Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
Дальневосточный государственный технический университет
(ДВПИ им. В. В. Куйбышева)

Геомеханика

Программа, методические указания и контрольные задания для студентов-заочников направления 130400 «Горное дело» (специальности 130402, 130404, 130405 и 130406)

Владивосток
2004

Одобрено научно-методическим советом университета

УДК 622.02:539.2/8:622.83(075.8)

Программа, методические указания и контрольные задания по дисциплине «Геомеханика» разработаны для студентов-заочников, обучающихся на V курсе, а также могут быть использованы студентами дневного отделения на IV курсе.

Составлены профессорами кафедры разработки месторождений полезных ископаемых Б. И. Емельяновым и Ю. Н. Нисковским.

Печатается с оригинал-макета, подготовленного авторами.

© Б.И. Емельянов,
Ю.Н. Нисковский, 2004

© Изд-во ДВГТУ, 2004

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Дисциплина «Геомеханика» состоит из введения и пяти разделов:

1. Свойства массивов горных пород.
2. Методика исследований в механике горных пород.
3. Геомеханические процессы в массивах пород при подземной разработке.
4. Сдвижение горных пород при открытой разработке.
5. Вредные проявления горного давления и другие опасности в подземных выработках.

В связи с тем, что рассматриваемая дисциплина введена в учебные планы и впервые изучается как такова с 1996/97 учебного года, её нельзя считать окончательно сложившейся, и по ней пока нет ни одного учебника.

Для того, чтобы студенты могли самостоятельно изучать вопросы по геомеханике, включённые в её разделы, ниже приведены 12 учебников и учебных пособий, в которых изложен необходимый материал. С целью облегчения поиска в конце каждого раздела (подраздела) программы приводятся номера литературных источников в соответствии с библиографическим списком и страницы, на которых изложены соответствующие вопросы.

К экзамену студент допускается после успешного выполнения контрольных работ и практических занятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черняк И.Л., Ярунин С.А. Управление состоянием массива горных пород. - М.: Недра, 1995. - 395 с.

2. Проскуряков Н.М. Управление состоянием массива горных пород. - М.: Недра, 1991. -368 с.

3. Галаев Н.З. Управление состоянием массива горных пород. - М.: Недра, 1990. - 177 с.

4. Бич Я.А., Емельянов Б.И., Муратов Н.А. Управление состоянием массива горных пород. - Владивосток: Изд. ДВГУ, 1988. - 264 с.

5. Астафьев Ю.П., Попов Р.В., Николашин Ю.М. Управление состоянием массива горных пород при открытой разработке месторождений. - Киев-Донецк: Вища школа, 1986. - 271 с.

6. Нисковский Ю.Н., Емельянов Б.И. Управление состоянием массива горных пород. - Владивосток: Изд. ДВГТУ, 1993. - 75 с.

7. Булычёв Н.С. Механика подземных сооружений. - М.: Недра, 1982. - 272 с.

8. Турчанинов И.А., Иофис М. А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. - Л.: Недра, 1989. - 488 с.

9. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. -М.: Недра, 1980. - 360 с.

10. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. - Л.: Изд. ЛГИ, 1985. - 85 с.

11. Нисковский Ю.Н. и др. Основы геомеханики. - Владивосток: Изд. ДВГТУ, 1999. - 82 с.

12. Нисковский Ю.Н., Васянович Ю.А. Геомеханика. - М.: Изд. МО МАНПО, 2002. - 185 с.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ

Понятие о дисциплине «Геомеханика», её предмет, структура и содержание.

Цель и задачи дисциплины, её место в учебном плане, связь со смежными и общеобразовательными дисциплинами. История развития и современное состояние науки и техники в области геомеханики при разработке месторождений полезных ископаемых. Роль русских учёных и инженеров.

Положения геомеханики - основа для выбора способов управления состоянием массива горных пород, параметров и технологии безопасной и эффективной отработки месторождений.

1. Свойства массива горных пород.

1.1. Общая характеристика горных пород.

1.2. Особенности структуры массивов пород.

1.3. Основные механические свойства пород. Деформируемость и прочность горных массивов. Определение величины их структурного ослабления.

1.4. Напряжённое состояние массива горных пород.

1.5. Газоносность массивов и их коллекторские свойства.

1.6. Влияние температурных, гидро- и газодинамических условий на состояние массива горных пород.

1.7. Изменение физико-механических свойств пород с увеличением глубины залегания.

1.8. Изменение свойств пород и угля в зонах интрузий и разрывов.

Литература: [1, с.5-17]; [3, с.5-45]; [4, с.5-49]; [5, с.7-45]; [8, с.17-91]; [11, с.7-15]; [12, с.6-13].

2. Методы исследований в механике горных пород.

2.1. Методы измерений в натурных условиях.

2.1.1. Роль натурных наблюдений и измерений и их классификация.

2.1.2. Измерение сдвижений земной поверхности и толщи горных пород.

2.1.3. Определение напряжений.

2.1.4. Определение смещений и напряжений при динамических воздействиях.

