

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра геотехнологии. «ГОРНОЕ ДЕЛО»

Тема:  
**Натурно-аналитический метод сопровождения  
технологических процессов  
угольных шахт**

Новокузнецк  
2017

**Цель:** Определение оптимальных параметров крепи в проводимых, охраняемых и погашаемых выработках

**Задачи:**

- Проанализировать применяемые технологические схемы подготовки и отработки выемочных участков, в том числе для свиты сближенных пластов;
- Обобщить результаты визуально-инструментального мониторинга напряженно-деформированного состояние массива горных пород в окрестности выработок в сложных горно-геологических условиях;
- Разработать рекомендации по определению оптимальных параметров крепи усиления выработок выемочного участка в зоне опорного давления лавы при отработке свиты пластов пологого залегания

**Область применения:**

Вскрывающие и подготовительные выработки вне и в зоне опорного давления лавы при отработке свиты сближенных пластов.

# Алгоритм методики

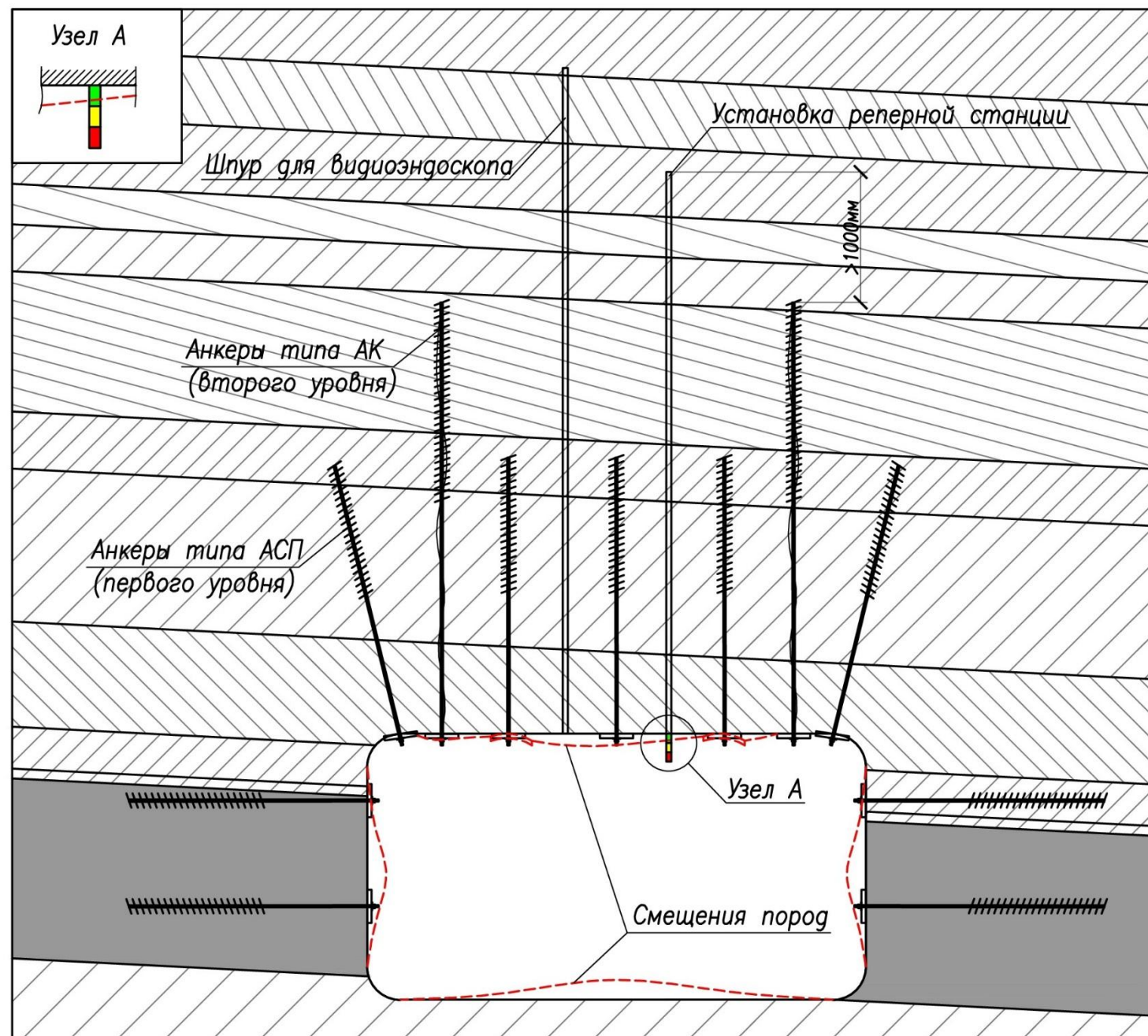
## Методы исследований:

- Обобщение результатов предшествующих работ и производственного опыта;
- Численное моделирование методом конечных элементов различных технологических процессов;
- Визуализация результатов моделирования.

## Инструменты:

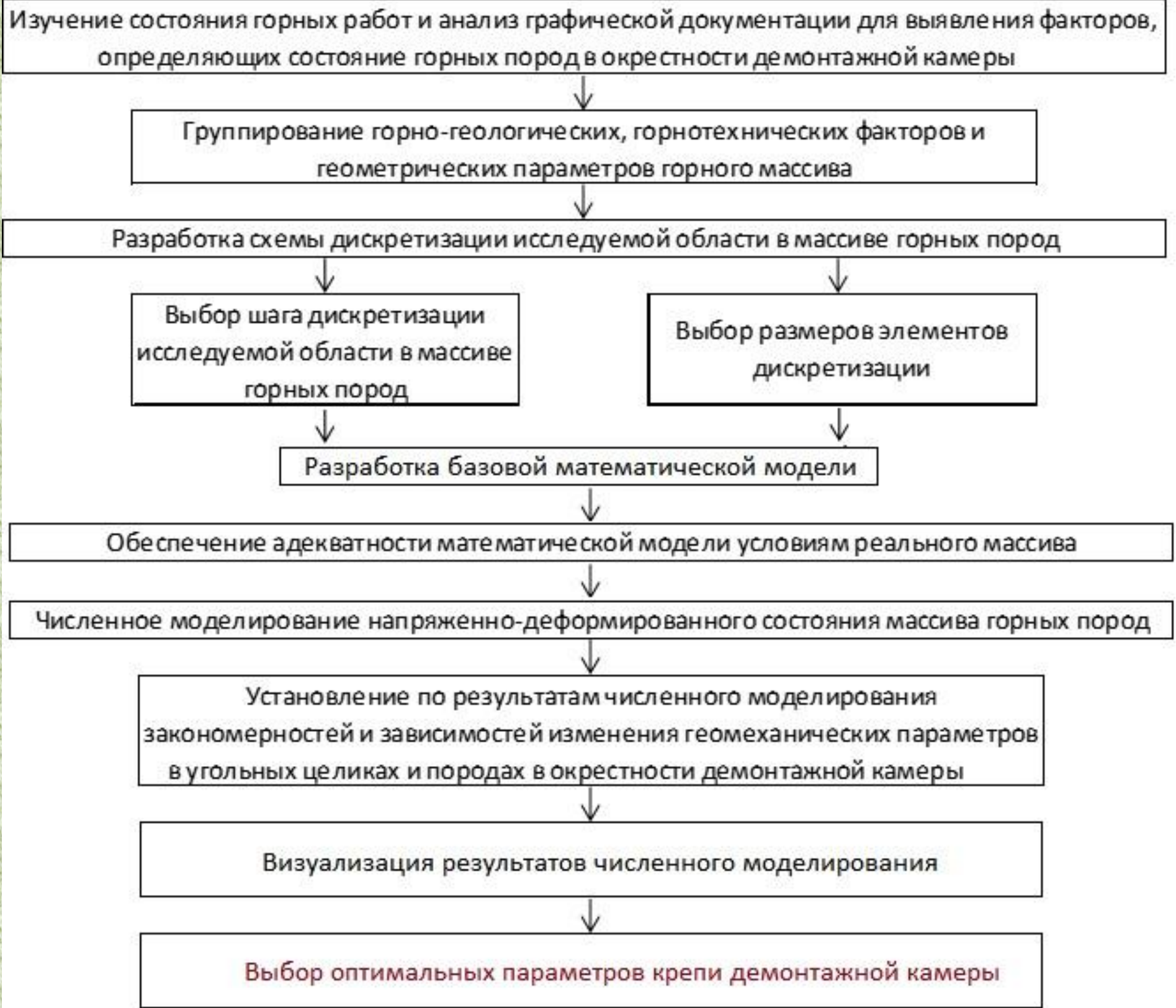
- Расчетная программа на алгоритмическом языке FORTRAN: авторский пакет компьютерных программ РАВОТА, разработанный на кафедре Геотехнологии СибГИУ;
- Визуализация результатов моделирования производится с использованием программы SURFER

# Геомониторинг состояния выработки



Настройк... результатов мониторинга в качестве граничных условий на контуре выработки с последующей корректировкой деформационных свойств пород и элементов крепи

# Методика математического моделирования

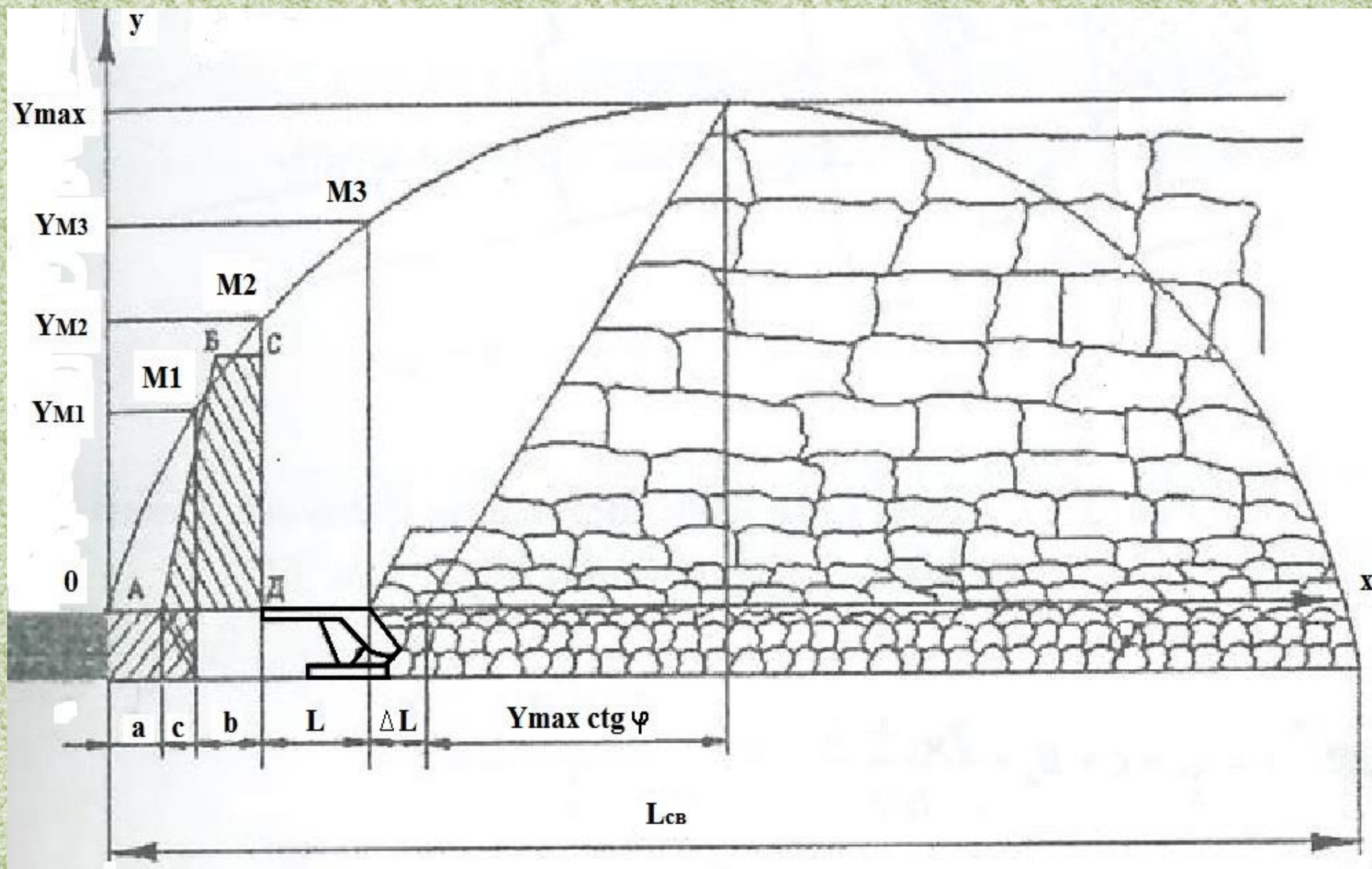


# Реализация проекта 1

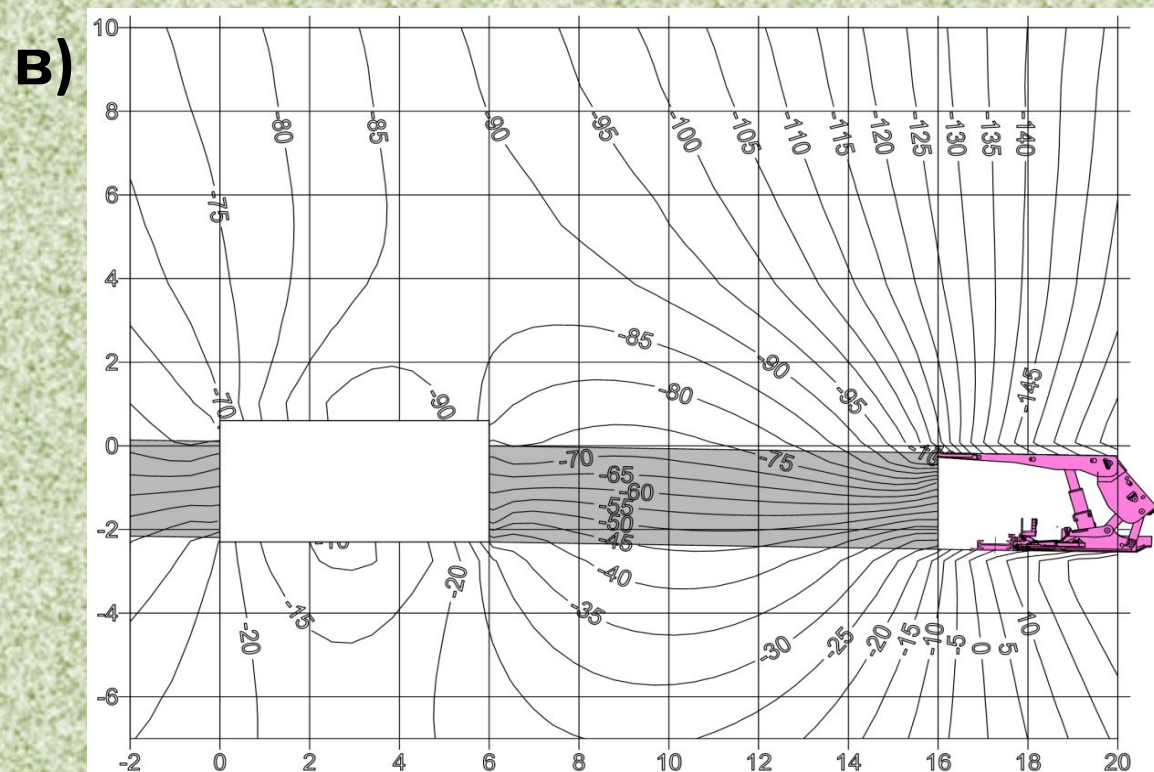
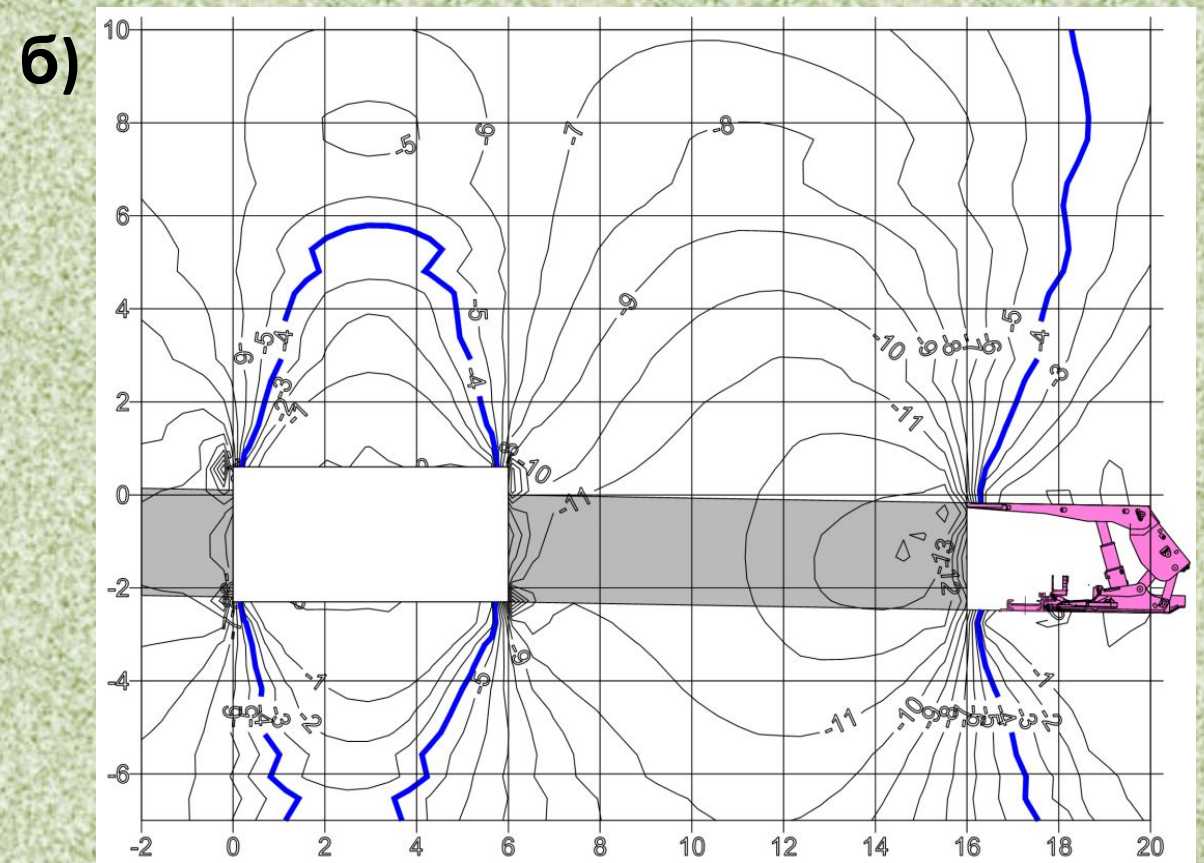
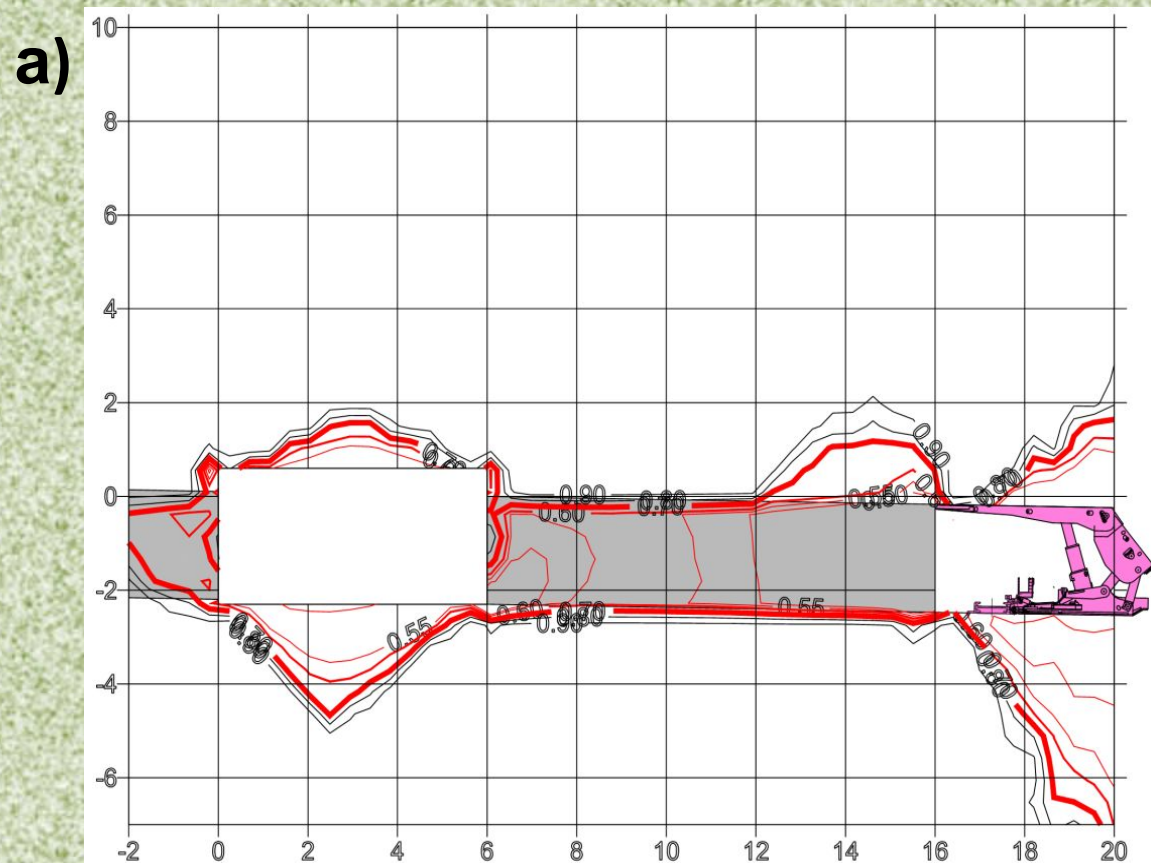
Определение ширины  
несущего целика между  
очистным забоем и ранее  
пройденной выработкой на  
соответствие принятой  
основной и усиливающей  
крепи

