

**Кафедра «Разработка месторождений полезных
ископаемых»**

Слайд-лекция

Дисциплина

**«Пакеты прикладных программ по
определению устойчивости горных
пород»**

Тема

«Программа RosLab»

**Автор Имашев А.
Ж.**

ПЛАН ЛЕКЦИИ

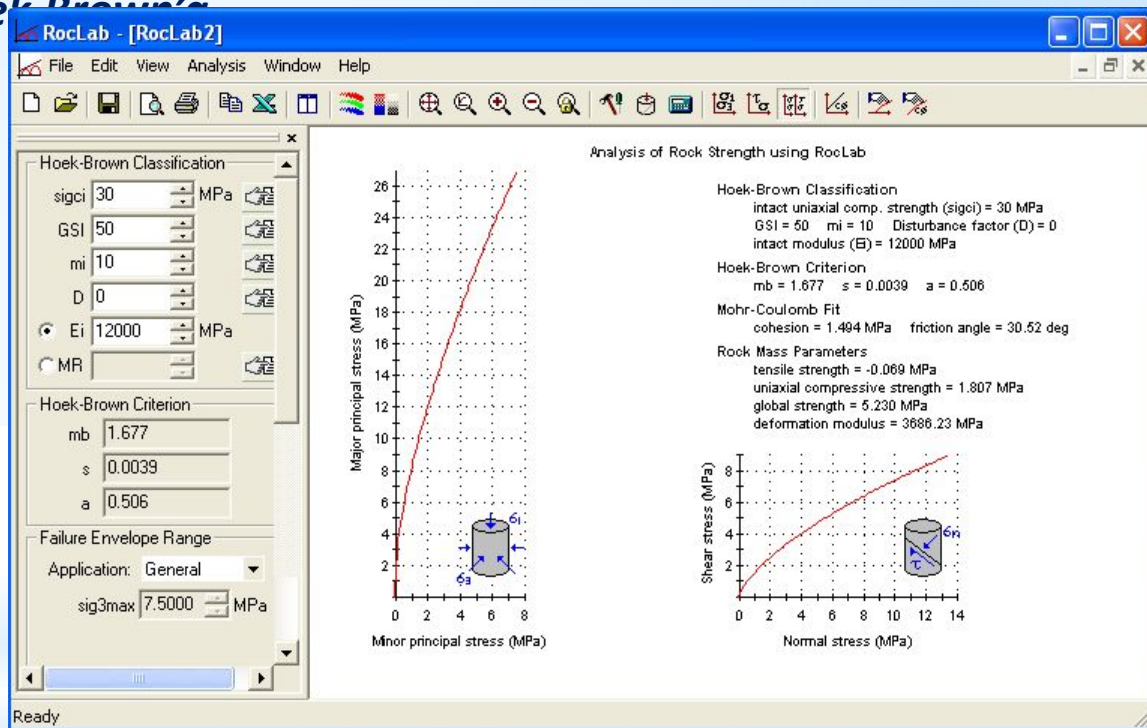
- 1. Добро пожаловать в RocLab!;**
- 2. Цели и основные задачи RocLab;**
- 3. Основные понятия в геомеханике;**
- 4. Как работать с RocLab?;**
- 5. Свойства нарушенного массива;**
- 6. Разрушение массива;**
- 7. Краткий обзор RocLab;**
- 8. Построение огибающей разрушения.**

ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ В

RocLab!

RocLab – компьютерная программа для определения параметров прочности массива горных пород, основанная на обобщенном критерии разрушения Хока-Брауна

Одной из основных трудностей при численном моделировании геомеханических задач является отсутствие исходных данных – параметров механического поведения массива горных пород.



Использование тех или иных моделей поведения массива горных пород, имеющих в современных программах численного анализа, становится затруднительным или практически невозможным, если у исследователя нет надежных исходных данных для параметров принятой(выбранной) модели.

ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

RosLab

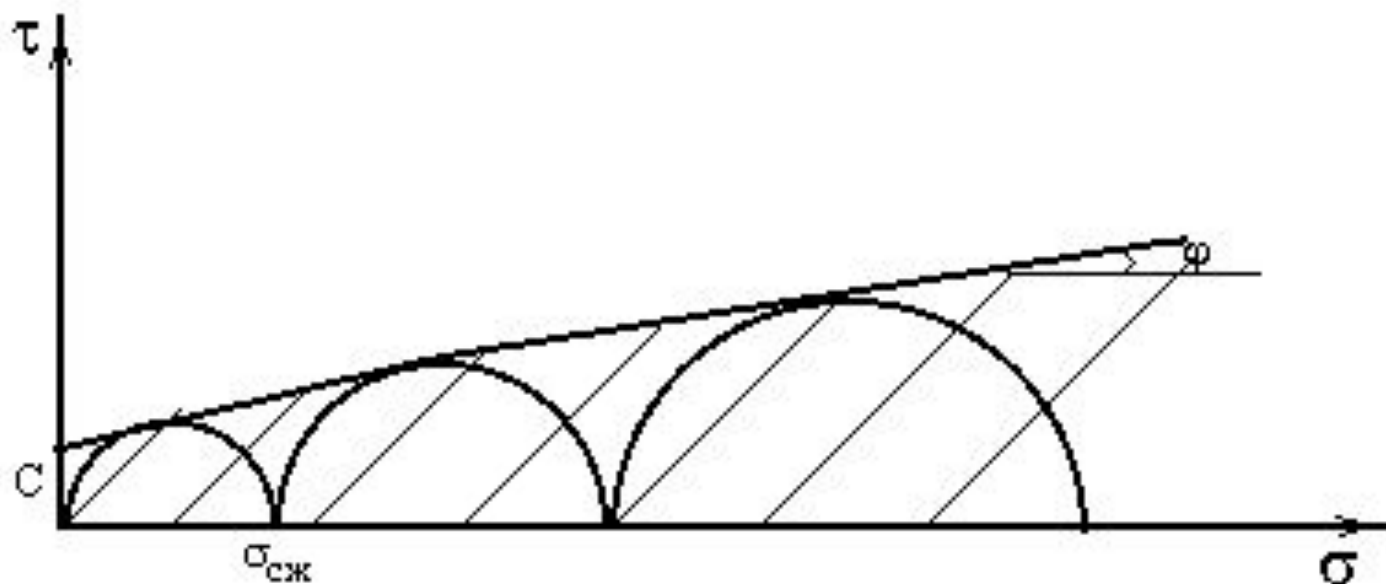
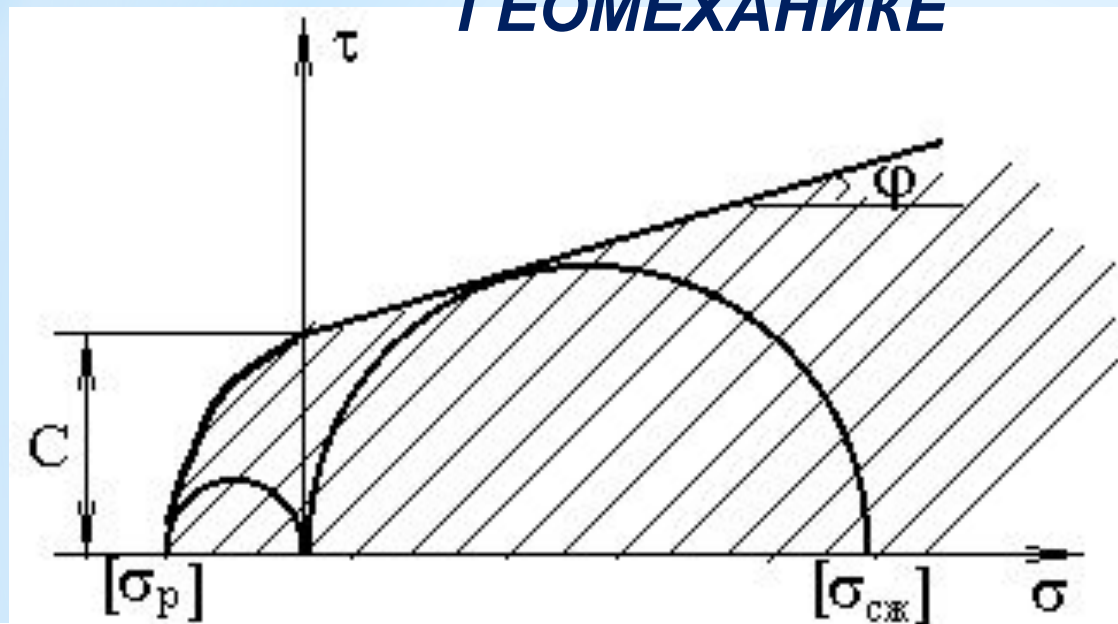
Цели:

- **прогноз и разработка мероприятий по обеспечению устойчивости горных выработок и деформаций земной поверхности в ходе отработки месторождений;**
- **контроль развития деформационных процессов и обеспечение промышленной и экологической безопасности горных работ.**

Основные задачи:

- **изучение прочностных и деформационных характеристик породных массивов;**
- **изучение природного поля напряжений;**
- **установление закономерностей изменения напряженно-деформационных полей в районах ведения горных работ.**

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ГЕОМЕХАНИКЕ



КАК РАБОТАТЬ С RocLab?

Определение параметров прочности

Определение обобщенных параметров прочности Hoek-Brown'a массива горных пород (m, s, a) по следующим вводимым значениям:

- временное сопротивление одноосному сжатию ненарушенной породы σ_{ci} ;
- параметр ненарушенной породы m_i ;
- геологический индекс прочности GSI ;
- коэффициент нарушенности D .

Определение модуля деформации массива горных пород

Определение модуля деформации массива горных пород по следующим вводимым значениям (обобщенное уравнение Hoek-Diederichs'a):

- модуль деформации ненарушенной породы E_i ;
- E_i может быть опционально вычислен с помощью отношения модулей M_R .

Построение огибающих разрушения

Построение огибающей разрушения Hoek-Brown'a в пространстве главных и/или сдвигающих-нормальных напряжений.

В диалоговом режиме, изменяя σ_{ci} , GSI , m_i , D , можно видеть как изменяется огибающая разрушения при изменении каждого параметра.

СВОЙСТВА НАРУШЕННОГО

Массива
(экспертная) оценки упругих и прочностных свойств трещиноватого массива по методике Э. Хука и Е. Брауна на основе геологического индекса прочности массива GSI.



программа RocLab

НЕОБХОДИМО:

- **определить свойства ненарушенных пород в образцах;**
- **документировать керн разведочных скважин;**
- **замерять элементы залегания трещин;**
- **описывать характер трещин (шероховатость, раскрытие, заполнение);**
- **оценить GSI.**

РАЗРУШЕНИЕ МАССИВА

Обобщенный критерий Хоек-Брауна (Canada):

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_o \left(m \frac{\sigma_3'}{\sigma_o} + s \right)^{0,5}$$

