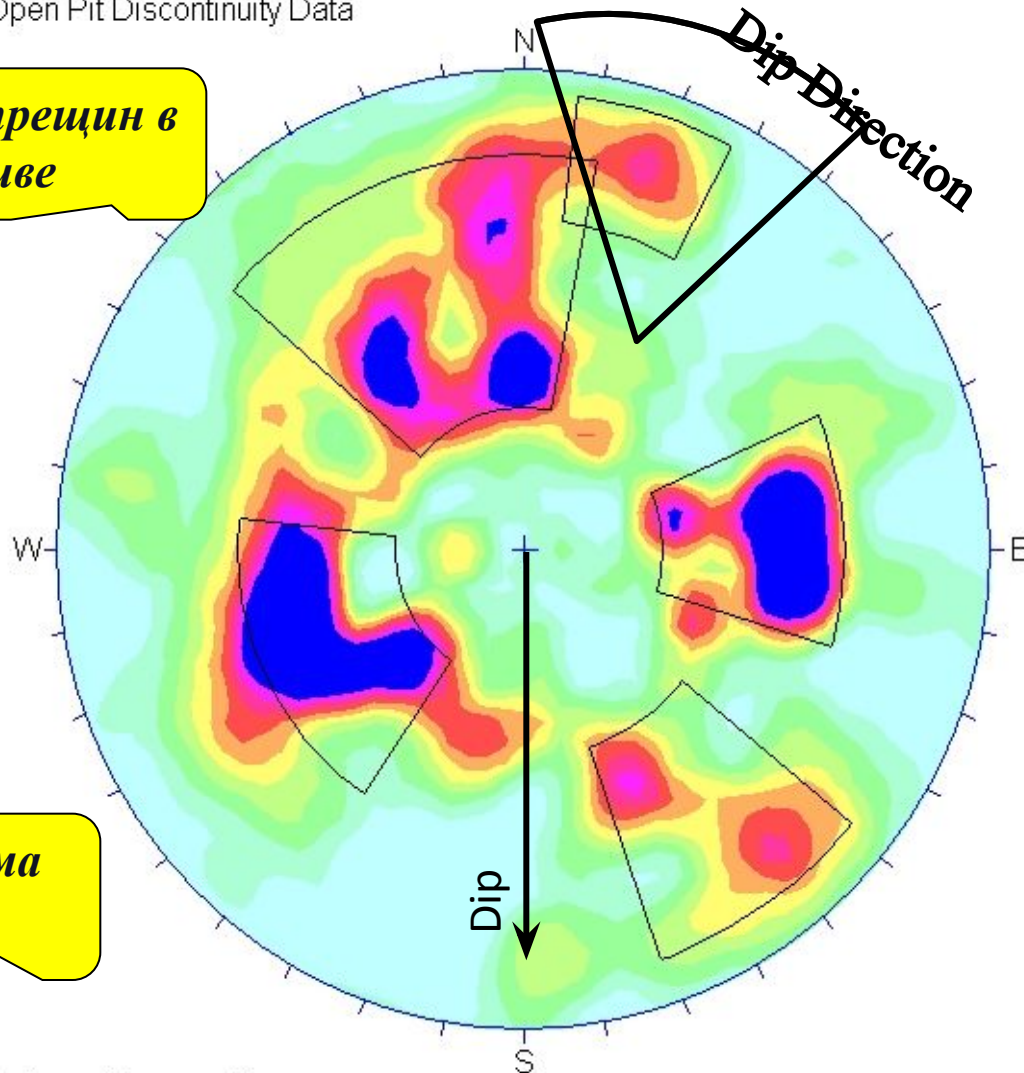
измерение угла падения

НАРУШЕННОСТЬ МАССИВА

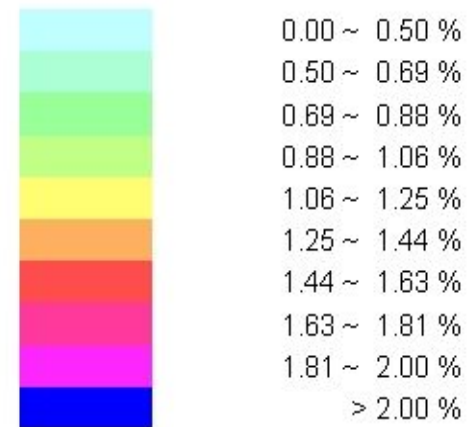
Строят полярные диаграммы трещиноватости, выявляют системы трещин