(На примере шахты  
«Алардинская»)

# Гидротехническая схема нагрузки на крепь при работе механизированного комплекса в сложных условиях



# Параметры НДС при целике 10 м



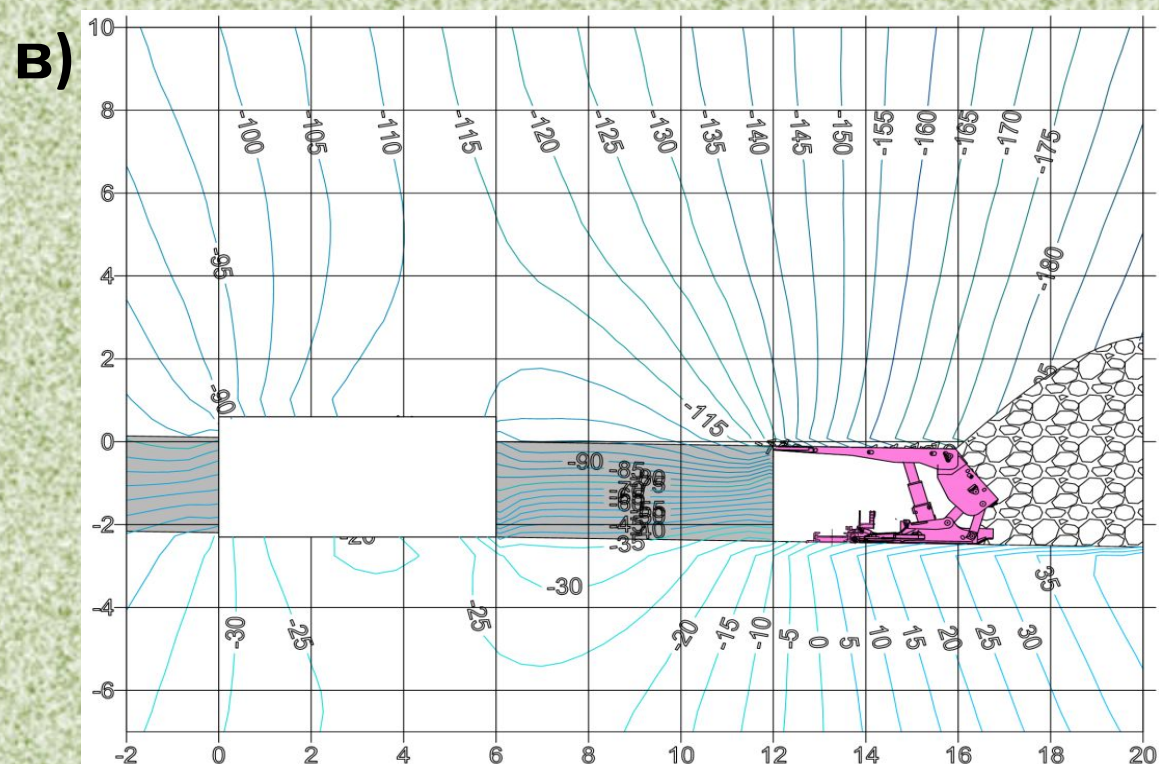
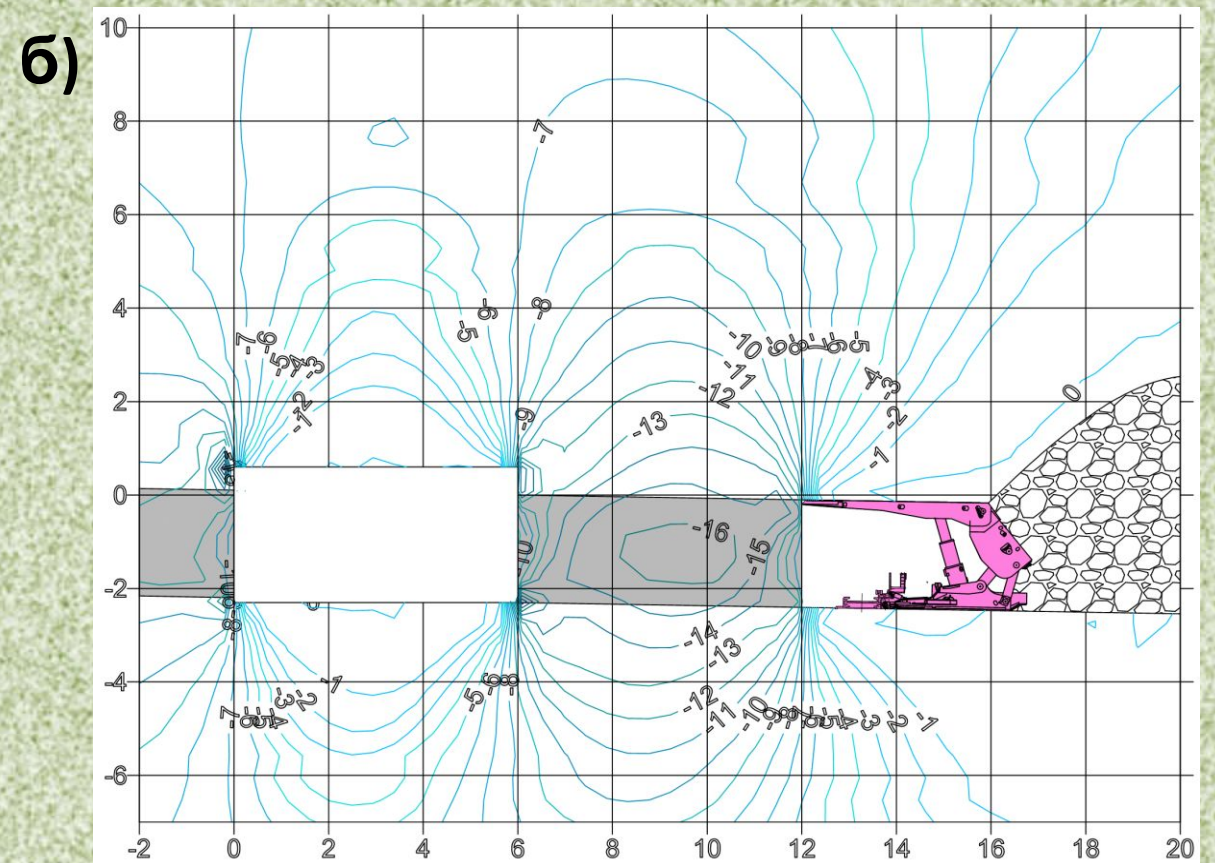
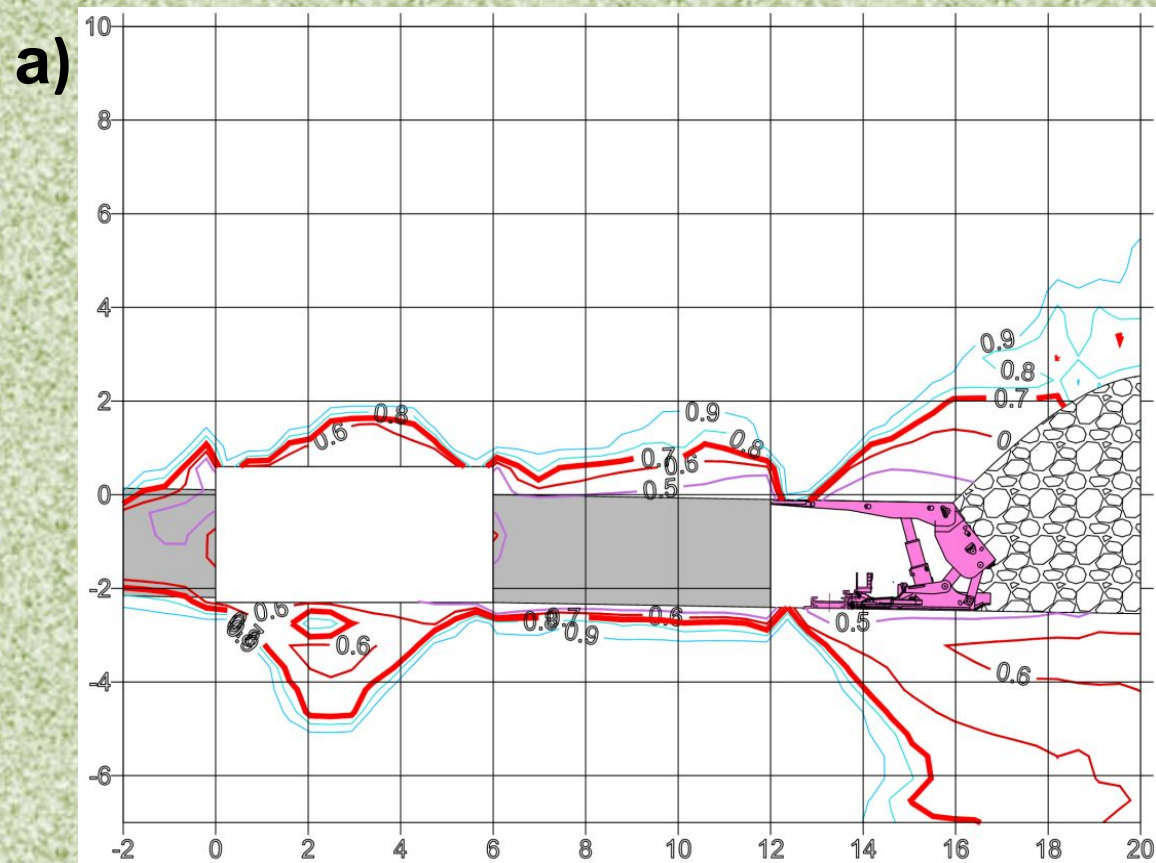
а) коэффициент остаточной прочности пород;

б) полные вертикальные напряжения;

в) дополнительные вертикальные смещения



# Параметры НДС при целике 6 м



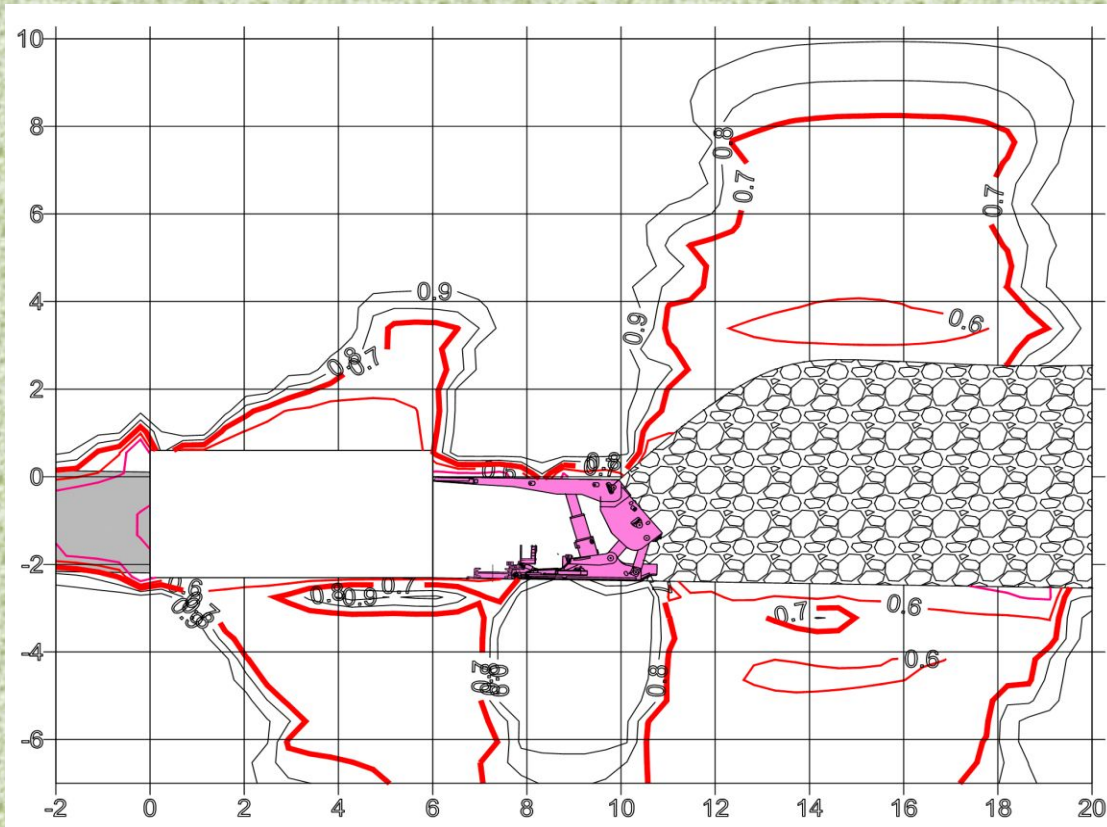
а) коэффициент остаточной прочности пород;

б) полные вертикальные напряжения;