2.1.5. Определение параметров зоны нарушения пород.

2.1.6. Изучение взаимодействия пород с крепью.

2.1.7. Автоматизированные системы контроля состояния породного массива и обеспечения безопасности горных работ.

Литература: [4, с.18-35]; [5, с.81-106]; [8, с.92-122];[9, с.25-30, 327-350];[11, с.16-41]; [12, с.155-167].

2.2. Моделирование геомеханических процессов.

2.2.1. Общие сведения. Область применения моделирования при решении задач механики горных пород.

2.2.2. Основные положения теории подобия.

2.2.3. Метод центробежного моделирования.

2.2.4. Метод эквивалентных материалов.

2.2.5. Поляризационно-оптический метод моделирования.

2.2.6. Другие методы моделирования.

2.3. Аналитические методы исследования напряжённо-деформированного состояния и прочности горных пород. Общие сведения.

Литература: [8, с.122-159]; [11, с.44-50].

3. Геомеханические процессы в массивах пород при подземной разработке.

3.1. Геомеханические процессы при ведении очистных работ.

3.1.1. Сдвижение горных пород при очистной выемке.

3.1.2. Деформации и разрушение пород непосредственной и основной кровли.

3.1.3. Периодический характер проявлений горного давления в очистных забоях.

3.1.4. Устойчивость пород кровли в очистных забоях.

3.1.5. Вывалы пород непосредственной кровли.

3.1.6. Отжим пласта в очистных забоях.

Литература: [1, с.42-71]; [2, с.44-66]; [9, с.106-129].

3.2. Опорное давление в зонах влияния очистных работ.

3.2.1. Развитие опорного давления при подвигании очистного забоя от разрезной выработки.

3.2.2. Опорное давление в зоне влияния очистного забоя.

3.2.3. Статическая составляющая опорного давления.

Литература: [1, с.72-84]; [2, с.36-40]; [3, с.122-126]; [4, с.95-98]; [9, с.168-184]; [11, с.69-80].

3.3. Геомеханические процессы при подработке и надработке пластов.

3.3.1. Напряжения и деформации в толщах пород пв толщах пород пнадработке. Механизм защитного действия.

3.3.2. Зоны разгрузки и опорного давления при подработке-надработке. Построение границ защищенных зон и зон повышенного горного давления. Принципы использования защитных пластов.

Литература: [1, с.101-116]; [2, с.132-161]; [4, с.83-95]; [9, с.209-229].

3.4. Геомеханические процессы при проведении выработки в массиве пород.

3.4.1. Напряжённо-деформированное состояние массива пород вокруг выработки.

3.4.2. Влияние забоя выработки на напряжённо-деформированное состояние массива пород.

3.4.3. Разрушение пород вокруг одиночной выработки.

3.4.4. Оценка устойчивости породных обнажений.

Литература: [1, с.29-41]; [7, с.51-70]; [8, с.182-211]; [9, с.37-101]; [12, с.14-29].

3.5. Геомеханические процессы в подготовительных выработках в зоне влияния очистных работ.

3.5.1. Зона влияния очистных работ впереди лавы.

3.5.2. Зона влияния очистных работ позади лавы.

3.5.3. При проведении выработок позади лавы.

3.5.4. При повторном использовании выработки.

3.5.5. При проведении выработки вприсечку к выработанному пространству.

3.5.6. Пучение почвы горных выработок.

Литература: [1, с.84-100]; [4, с.99-106]; [9, с.101-105].

3.6. Особенности проявлений горного давления в зонах влияния разрывных нарушений.

3.6.1. О механизме проявления горного давления в зонах дизъюнктивов.

3.6.2. При проведении капитальных и подготовительных выработок.

3.6.3. При очистной выемке.

3.6.4. Определение пролёта нарушенной кровли в лавах.

Литература: [2, с.179-204]; [4, с.124-174].

4. Сдвижение горных пород при открытой разработке.

4.1. Общие сведения.

4.2. Свойства определяющие поведение горных пород в массиве.

4.3. Напряжённое состояние массивов и условия равновесия откосов.

4.4. Горно-технические факторы устойчивости бортов.

4.5. Факторы устойчивости отвалов.

4.6. Формы проявления деформаций массивов горных пород, условия и причины их возникновения.

4.6.1. Классификаций деформаций.

4.6.2. Осыпи и обрушения.

4.6.3. Оползни уступов и бортов карьеров.

4.6.4. Фильтрационные деформации.

4.6.5. Особенности деформаций отвалов.

4.7. Сущность прогноза устойчивости бортов карьеров и отвалов.

Литература: [5, с.10-81 и 111-117]; [8, с. 330-355]; [12, с.80-129].

5. Вредные проявления горного давления и другие опасности в подземных выработках.

5.1. Геодинамические процессы при ведении горных работ.

5.1.1. Горные удары и их классификация.

5.1.2. Теория и механизм горных ударов.

5.1.3. Прогноз горных ударов.

5.1.4. Внезапные поднятия пород почвы (опускания кровли).