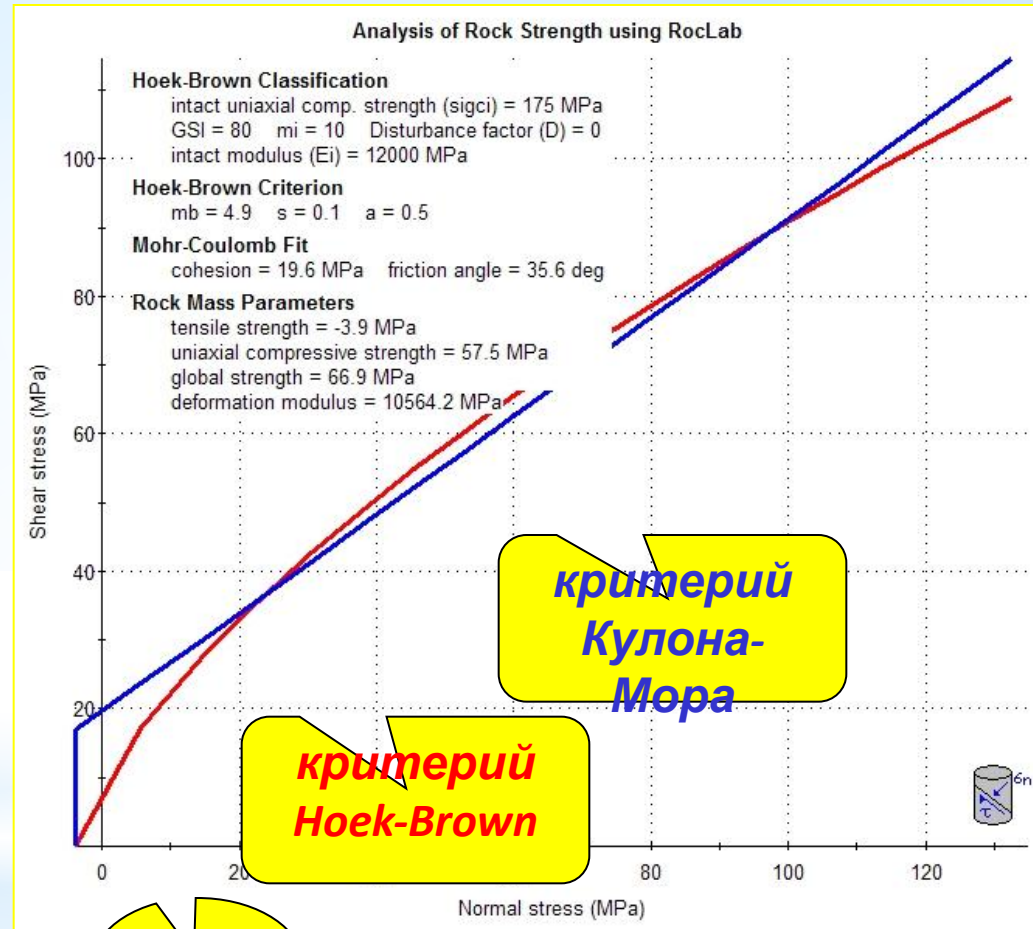
параметры критерия

Хоек-Браун: σ_o – прочность породы на одноосное сжатие, МПа;

m, s – параметры от типа породы.



Evert Hoek



СВОЙСТВА НАРУШЕННОГО МАССИВА

Определение свойств трещиноватого массива

Intact Uniaxial Compressive Strength

Field Estimate of Strength	Examples	Strength (MPa)
Specimen can only be chipped with a geological hammer.	Fresh basalt, chert, diabase, gneiss, granite, quartzite.	>250
Specimen requires many blows of a geological hammer to fracture it.	Amphibolite, sandstone, basalt, gabbro, gneiss, granodiorite, limestone, marble, rhyolite, tuff.	100-250
Specimen requires more than one blow of a geological hammer to fracture it.	Limestone, marble, phyllite, sandstone, schist, shale.	50-100
Cannot be scraped or peeled with a pocket knife, specimen can be fractured with a single blow from a geological hammer.	Claystone, coal, concrete, schist, shale, siltstone.	25-50
Can be peeled with a pocket knife with difficulty, shallow indentation made by firm blow with point of a geological hammer.	Chalk, rocksalt, potash.	5-25
Crumbles under firm blows with point of a geological hammer, can be peeled by a pocket knife.	Highly weathered or altered rock.	1-5
Indented by thumbnail.	Stiff fault gouge.	0.25-1