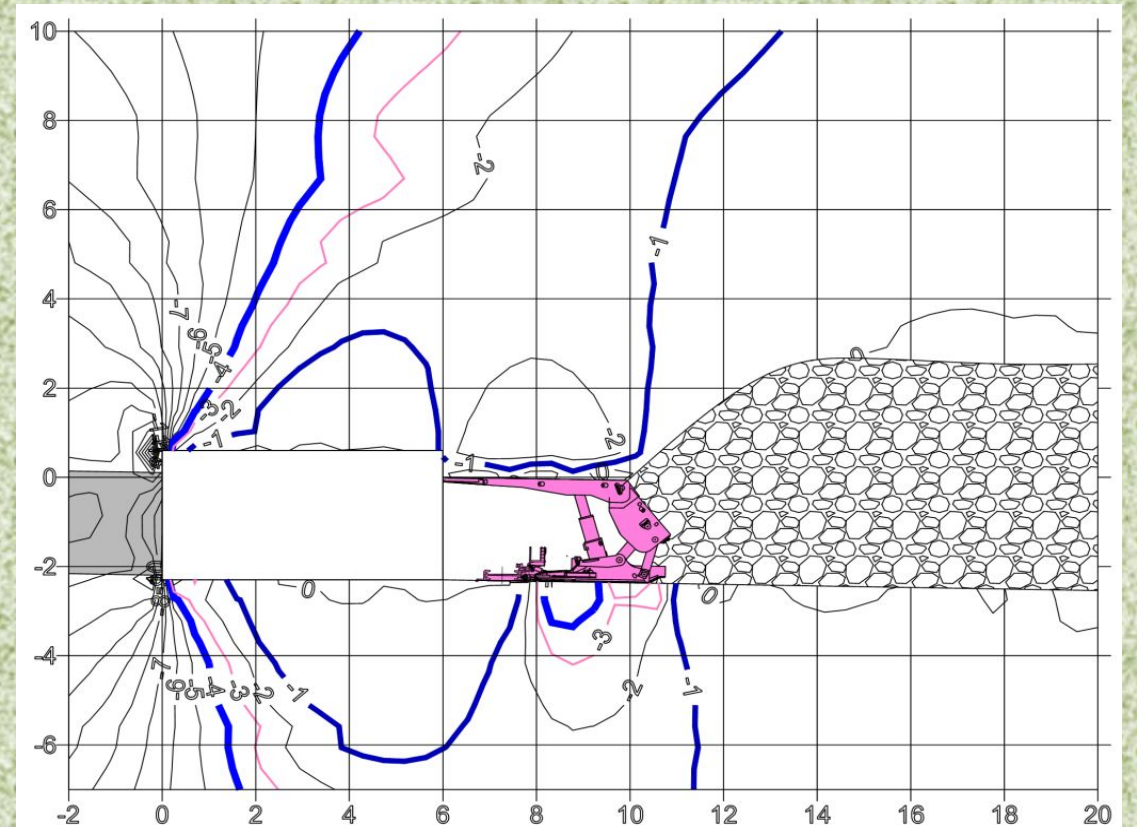
в) дополнительные вертикальные смещения

# Параметры НДС при въезде лавы в ранее пройденную выработку

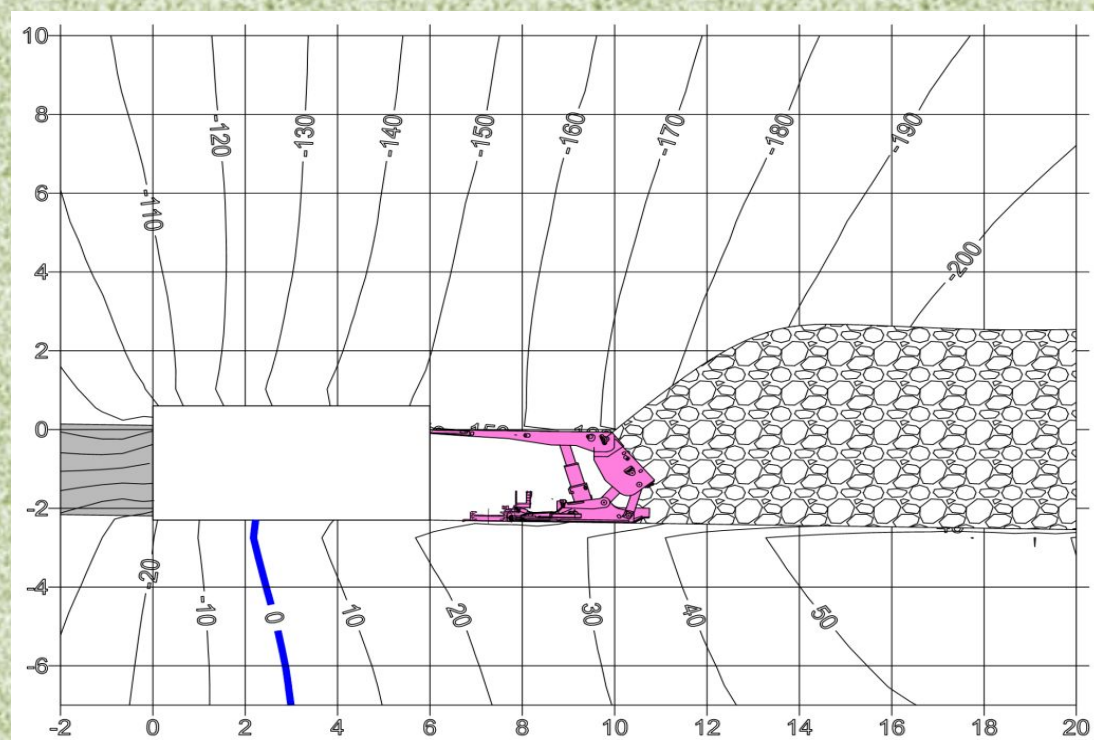
а)



б)



в)



а) коэффициент остаточной прочности пород;

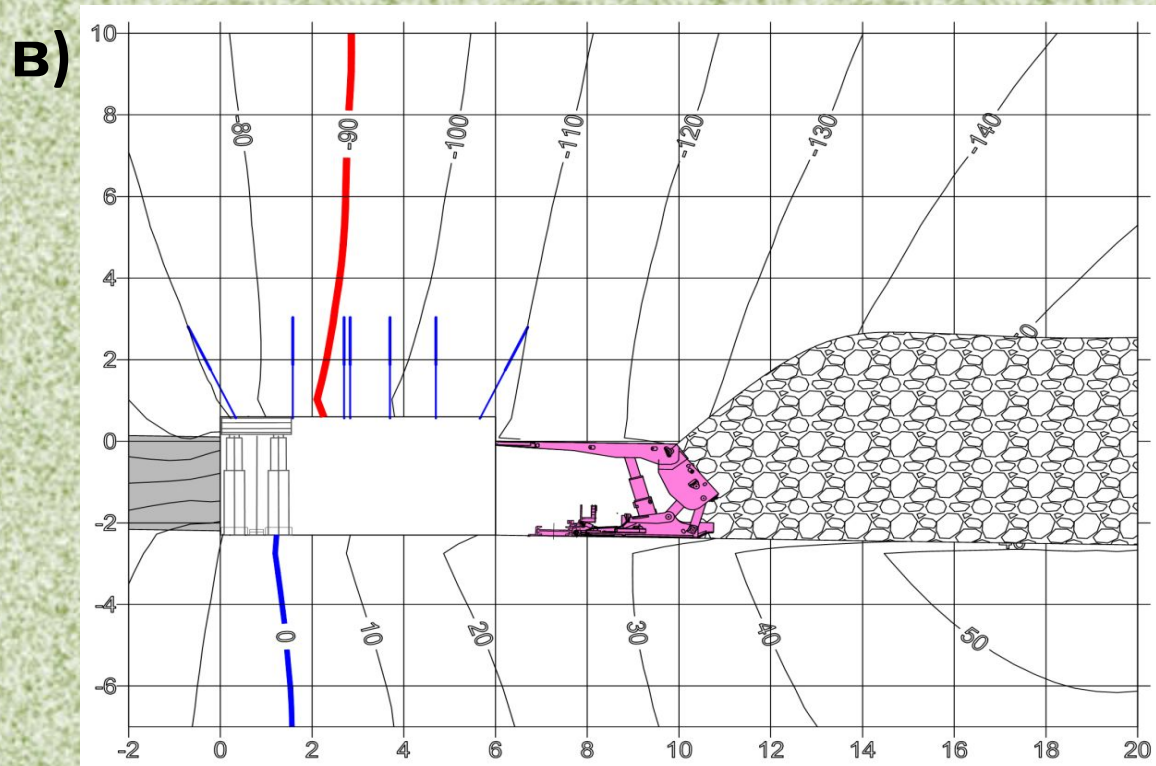
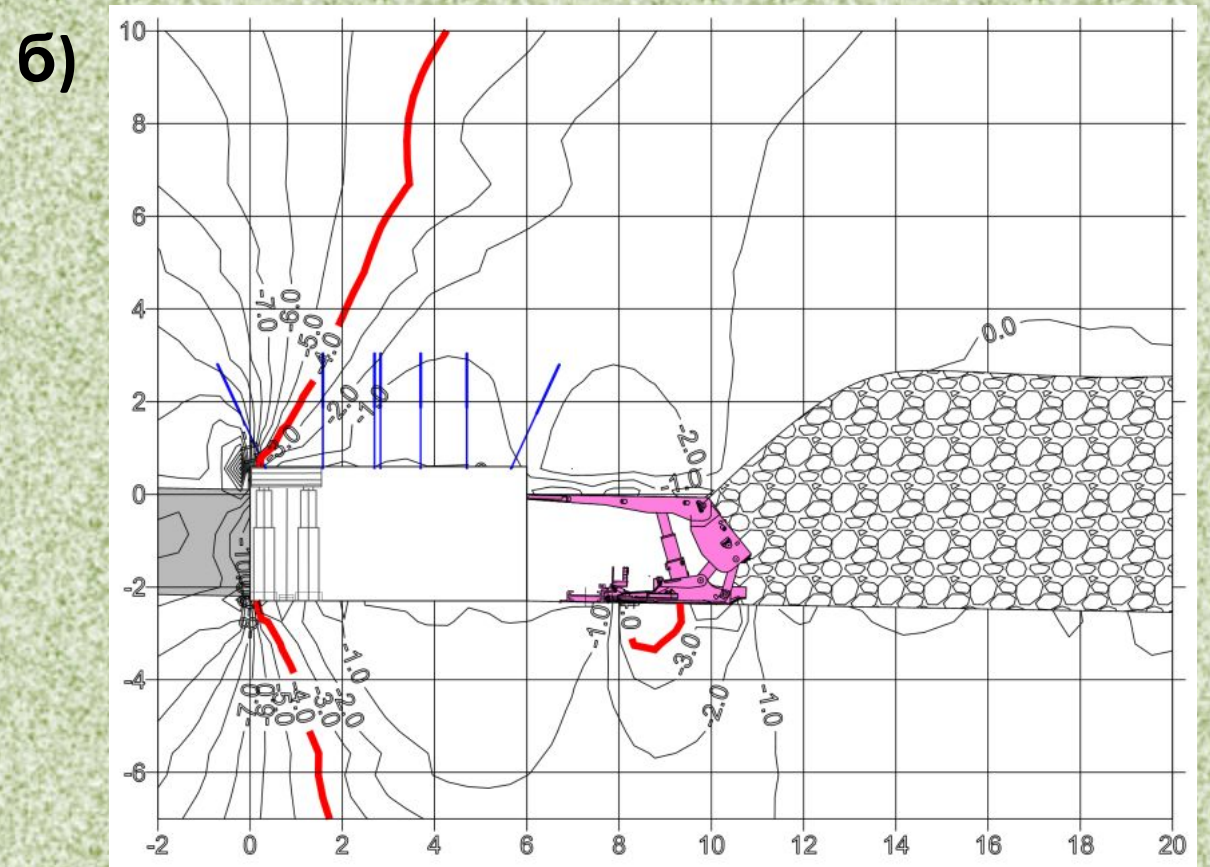
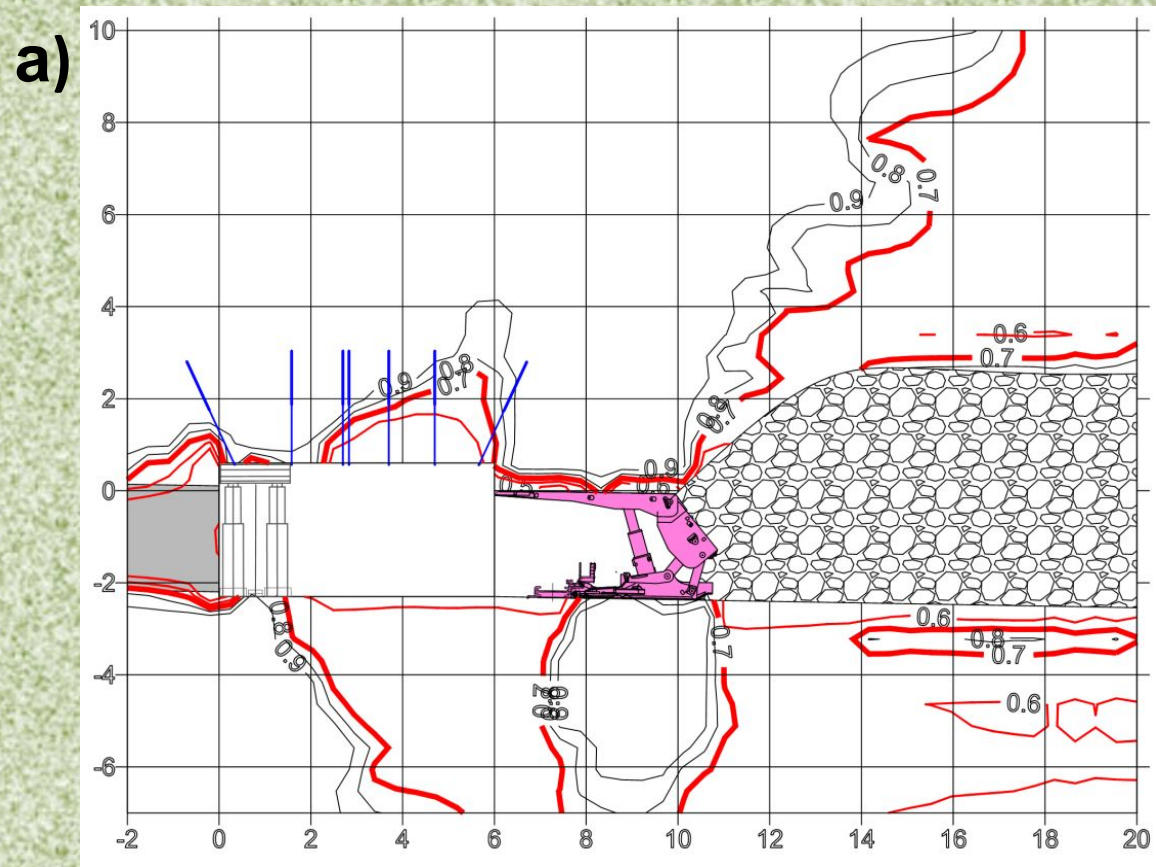
б) полные вертикальные напряжения;

в) дополнительные вертикальные смещения

# Реализация проекта 2

Моделирование выбора крепи  
и усиливающих устройств для  
обеспечения устойчивости  
выработки при въезде  
очистного забоя в ранее  
пройденную демонтажную  
камеру  
(На примере шахты  
«Ерунаковская-VIII»)

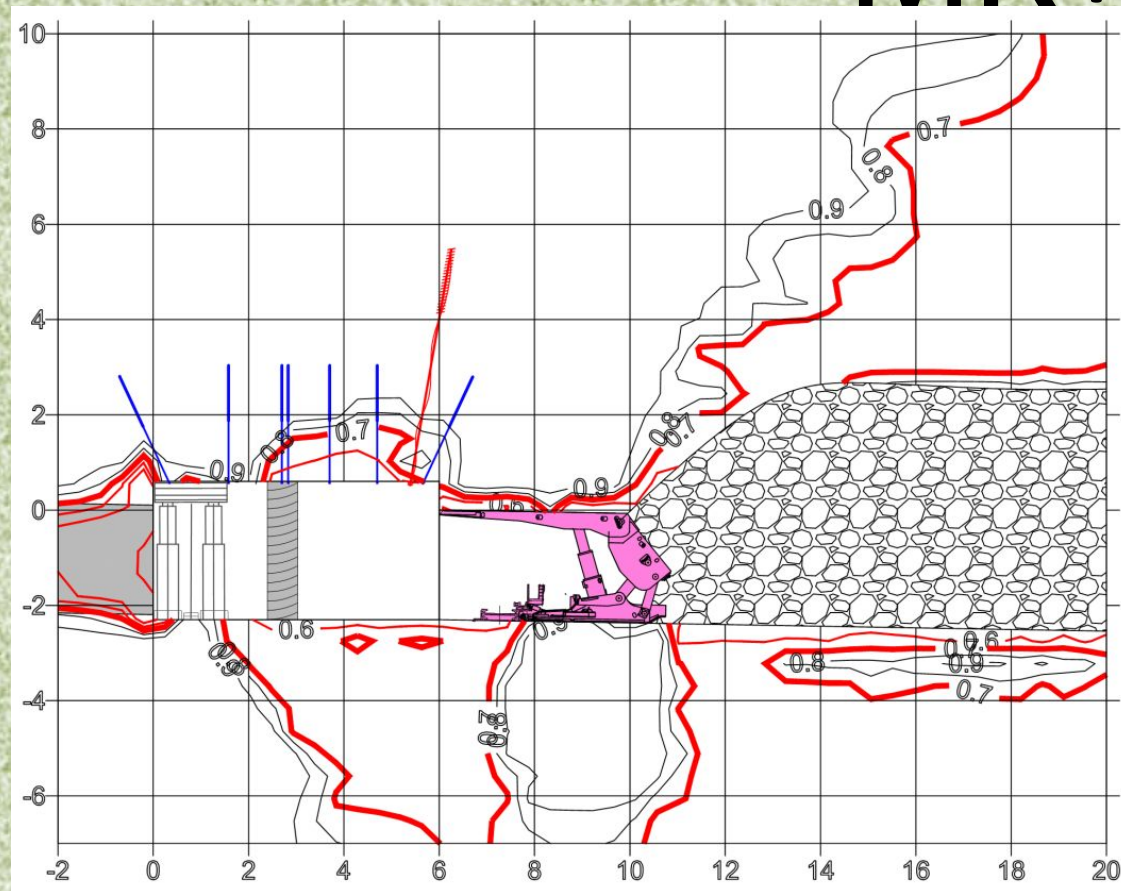
# Параметры НДС (усиление МК)