Open Pit Discontinuity Data

системы трещин в массиве



Fisher Concentrations
% of total per 1.0 % area



No Bias Correction
Max. Conc. = 3.5545%

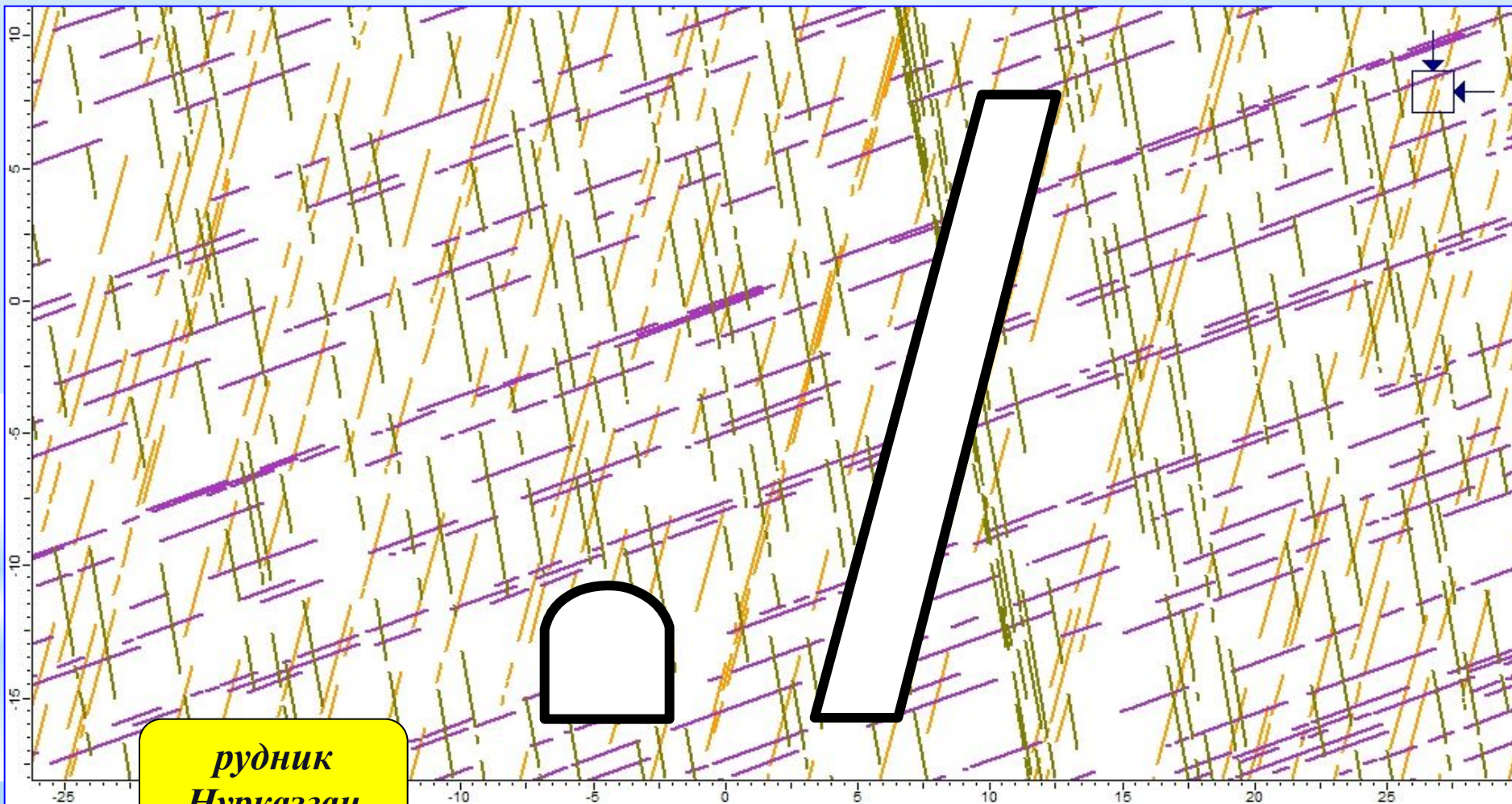
Equal Angle
Lower Hemisphere
1141 Poles
1141 Entries

*программа
Dips*

Pole and Contour Plot

НАРУШЕННОСТЬ МАССИВА

Строят сетку трещиноватости, оценивают геометрию ожидаемых вывалов



*рудник
Нурказган*

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1. Физико-механические свойства горных пород;***
- 2. Прочностные и деформационные характеристики горных пород;***
- 3. Теории прочности твердых тел;***
- 4. Деформационные свойства горных пород;***
- 5. Напряженное состояние ненарушенного массива горных пород;***
- 6. Напряженно-деформированное состояние массива горных пород в окрестности незакрепленной горной выработки;***
- 7. Критерии устойчивости;***
- 8. Зоны разрушения вокруг горных выработок.***

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров А.Б. *Практическая геомеханика: пособие для горных инженеров.* – М.: Издательство «Горная книга», 2006. - 391 с.
2. Баклашов И.В., Картозия Б.А., Шашенко А.Н., Барисов В. Н. *Геомеханика: учебник для вузов / в 2 т. Геомеханические процессы.* – М.: Издательство МГГИ, 2004. - Т. 2. – 249 с.
3. Казикаев Д.М. *Геомеханика подземной разработки руд.* - М.: Издательство МГГУ, 2005. - 542 с.
4. Оловянный А.Г. *Некоторые задачи механики массивов горных пород.* – СПб.: ФГУП «Множительный научный центр» ВНИМИ, 2003. - 234 с.
5. Цай Б.Н. *Термоактивационная природа прочности горных пород.* -Караганда: КарГТУ, 2007. – 235 с.
6. Сәбденбекұлы Ө. *Таужыныстардың сілеміндегі құрылыстар түзетін механика.* – Қараганды: Санат-Полиграфия, 2006. - 235 б.