Uniaxial Compressive Strength (sigci): 30 MPa

OK Cancel

Minor principal stress (MPa) Normal stress (MPa)

программа RocLab

Hoek-Brown Classification

sigci: 30 MPa
GSI: 50
mi: 10
D: 0
Ei: 12000 MPa
MR:

Hoek-Brown Criterion

mb: 1.7
s: 0.004
a: 0.5

Failure Envelope Range

Application: Tunnels
sig3max: 0.7 MPa
Unit Weight: 0.026 MN/m³
Tunnel Depth: 50 m

Mohr-Coulomb Fit

c: 0.4 MPa
phi: 50.0 deg

Rock Mass Parameters







sigt: -0.1 MPa
sigc: 1.8 MPa
sigcm: 5.2 MPa
Erm: 3686.2 MPa

Copy Data

roc science

СВОЙСТВА НАРУШЕННОГО МАССИВА

Определение Geological Strength Index GSI

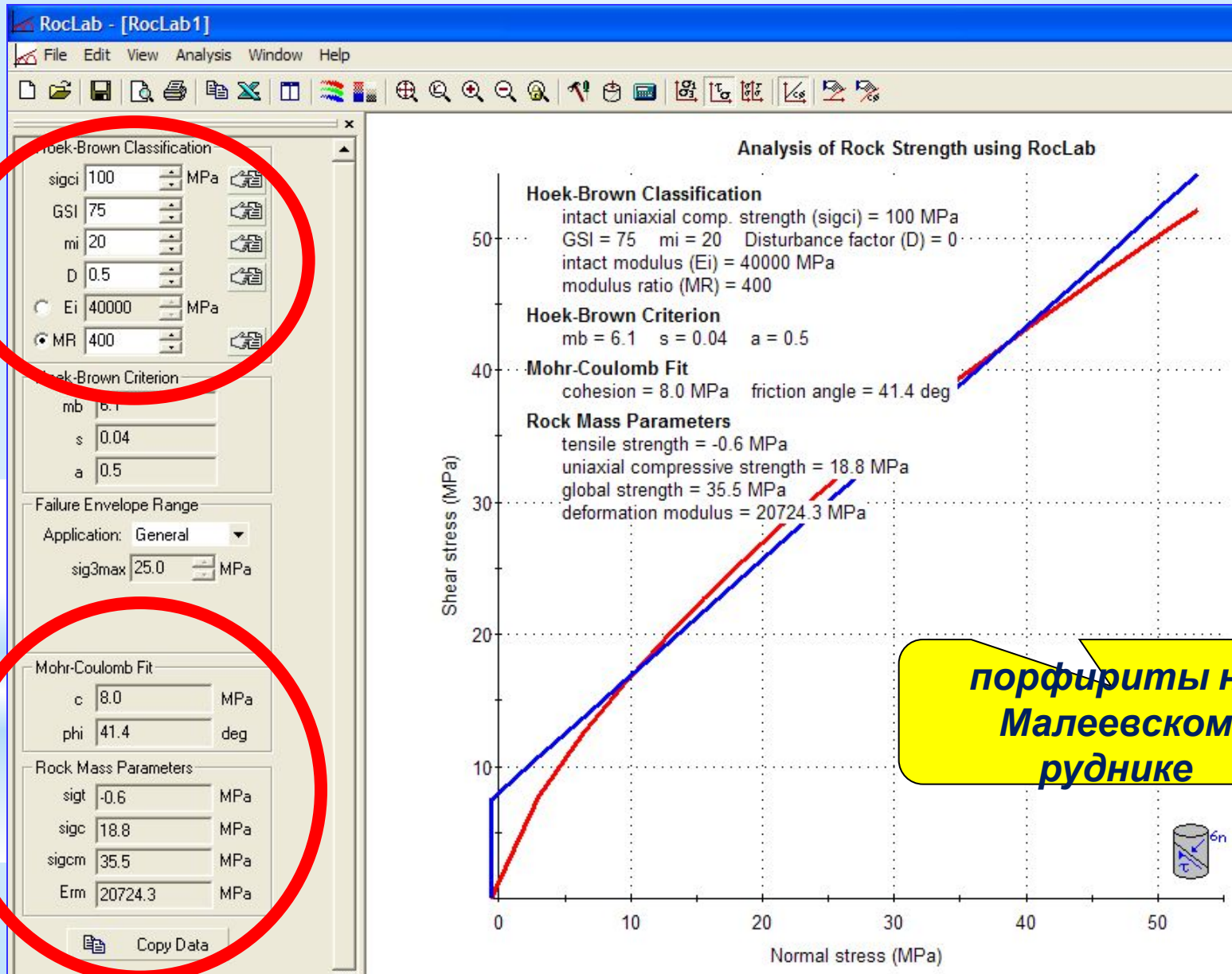
Pick GSI Value		SURFACE CONDITIONS				
Rock Type:	General	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
GSI Selection:	50	OK				
STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY →					
 INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A	
 BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70				
 VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60	50			
 BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			40	30		
 DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				20		
 LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes					10	
		N/A	N/A			