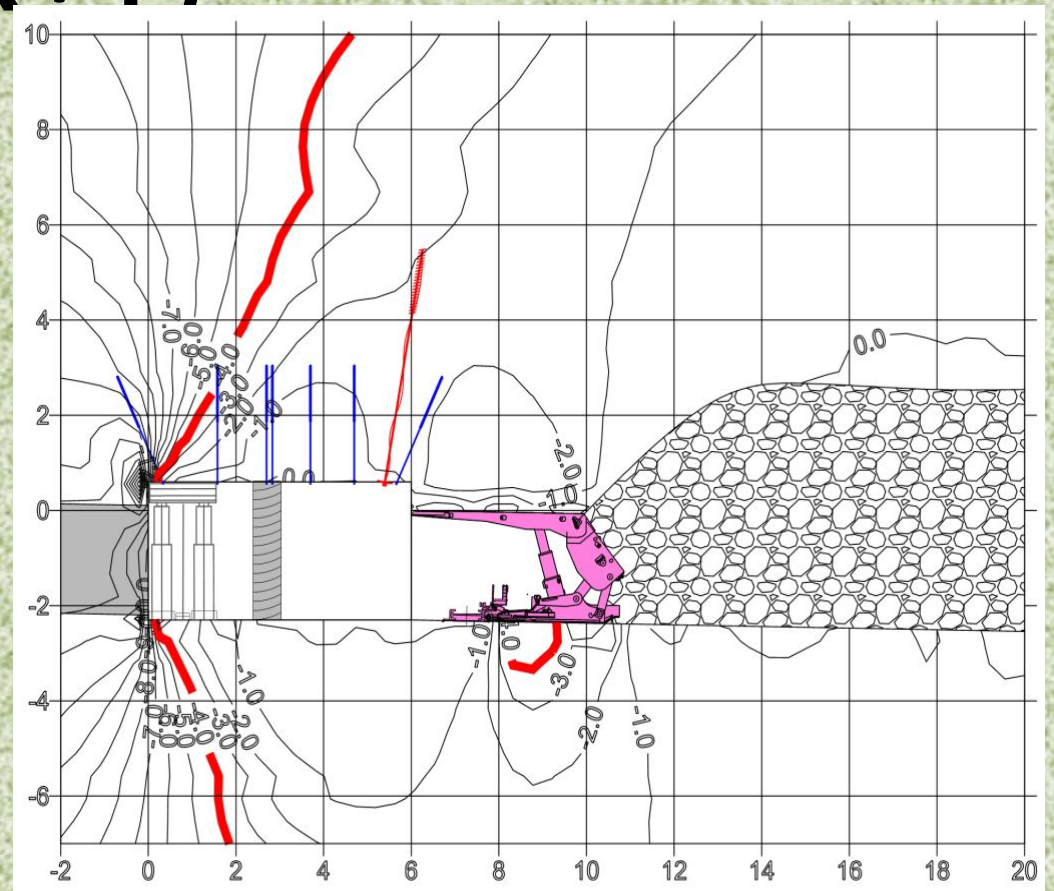
- а) коэффициент остаточной прочности пород;
- б) полные вертикальные напряжения;
- в) дополнительные вертикальные смещения

# Параметры НДС (усиление МК+АК+Т)

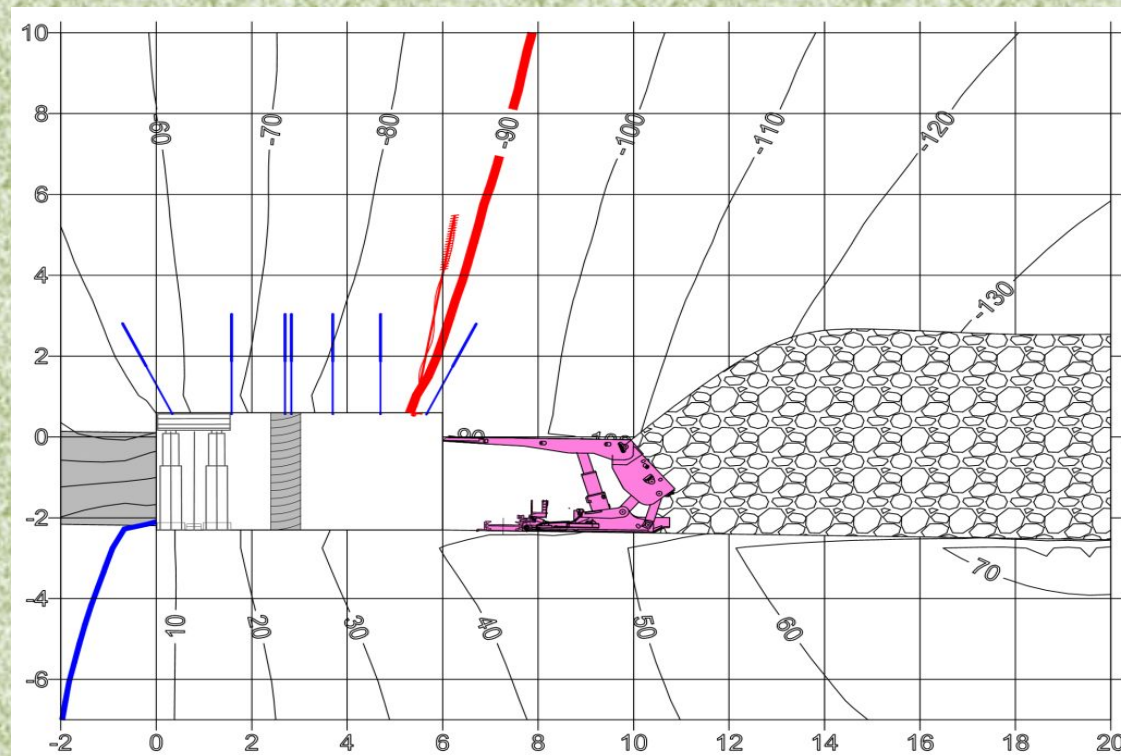
а)



б)



в)



а) коэффициент остаточной прочности пород;

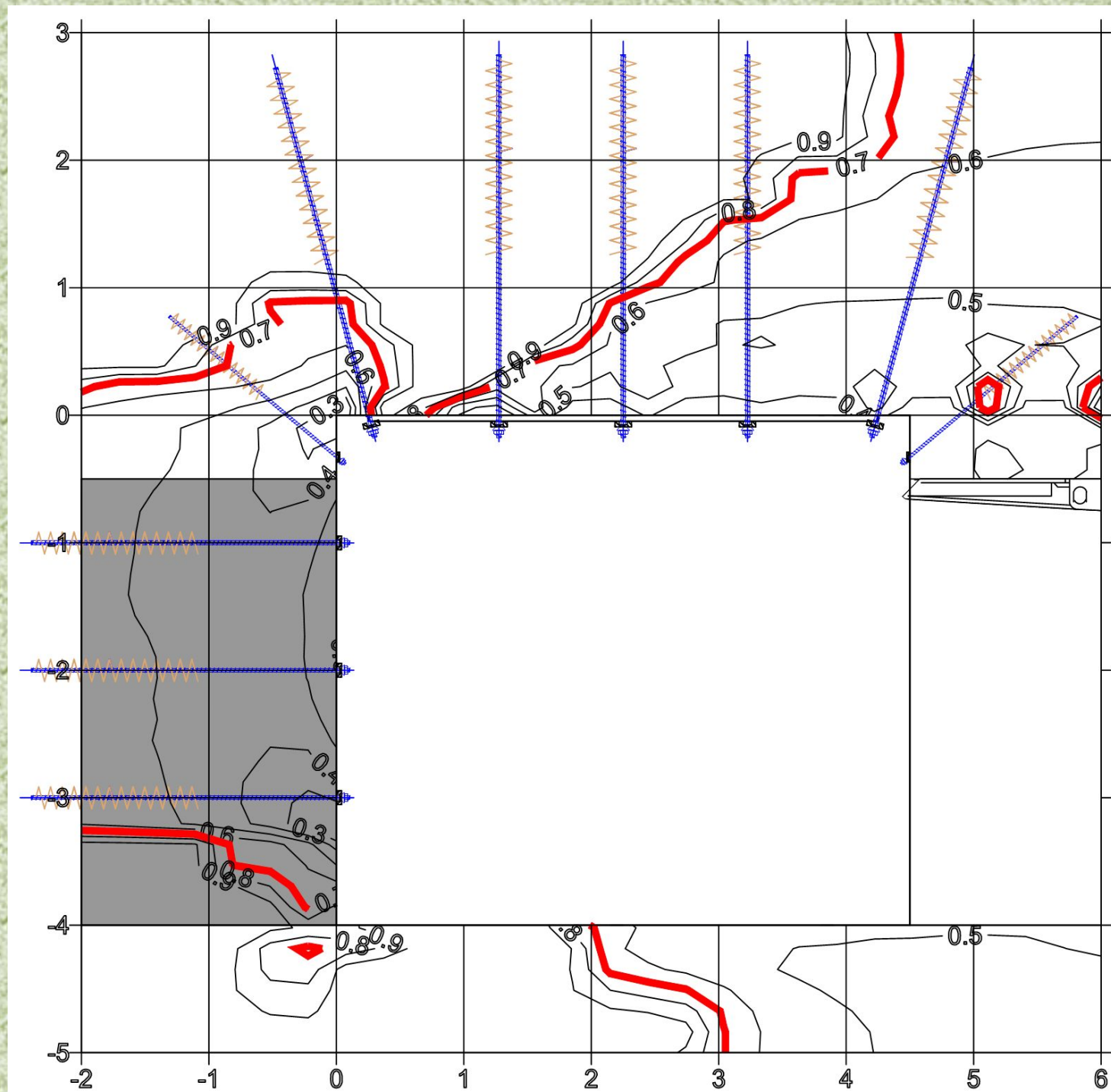
б) полные вертикальные напряжения;

в) дополнительные вертикальные смещения

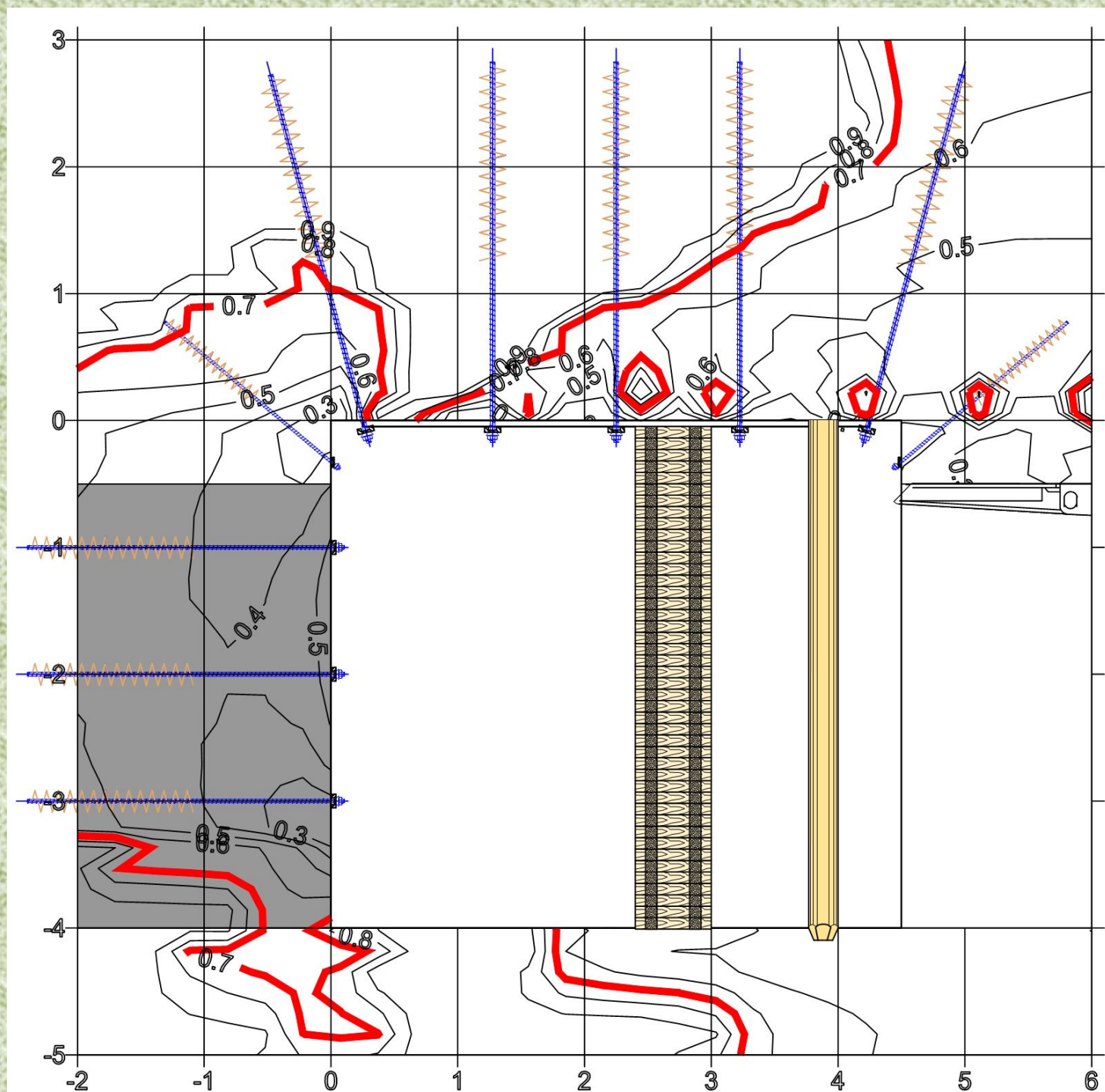
## Реализация проекта 3

Моделирование выбора крепи и усиливающих устройств для обеспечения устойчивости выработки при переходе очистным забоем ранее пройденной выработки  
(На примере шахты «Осинниковская»)

# Моделирование адекватности применяемой основной крепи разрезной печи при переходе ее очистным забоем



# Моделирование адекватности применяемой основной и усиливающей крепи разрезной печи при переходе ее очистным забоем



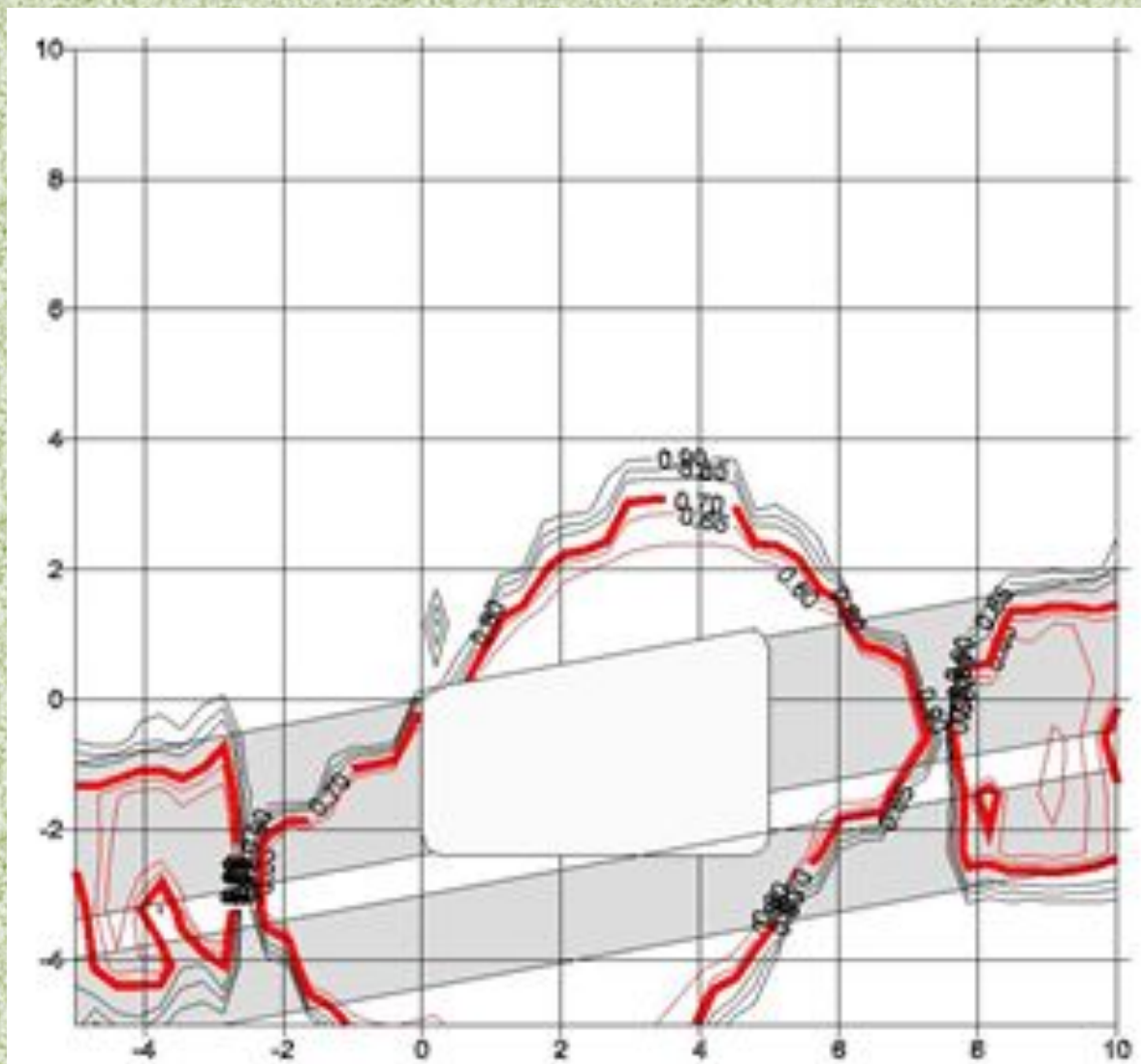


# Реализация проекта 4

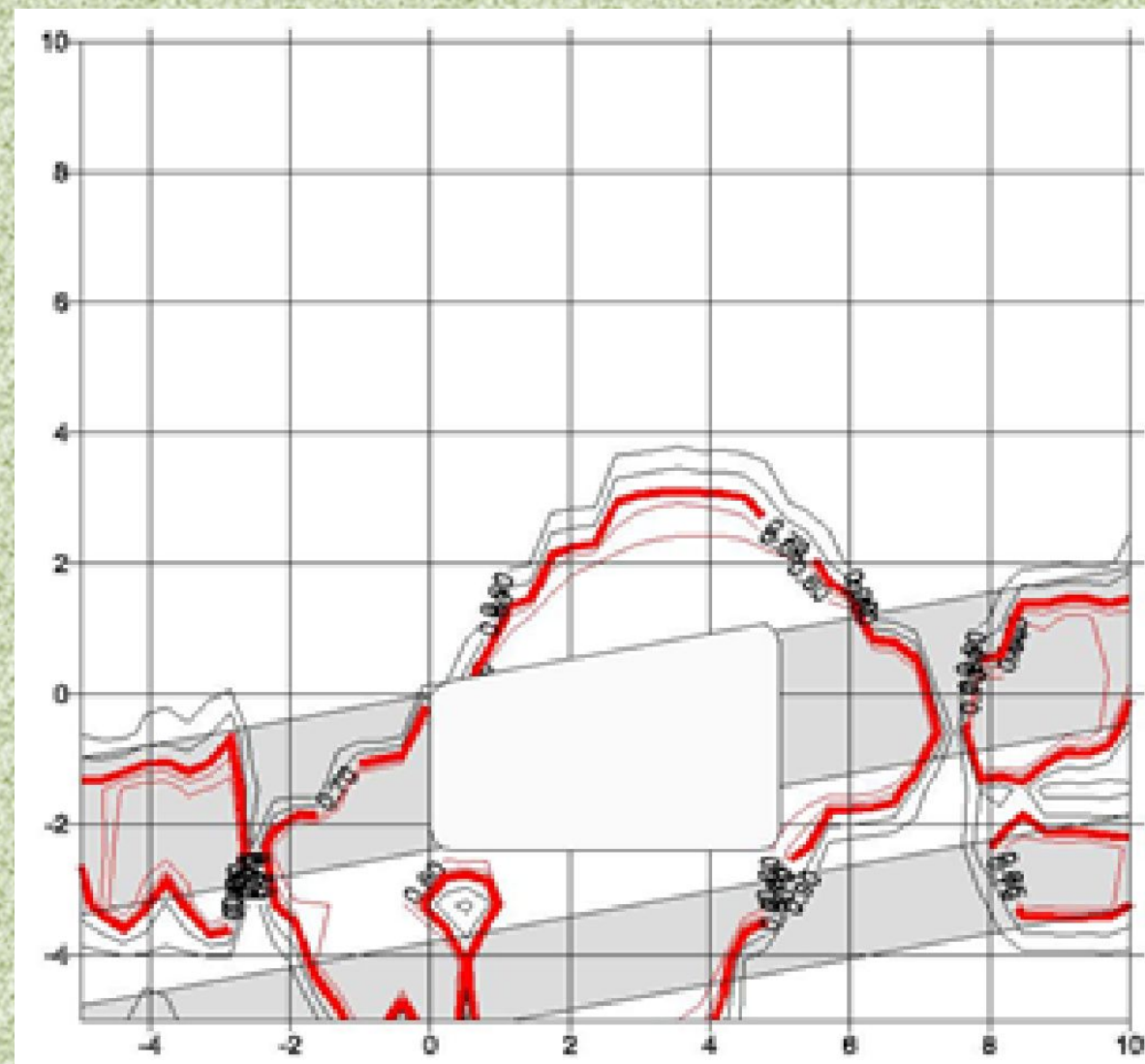
Моделирование технологических процессов в очистном забое в условиях весьма сближенных пластов при наличии почвы склонной к пучению на разных этапах работы

(На примере шахты «Ерунаковская-VIII»)

# Прогнозирование зон пучения

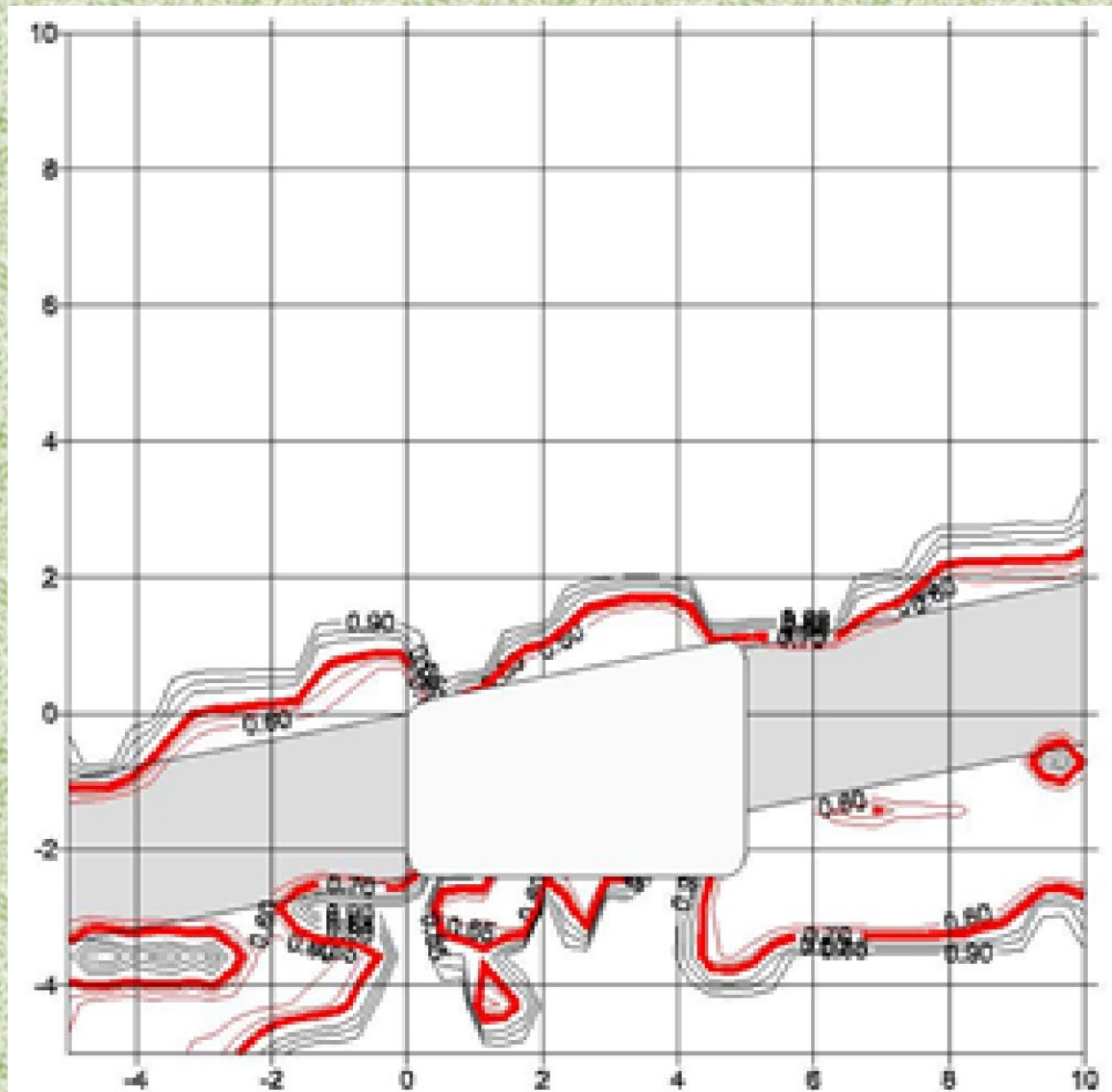


**А. Мощность междупластья до 1,0 м**

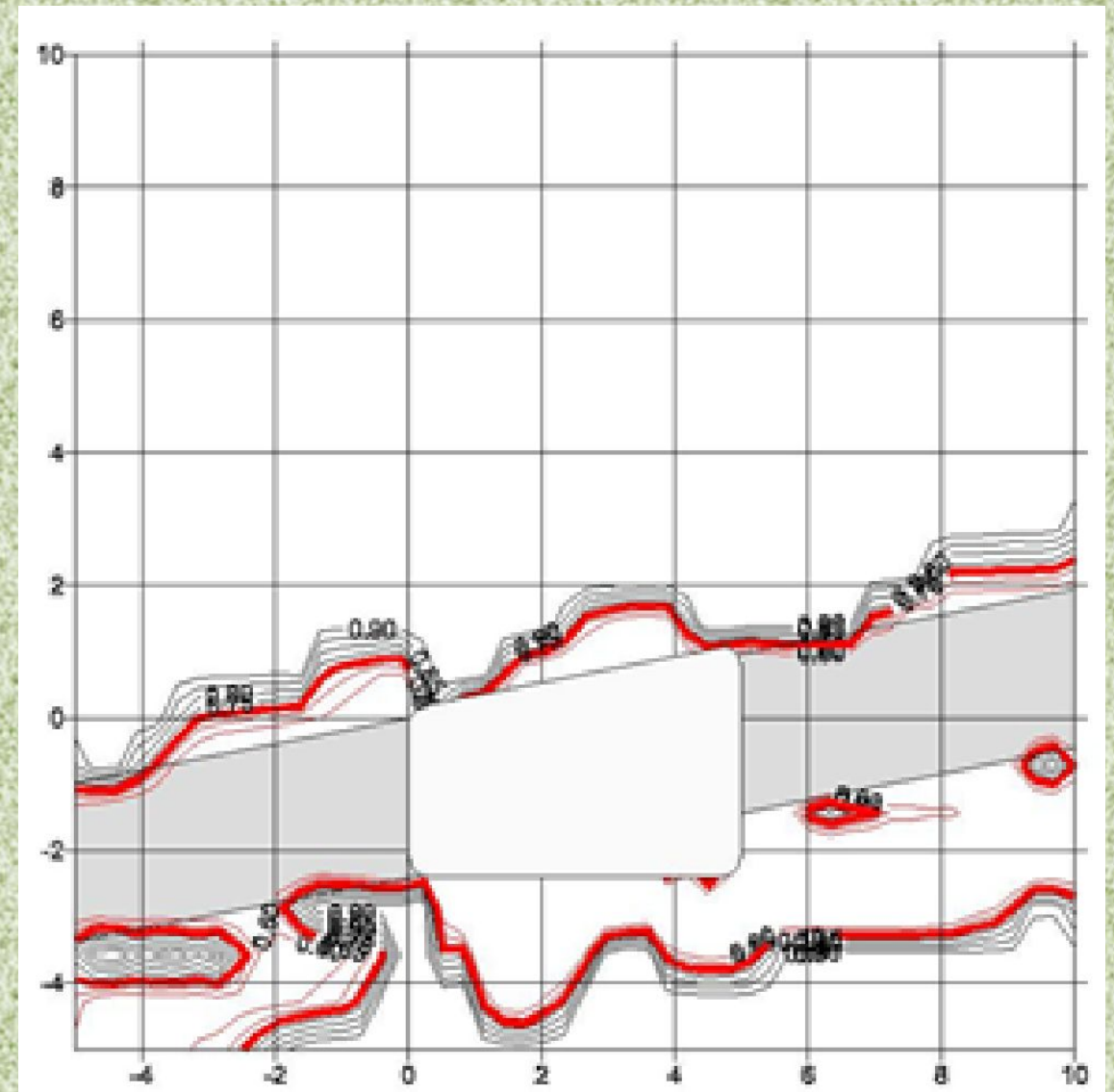


**Б. Мощность междупластья 2,0 м**

# Моделирование зон вероятного разрушения пород кровли и боков выработки в зоне опорного давления от выемочного участка



**А. Ограниченное пучение пород почвы.**

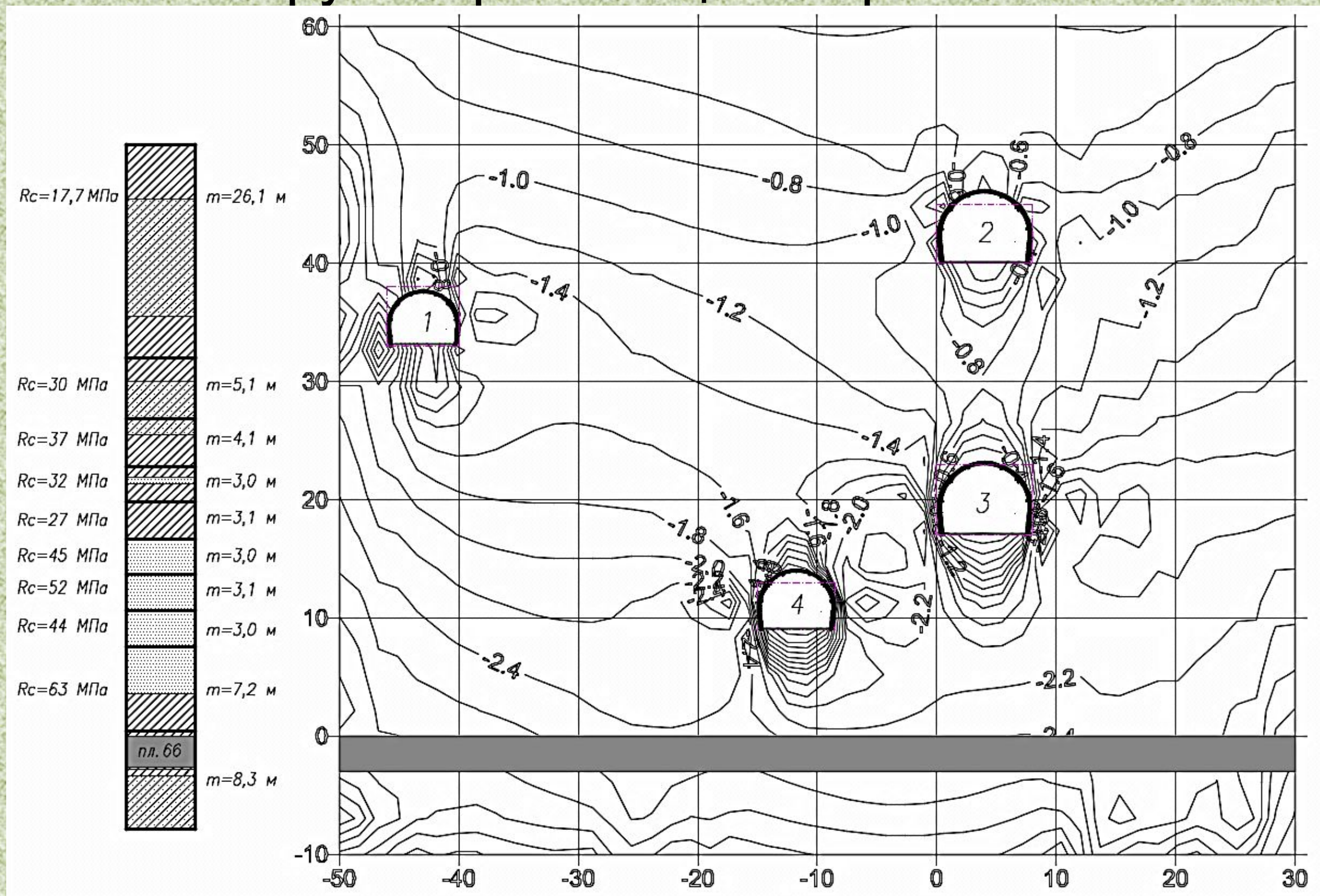


**Б. Пучение пород почвы с полной потерей пеграждающего слоя**

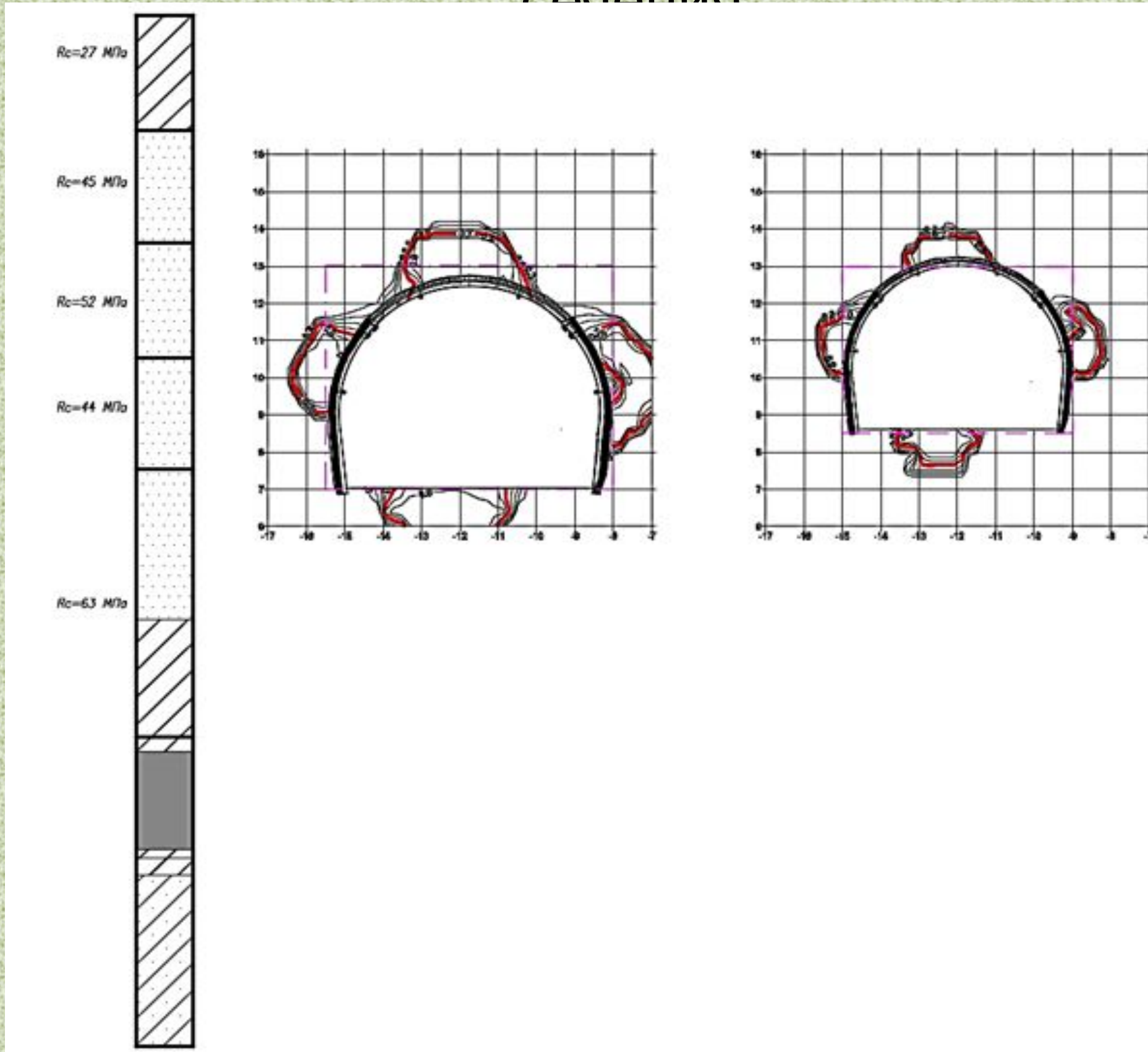
# Реализация проекта 5

Моделирование  
распределения НДС при  
пространственном  
расположении сближенных  
вскрывающих выработок  
(На примере шахты  
«Увальная»)