↑ DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES ↓

программа RocLab

СВОЙСТВА НАРУШЕННОГО МАССИВА

Определение свойств трещиноватого массива



КРАТКИЙ ОБЗОР

Ввод данных

RocLab

Основным способом работы с RocLab является ввод данных в боковую панель *Sidebar*, показанную ниже. *Sidebar* также используется для вывода вычисленных выходных параметров.

Hoek-Brown Classification

sigci 30 MPa

GSI 50

mi 10

D 0

Ei 12000 MPa

MR 400

Hoek-Brown Criterion

mb 1.677

s 0.0039

a 0.506

Failure Envelope Range

Application: General

sig3max 7.5000 MPa

Mohr-Coulomb Fit

c 1.494 MPa

phi 30.52 deg

Rock Mass Parameters

sigt -0.069 MPa

sigc 1.807 MPa

sigcm 5.230 MPa

Ern 3686.23 MPa

Copy Data

rocscience
www.rocscience.com

Интерактивный ввод данных

- при каждом нажатии кнопкой мыши по стрелке вверх или вниз для изменения вводимых данных RocLab немедленно производит перерасчет всех выходных данных и перерисовывает графики кривых прочности (огибающих разрушения).



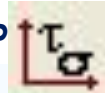
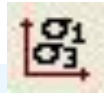
Это позволяет в интерактивном режиме наблюдать влияние изменения вводимых параметров на изменение вида огибающей разрушения и значений выходных величин.

ПОСТРОЕНИЕ ОГИБАЮЩЕЙ РАЗРУШЕНИЯ

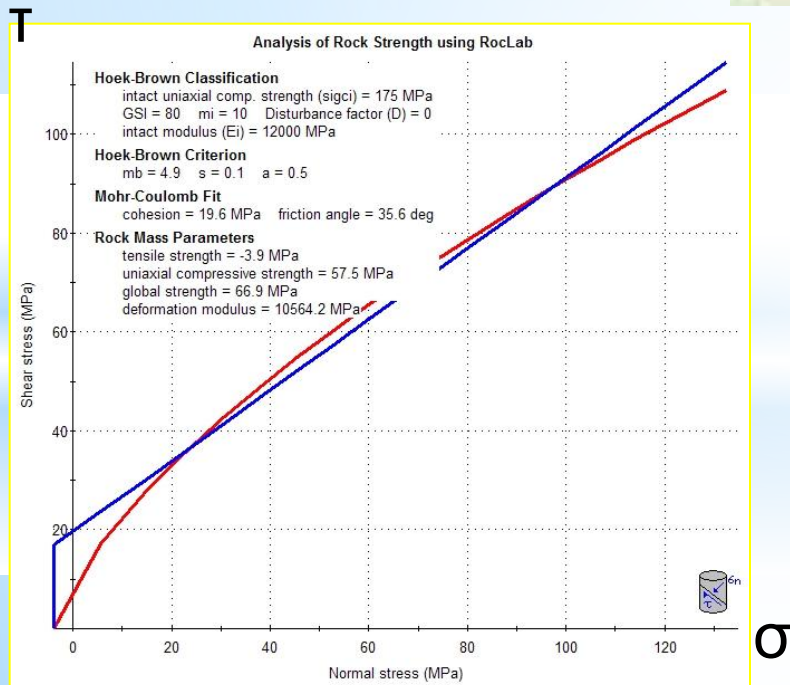
RocLab строит огибающую разрушения массива горных пород в:

- Пространстве главных напряжений (σ_1 от σ_3);
 - Пространстве сдвигающих–нормальных напряжений (τ от σ_n);
- Графики соответствуют текущим данным в боковой панели.

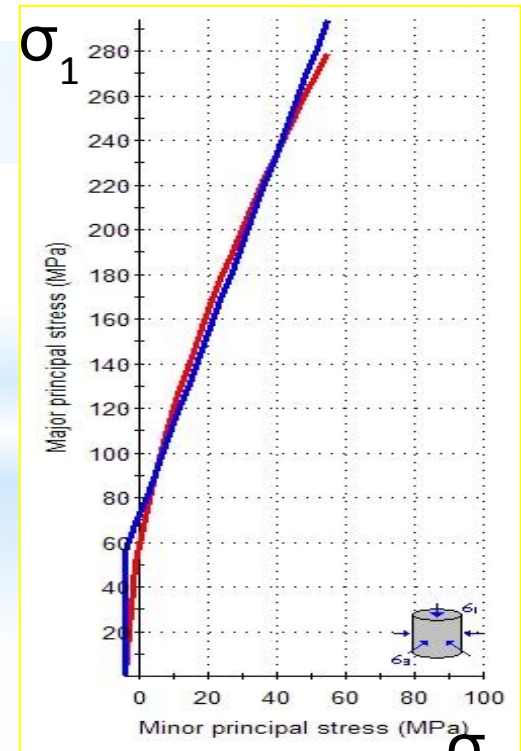
По умолчанию, на экране одновременно отображаются графики как в главных, так и в сдвигающих–нормальных напряжениях. Однако эти графики можно отобразить отдельно при помощи выбора нужного вида: из панели инструментов; из меню *Analysis* или из меню, выводимого по щелчку правой кнопкой