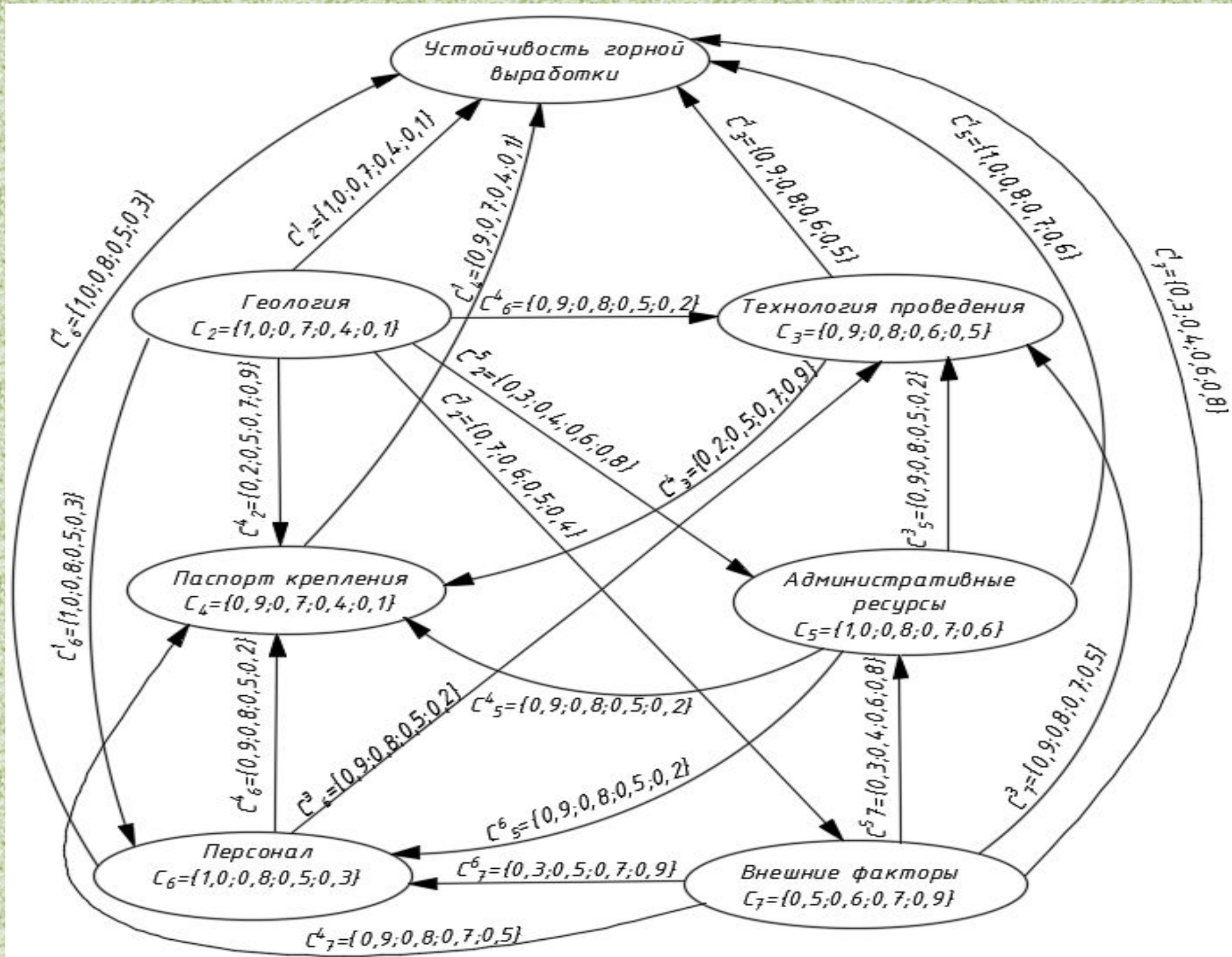
# Распределение вертикальных напряжений вокруг вскрывающих выработок



# Изолинии распределения остаточной прочности пород при проведении выработок различного сечения



# Построение алгоритма когнитивной зависимости

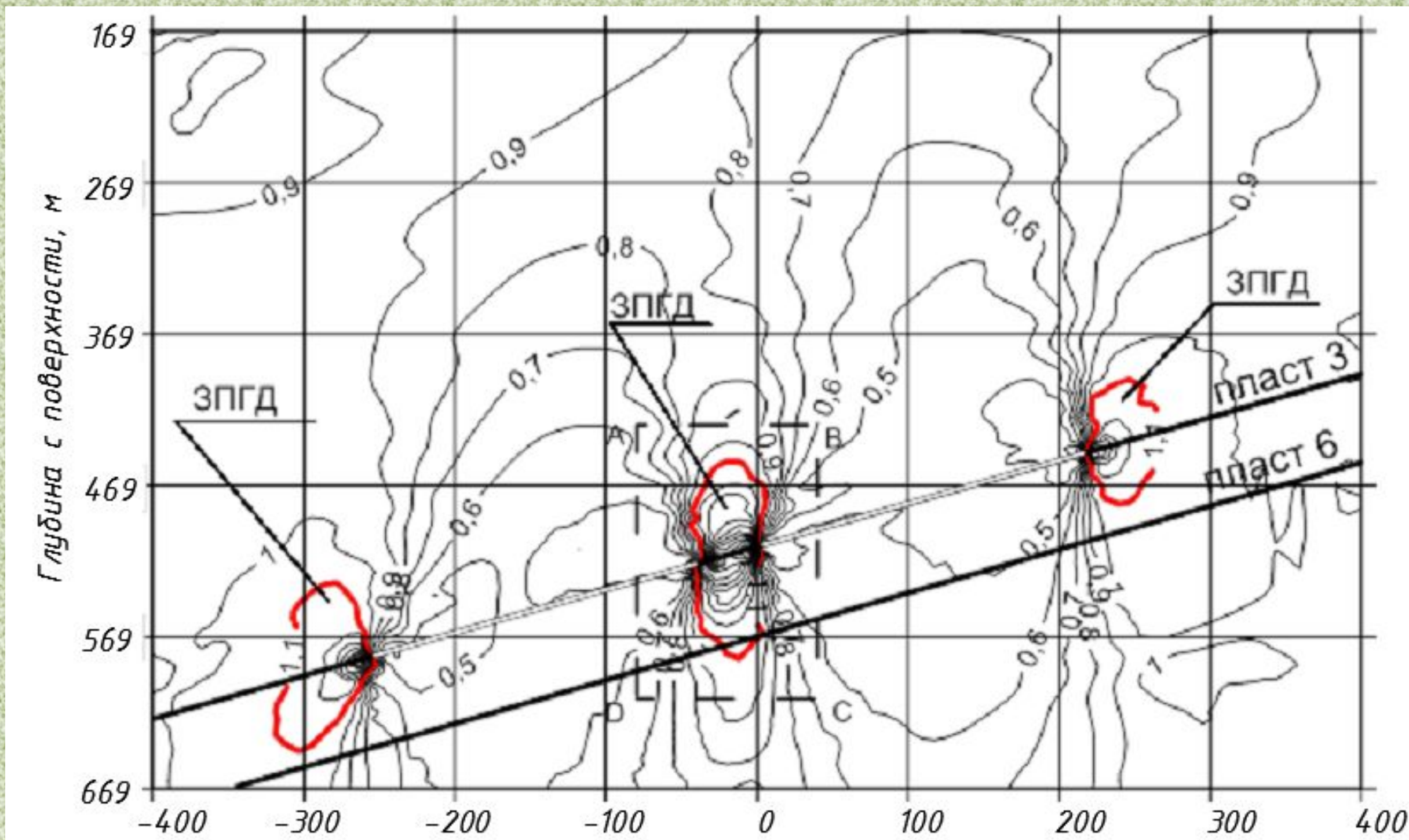


# Реализация проекта 6

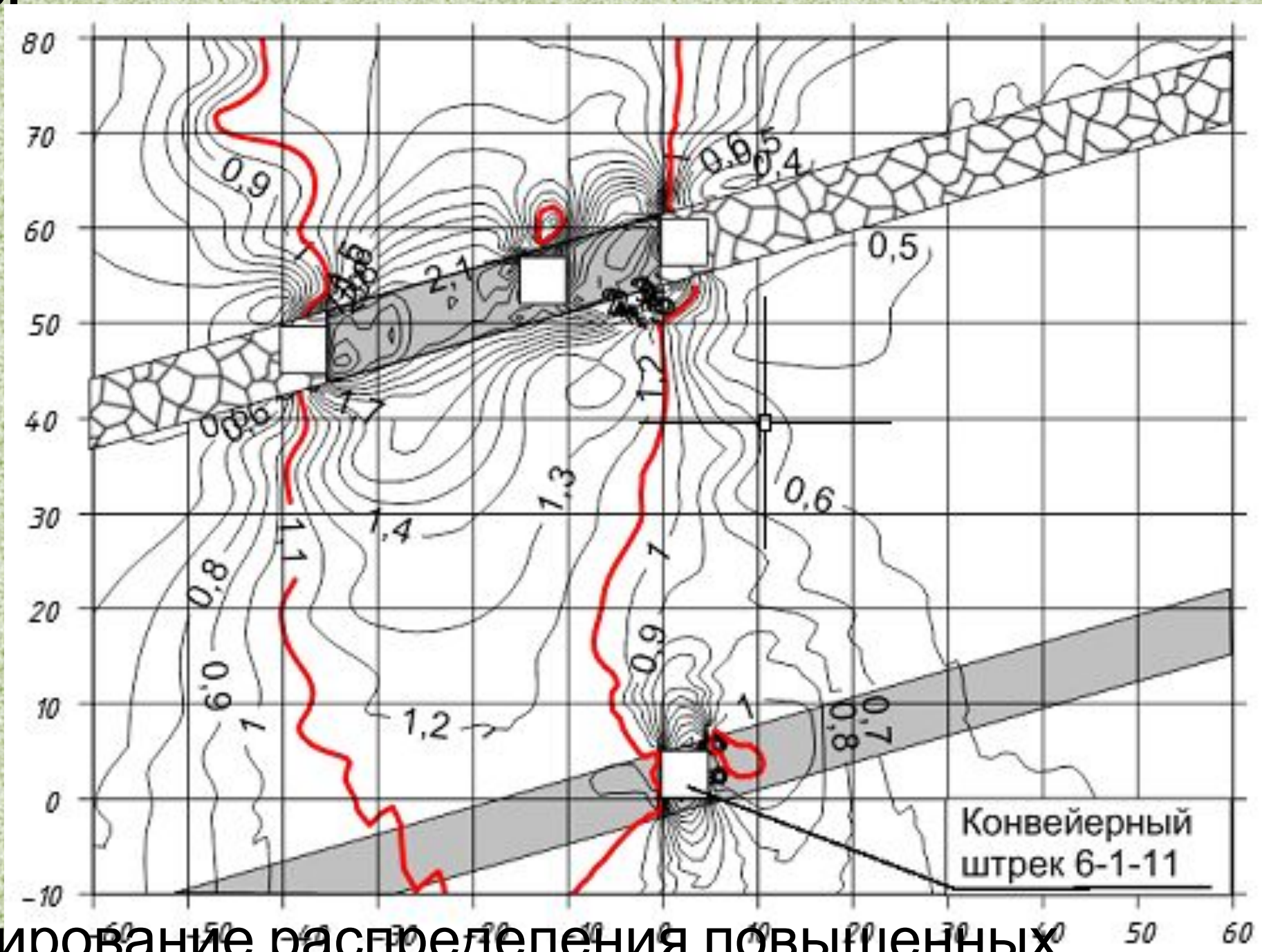
Моделирование  
распределения НДС пород при  
отработке свиты сближенных  
пластов при попадании  
выработок в зоны ПГД  
(На примере шахты «Алардинская»)



# Построение зон влияния на надработанные пласты

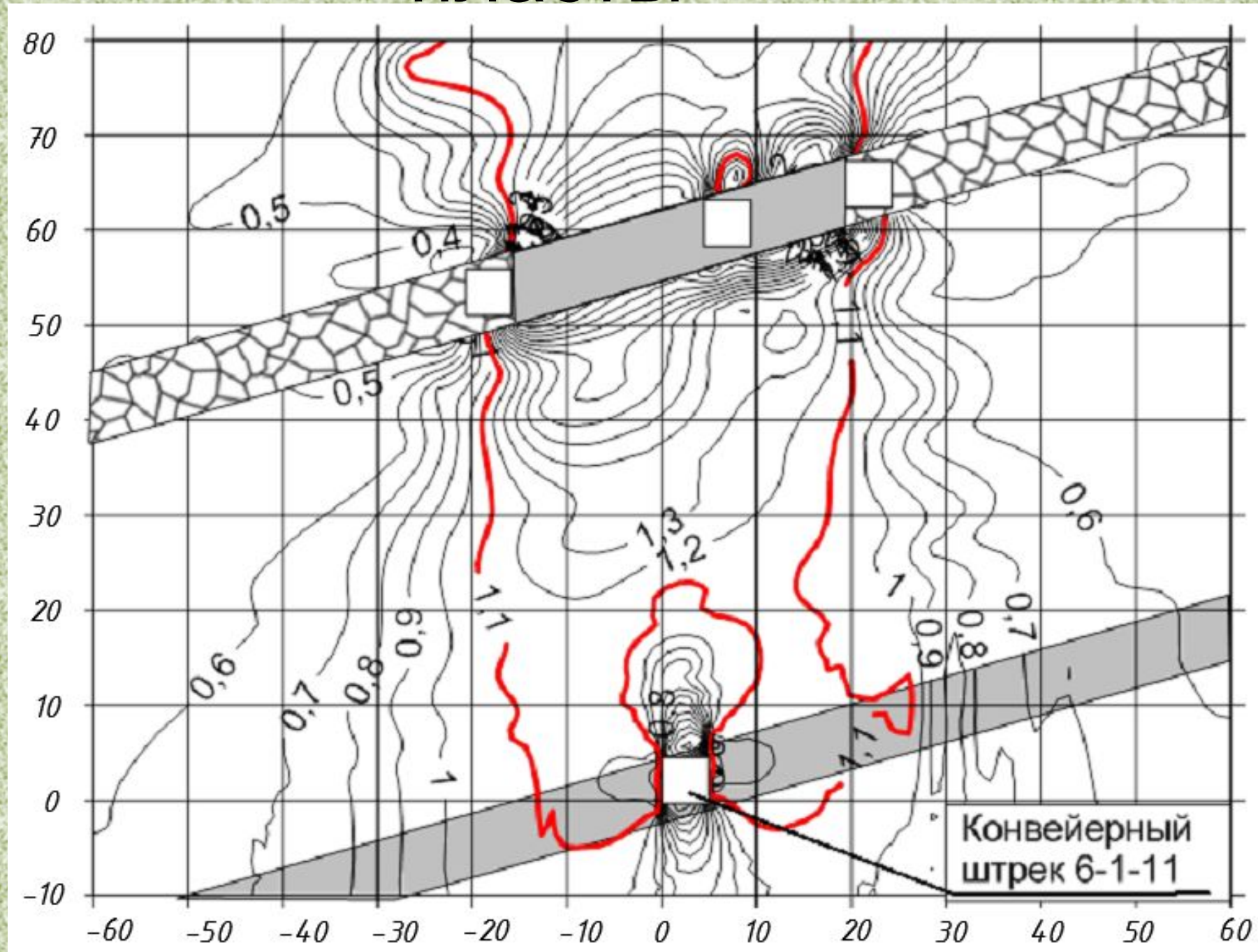


# Построение зон влияния на надработанные пласты



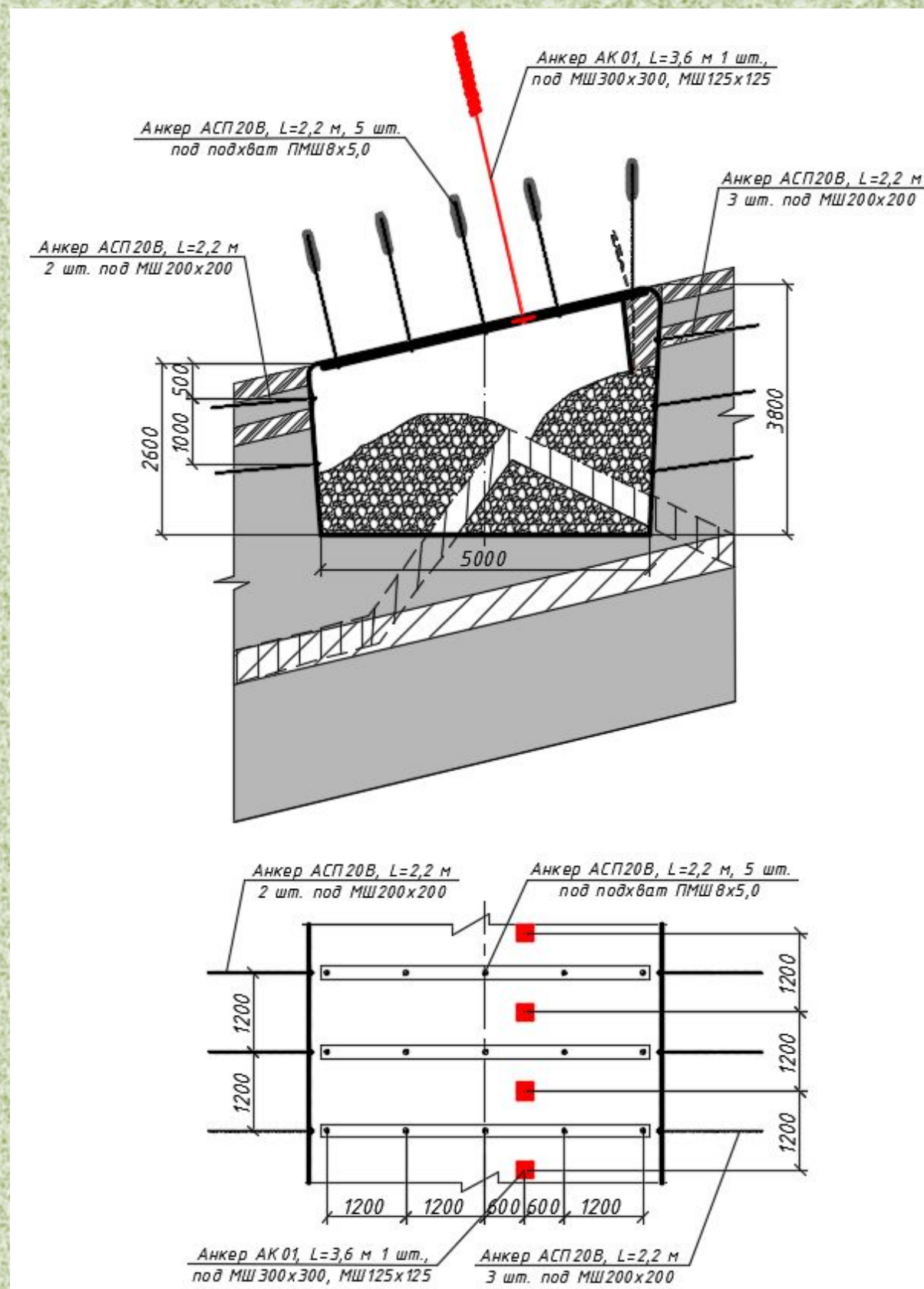
Моделирование распределения повышенных напряжений в зонах ПГД на выработку на границе зоны ПГД

# Построение зон влияния на надработанные пласты



Моделирование распределения повышенных напряжений в зонах ПГД на выработку в центре опасной зоны ПГД

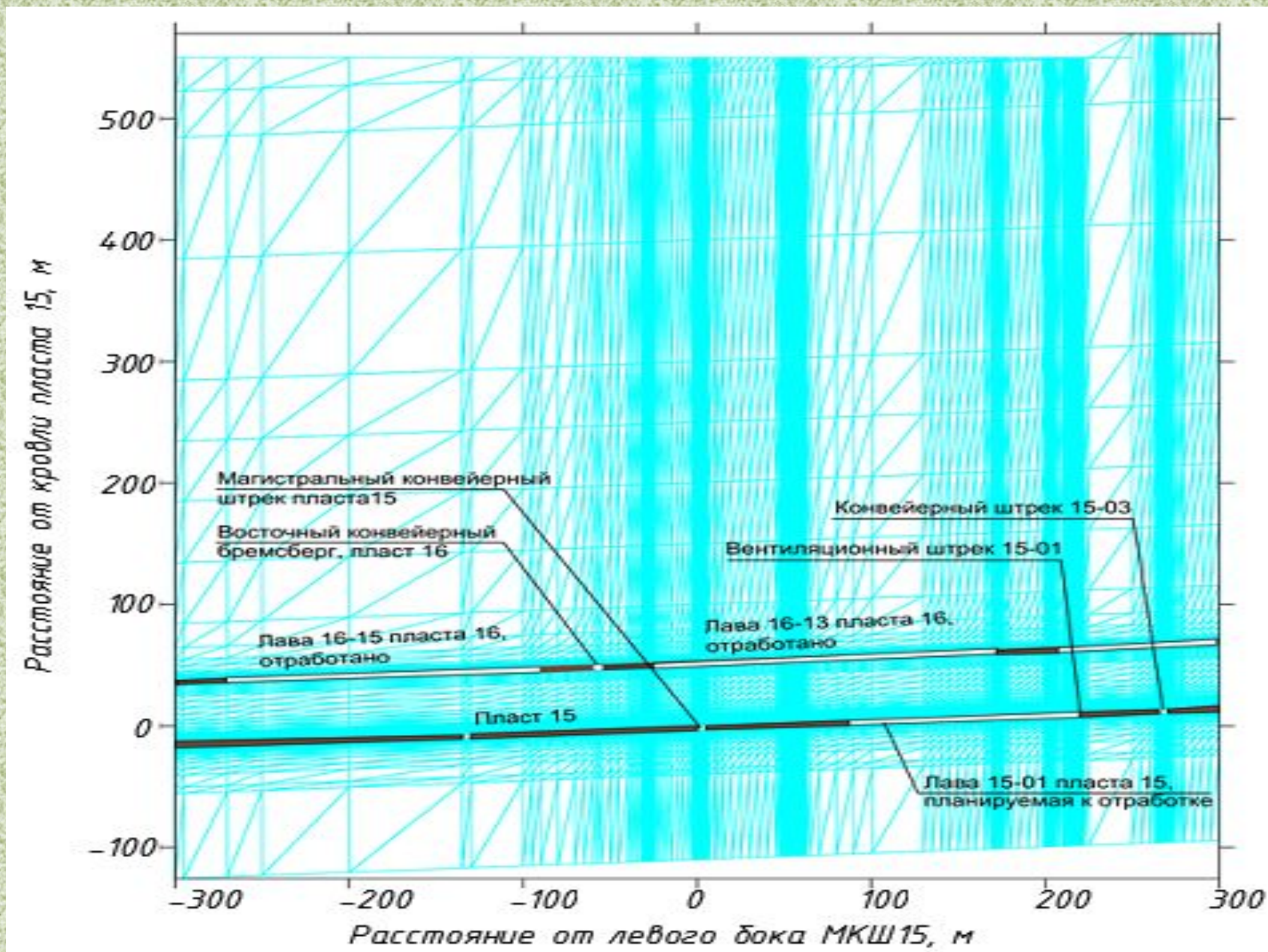
# Проявление горного давления в зонах ПГД



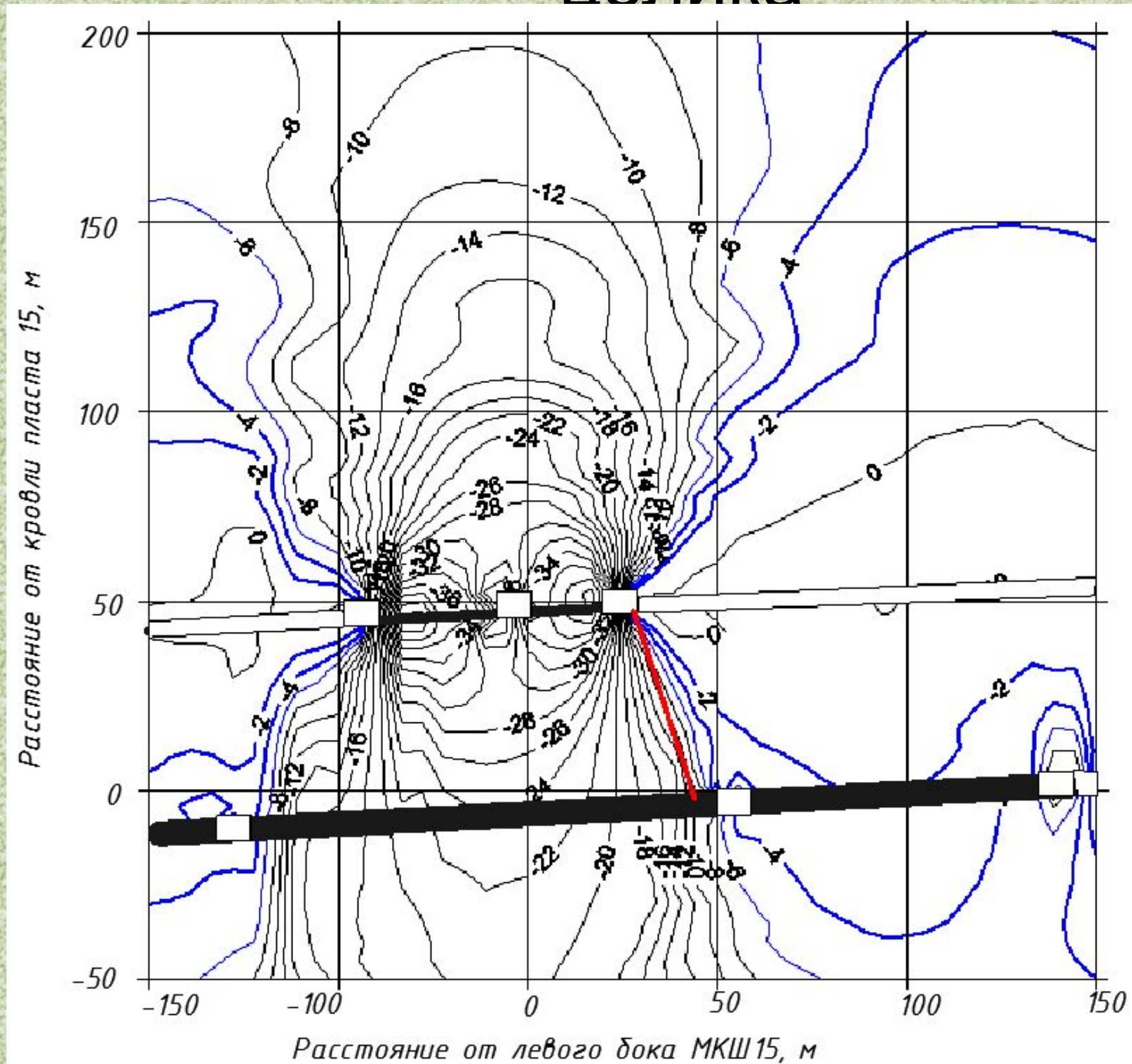
# Реализация проекта 7

Моделирование определения  
безопасных размеров угольных  
целиков при отработке свиты  
сближенных пластов  
(На примере шахты  
«Юбилейная»)

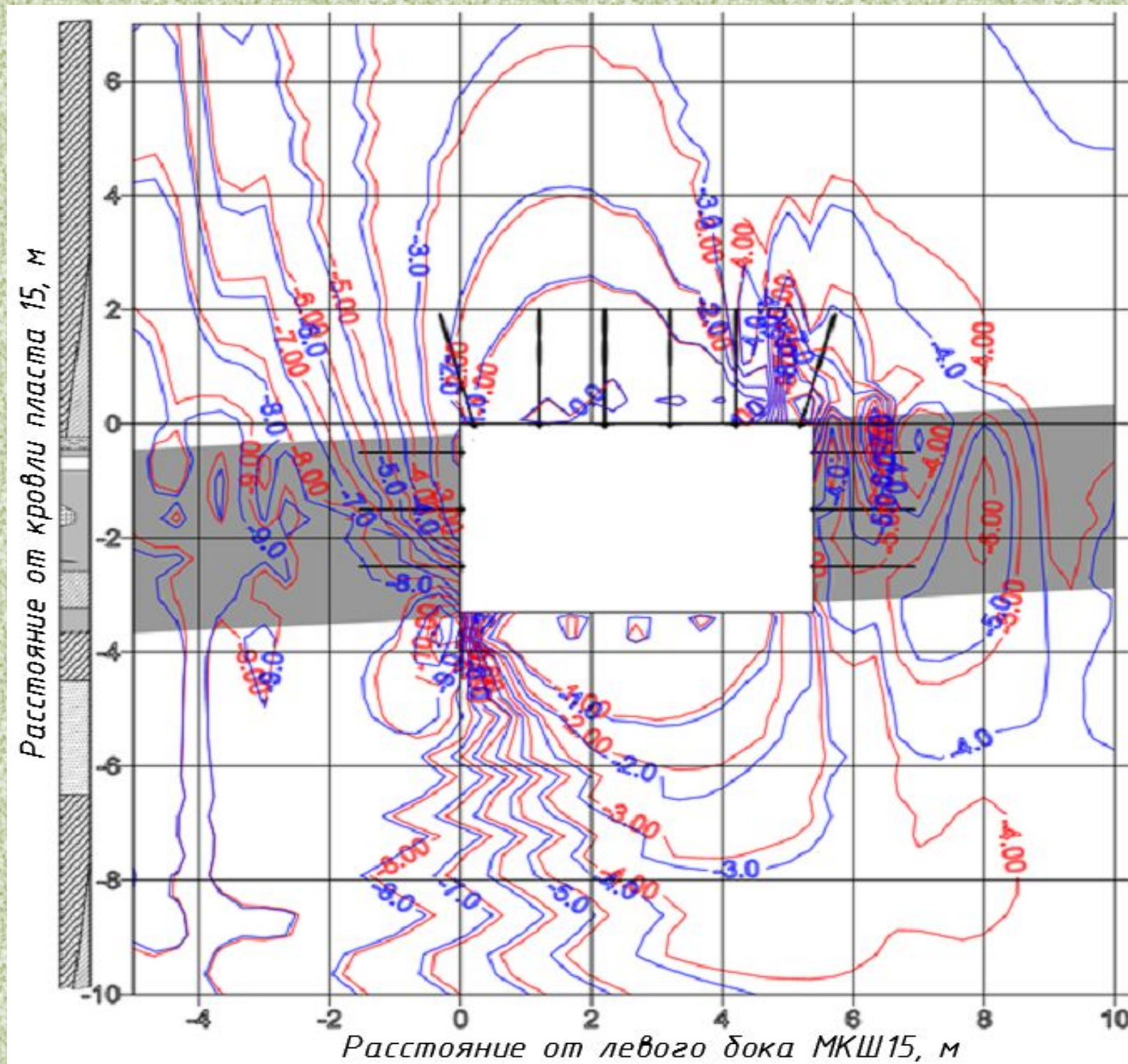
# Схема к определению зон влияния при отработке сближенных пластов