или

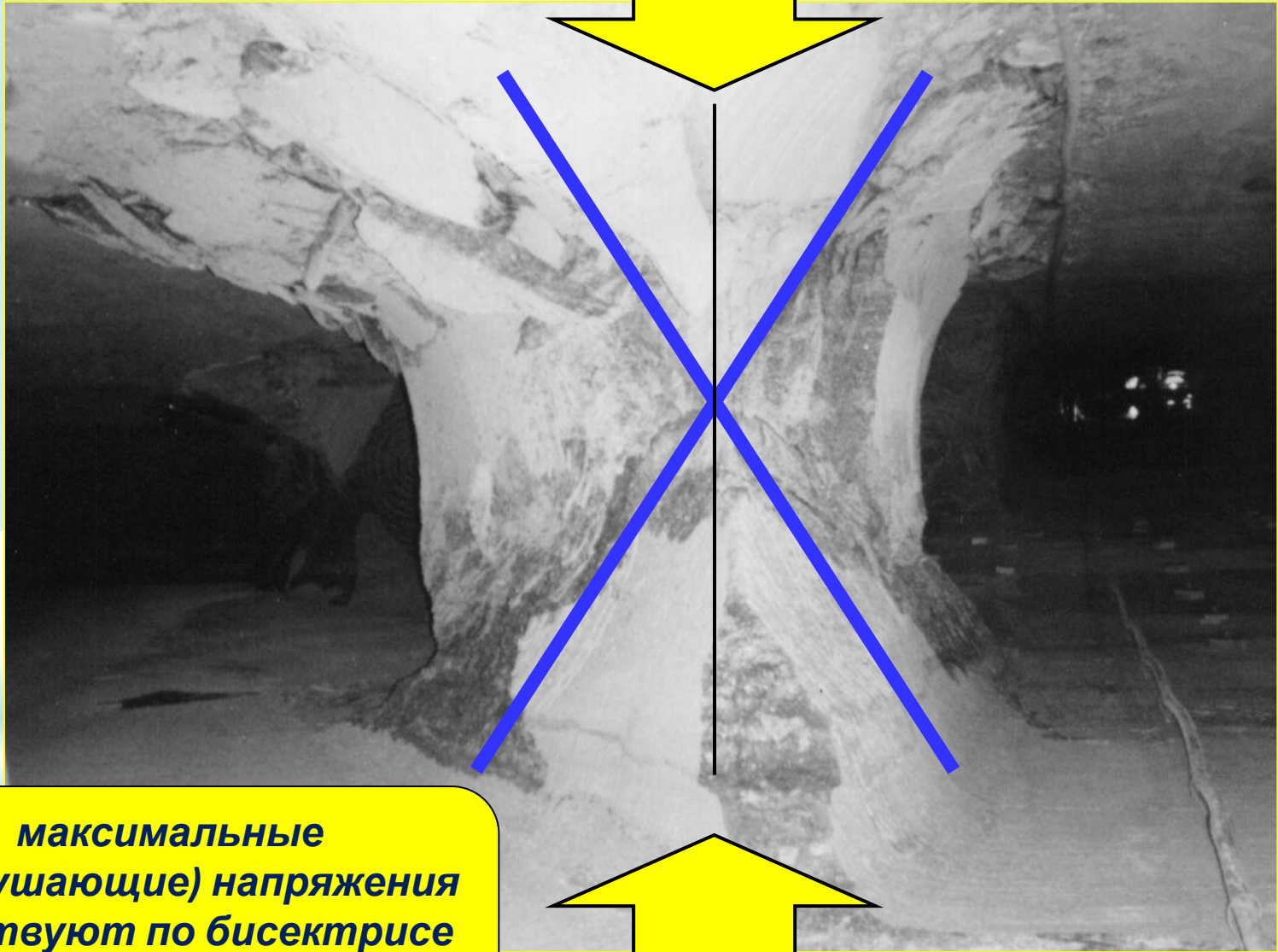


σ



σ_3

РАЗРУШЕНИЕ МАССИВА



**максимальные
(разрушающие) напряжения
действуют по бисектрисе
острого угла между
сопряженными**

поверхностями разрушения

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1. Общие сведения о RosLab;**
- 2. Основные функции комплекса RosLab;**
- 3. Состав комплекса RosLab;**
- 4. Общая характеристика RosLab;**
- 5. Назначение RosLab;**
- 6. Взаимодействие RosLab с другими прикладными программами;**
- 7. Информационная основа RosLab.**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. RocLab. Анализ прочности массива горных пород на основе критерия разрушения Hoek-Brown'a и Кулона-Мора. Руководство пользователя. 2009.**
- 2. Hoek, E., Carranza-Torres, C.T., and Corkum, B. (2002), Hoek-Brown failure criterion – 2002 edition. Proc. North American Rock Mechanics Society meeting in Toronto in July 2002.**
- 3. Hoek, E and Diederichs, M.S. (2006), Empirical estimation of rock mass modulus. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 43, p. 203–215.**
- 4. Hoek, Evert, (2006), A Brief History of the Hoek-Brown Failure Criterion, unpublished document.**
- 5. Hoek, Evert, Practical Rock Engineering – An Ongoing Set of Notes, available on the Rocscience website, www.rocscience.com.**
- 6. Макаров А.Б. Практическая геомеханика: пособие для горных инженеров. – М.: Издательство «Горная книга», 2006. - 391 с.**