# Построение зоны безопасного размера целика

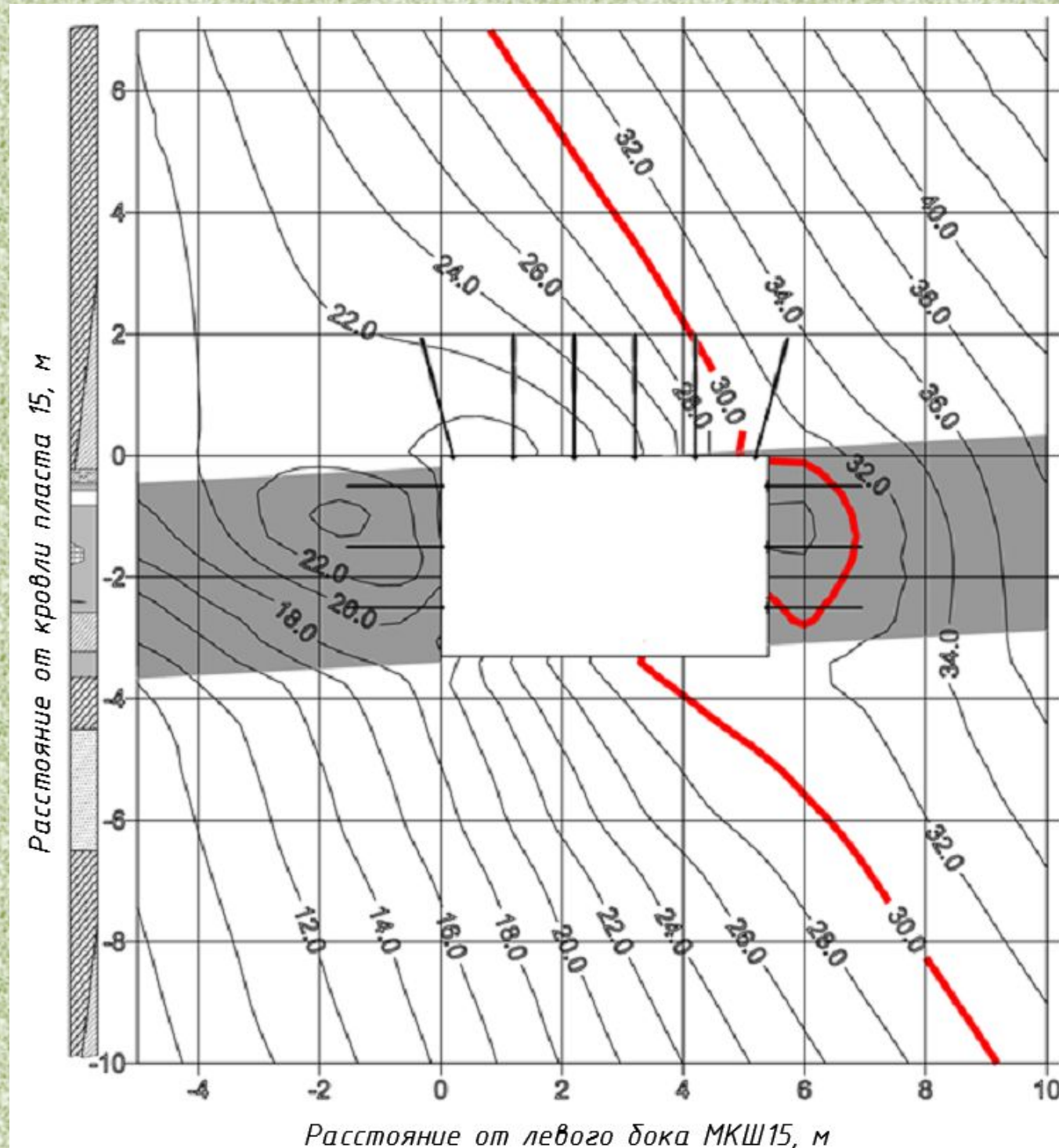


# Моделирование требуемого сопротивления крепи выработки при разных значениях ширины угольного целика

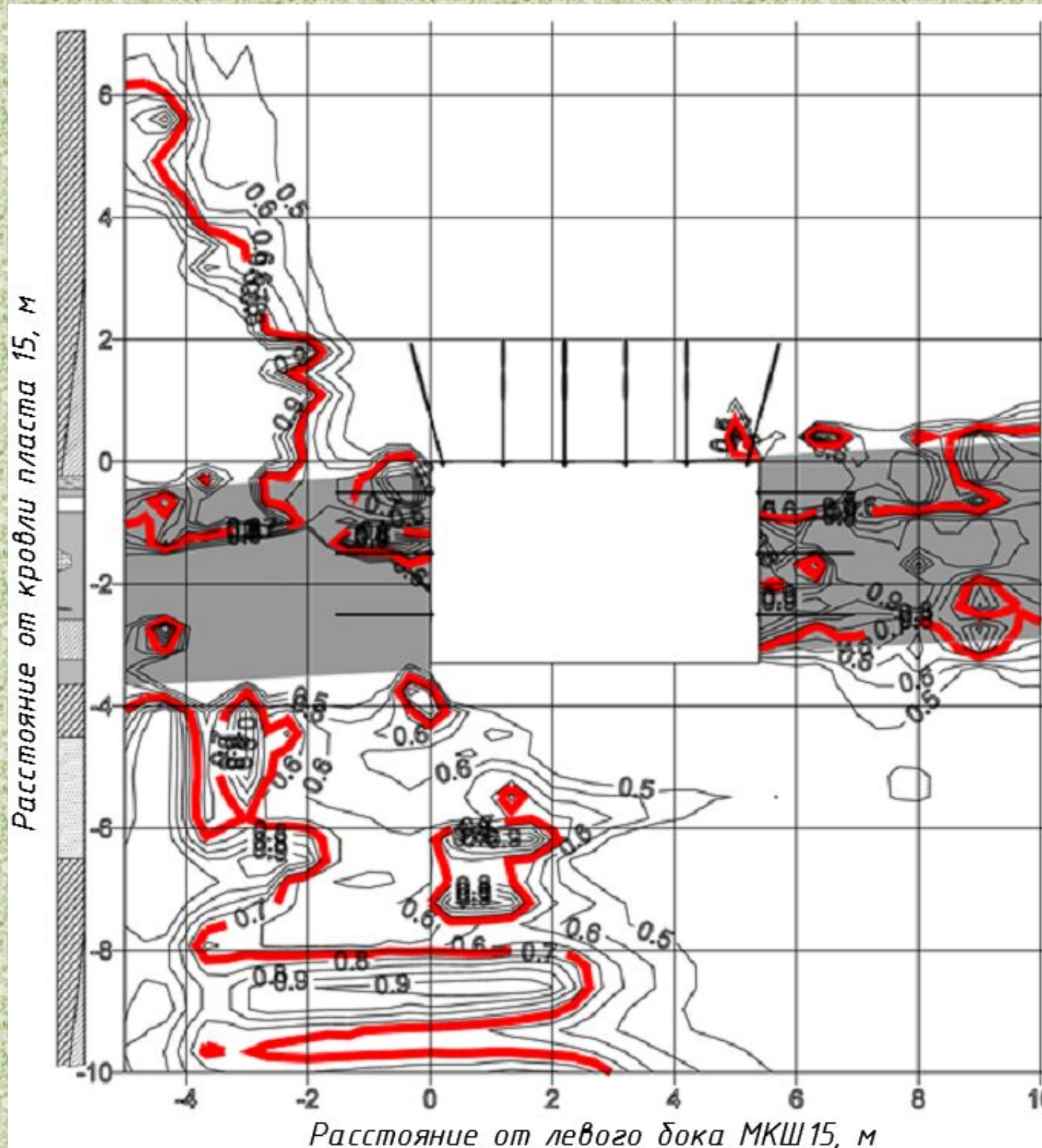




# Границы ожидаемых разрушений при выборе межлавного целика недостаточной ширины

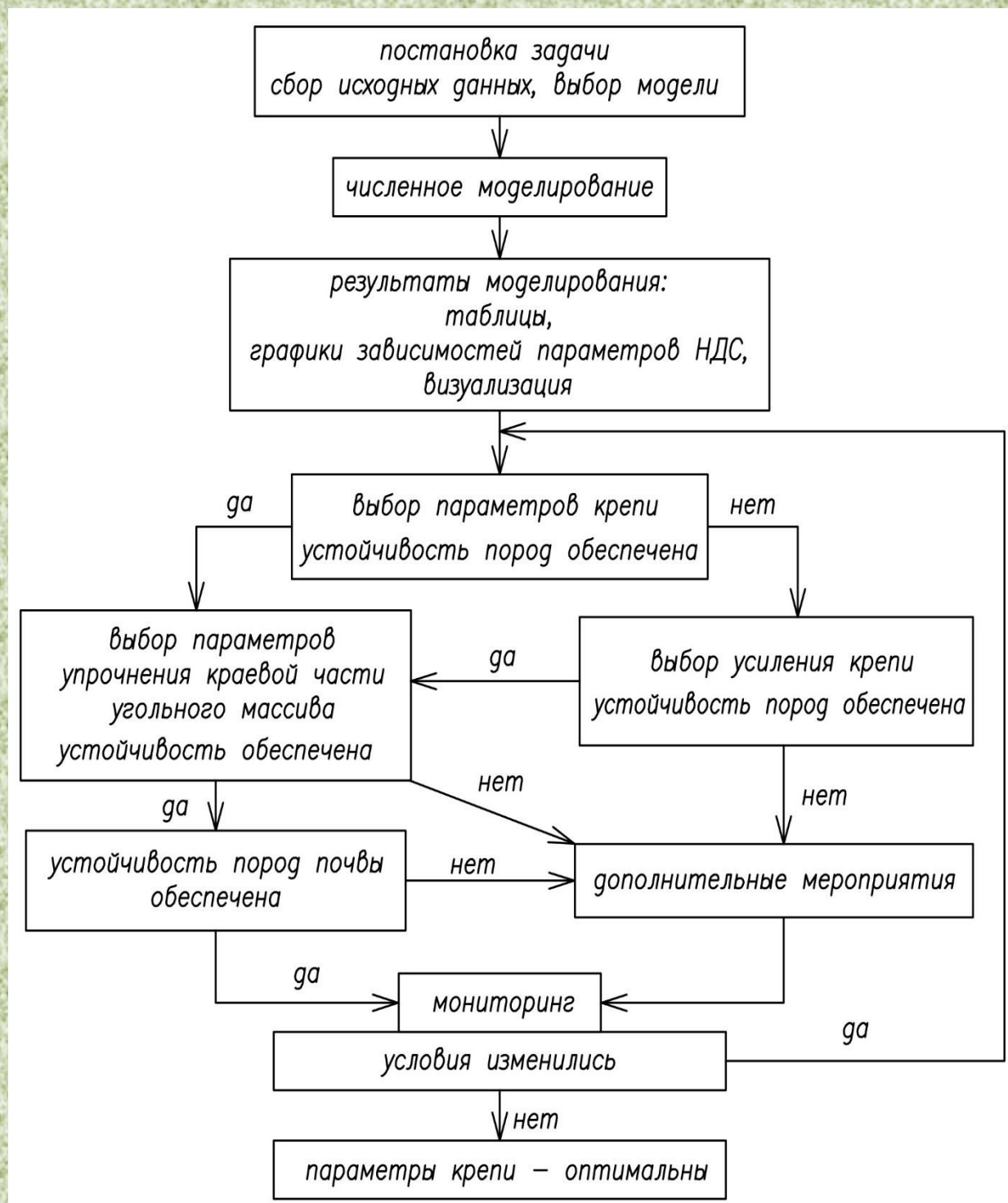


# Определение зон разрушения пород в зоне влияния выемочного участка при выборе целика недостаточной ширины



# Алгоритм методики расчета параметров крепи

## Алгоритм методики:



$$R_k = \gamma h_{св} \sqrt{\eta_{отн}};$$

$$\eta_{отн} = \frac{\eta_{расч} \varphi_t}{m_B \sigma_{ост}} - \frac{\eta_{доп}}{m_B} \leq 1;$$

$R_k$  – распор крепи, необходимый для предотвращения смещений пород кровли в пределах приемлемого риска, т/м<sup>2</sup>;  
 $\gamma$  – объёмный вес пород, т/м<sup>3</sup>;

$h_{св}$  – высота свода давления пород кровли, м;

$\eta_{отн}$  – относительные оседания пород кровли;

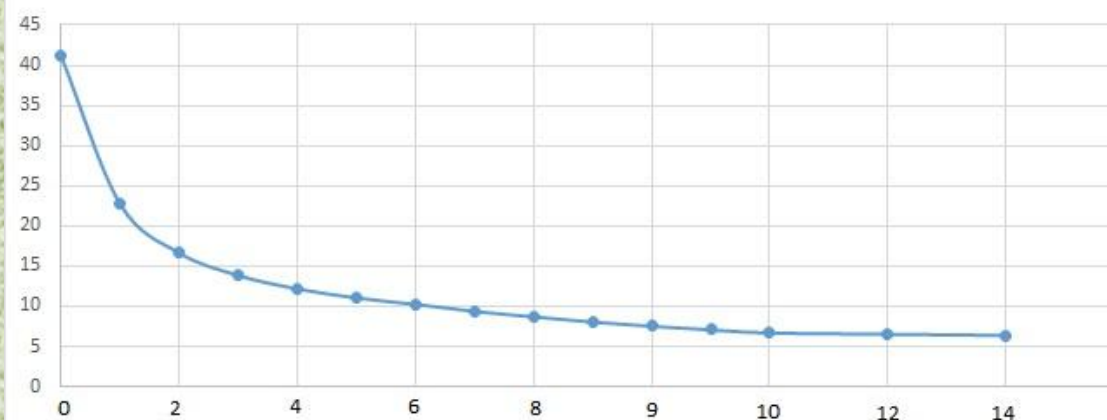
$\eta_{расч}$  – расчётные смещения пород кровли при отсутствии крепи в монтажной камере, определяются по результатам численного моделирования или натурального эксперимента, м;  
 $\varphi_t$  – функция ползучести пород с учётом времени эксплуатации;

$m_B$  – вынимаемая мощность пласта, м;

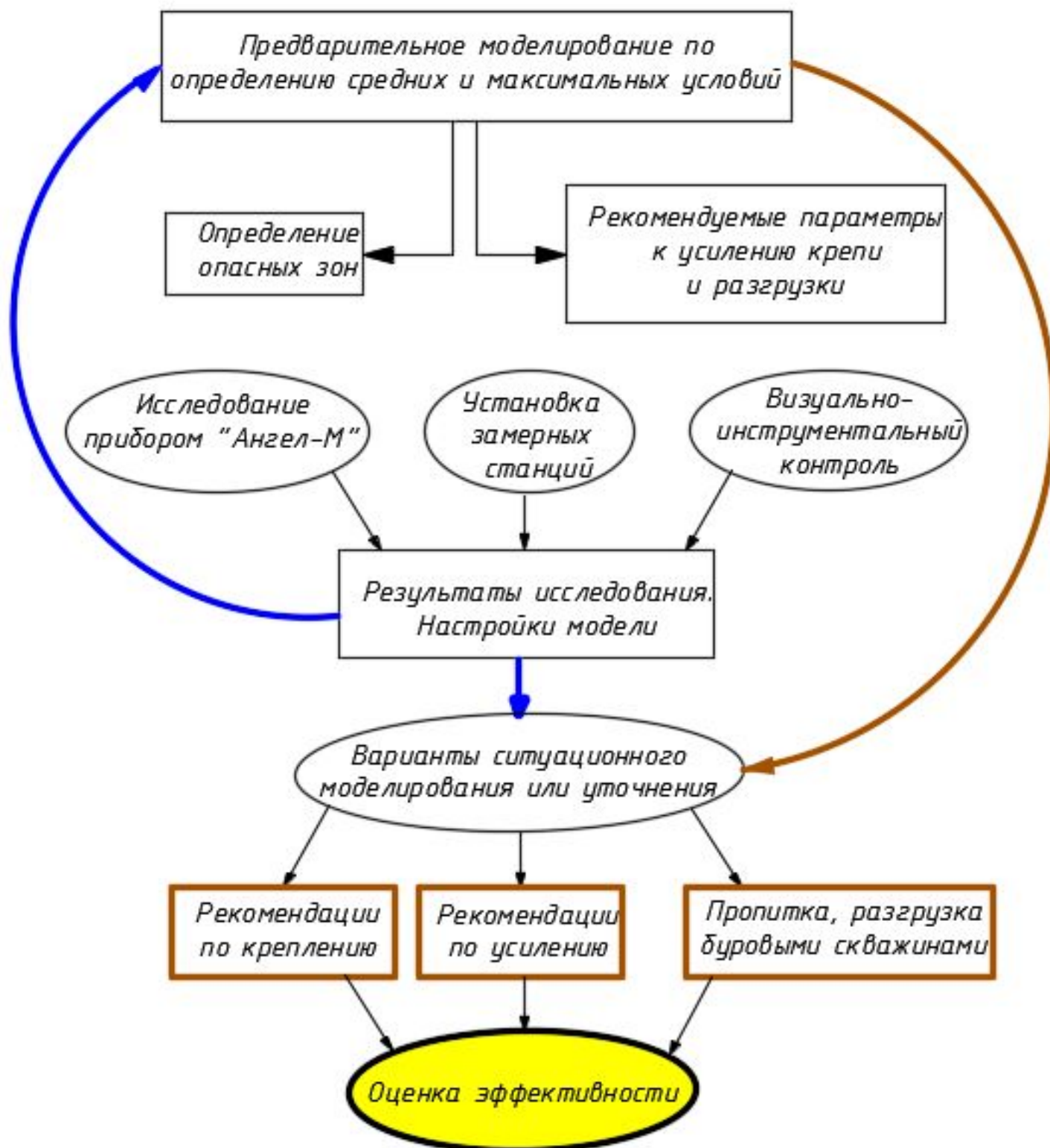
$\sigma_{ост}$  – отношение остаточной прочности пород кровли или угольного пласта к прочности в нетронутом массиве,

$\eta_{доп}$  – приемлемые по условиям безопасности смещения пород кровли в рабочем пространстве демонтажной камеры, м.

Диаграмма требуемой реакции крепи, тонн/м<sup>2</sup>

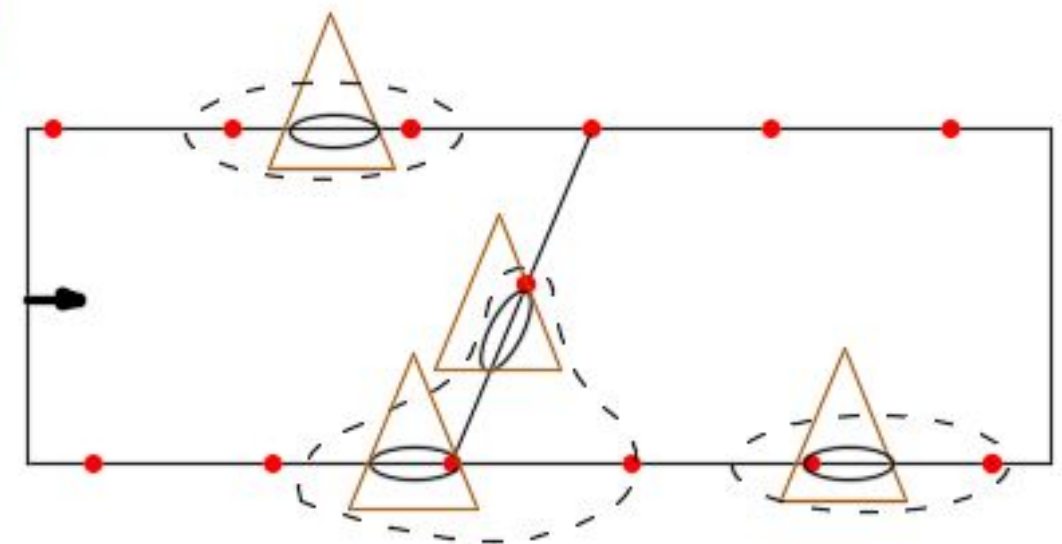


## Алгоритм контроля напряженно-деформированного состояния массива горных пород при работе выемочного участка



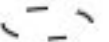



### Алгоритм:

1. Предварительная математическое моделирование;
2. Адаптация, настройка модели по результатам фактического обследования ("Ангел-М", замерные станции, видеообследование);
3. Контроль динамики изменения НДС;
4. Корректировка паспорта крепления;
5. Мероприятия по разгрузке массива;
6. Оценка эффективности методики.



### Условные обозначения:

-  - Замерные станции;
-  - Зоны отмечанные прибором "Ангел - М";
-  - Зоны повышенного НДС по мат. модели;
-  - Места ведения мероприятий по разгрузке.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**