5.2. Выделение метана в подземные выработки.

5.2.1. Формы присутствия метана в угольных пластах и породах, его выделение в горные выработки.

5.2.2. Газодинамика призабойной части угольного пласта при очистной выемке.

5.2.3. Газовый баланс выемочных участков.

5.3. Газодинамические процессы при ведении горных работ.

5.3.1. Общие сведения о внезапных выбросах полезных ископаемых и газа.

5.3.2. Основы теории внезапных выбросов угля и газа.

5.3.3. Прогноз выбросоопасных зон в угольных пластах.

5.3.4. Механизм внезапных выбросов породы и газа.

5.3.5. Прогноз выбросоопасности песчаников.

5.4. Гидравлические процессы в массиве пород.

5.4.1. Шахтные воды. Классификация массивов пород по обводненности.

5.4.2. Закономерности движения воды в массивах горных пород.

5.4.3. Предотвращение внезапных прорывов вод в подземные выработки.

5.4.4. Оценка деформаций массива горных пород при подработке водоемов и зон горного массива, насыщенных текучими массами.

Литература: [1, с.117-195 и 326-390]; [2, с.168-179]; [3, с.133-170]; [4, с.50-64, 75-83 и 107-124]; [6, с.34-68]; [8, с.355-377, 401-434 и 465-469]; [12, с. 167-181].

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

Студент выполняет две контрольных работы, задания для которых представлены в таблицах 1 и 2 в десяти вариантах. Выполняется вариант, соответствующий последней цифре шифра студента. Если последняя цифра шифра оканчивается нулем, то студент выполняет вариант 10. Контрольные работы необходимо представлять в виде текстовой и графической частей.

На титульном листе расчетно-пояснительной записки указываются: фамилия и инициалы студента, его шифр, домашний адрес и наименование дисциплины.

После условия задачи следует полностью переписать вариант контрольного задания из соответствующей таблицы. Все страницы в тексте нумеруются. Ответы на поставленные в задании вопросы должны быть исчерпывающими. Приводя формулы, студент должен указывать источники, из которых они взяты. В начале пишется буквенное выражение формулы, а затем проставляются численные значения.

В конце выполненных контрольных работ приводится перечень использованной литературы, ставится личная подпись студента и дата выполнения.

Контрольная работа № 1

Определить необходимую длину разгружающей лавы при локальной надработке полевого штрека с целью обеспечения его устойчивости применительно к исходным данным, принятым из табл. 1.

Пример: Определить необходимую длину разгружающей лавы при локальной надработке полевого штрека с целью обеспечения его устойчивости в условиях: расстояние от пласта до штрека h_2=7,5 м; угол падения пласта α=10°; углы защиты $\delta_3=\delta_4$=75°; ширина штрека B^1=5,2 м; ширина защитной зоны n=4,8 м.

Решение. Длина разгружающей лавы составит:

$$l_л = B^1 + 2n + X + Y.$$

В связи с тем, что по условию $\delta_3 = \delta_4 = 75°$,

$$X = Y = h_2 \operatorname{ctg}\delta = 7{,}5 \operatorname{ctg}75° = 1{,}7 \text{ м}.$$

Отсюда длина лавы

$$l_л = 5{,}2 + 2 \cdot 4{,}8 + 2 \cdot 1{,}7 = 18{,}2 \text{ м}.$$

Принимаем длину разгружающей лавы для обеспечения устойчивости полевого штрека равной 20 м.

Таблица 1

Задания для контрольной работы № 1

Исходные данные		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расстояние от пласта до штрека h_2, м		3	5	7	9	10	8	6	4	5	7
Угол падения пласта, градус		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Угол защиты, градус	δ_3	75	75	75	77	80	80	80	80	78	75
	δ_4	75	75	75	70	70	70	70	72	75	80
Ширина* штрека B^1, м		4	5	6	4,5	5,5	5	5,5	4	6	4,5
Ширина защитной зоны n, м		5	6	4	7	5,5	4,5	6	3	3,5	4

*Размер поперечного сечения штрека (наибольший) по линии, параллельной линии падения пласта.

Литература: Бич Я.А., Емельянов Б.И., Муратов Н.А. Управление состоянием массива горных пород. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 1988. - 264 с.

Контрольная работа № 2

Для условий, приведенных в табл. 2, при наличии прочных монолитных пород, способных образовывать при их обнажении эквивалентные пролеты, студент должен определить параметры технологии ведения работ при разработке полезного ископаемого под сооружениями или водоемом без нарушения поверхности камерой - лавой (блоками). При этом по теории "эквивалентных пролетов" В.Д. Слесарева [1] определить 2-й или I-й и эквивалентные пролеты по формуле:

$$L_{II} = \sqrt{3K_р h / \gamma_{пр}},$$

где $K_р$ - предел прочности породы - моста разрыву, тс/м^2; h - мощность породы-моста, м.; $\gamma_{пр}$ - объёмная масса пород, учитывающая влияние вышележащей толщи на породу-мост, определяется по методу «скользящей выработки» [2].

Затем рассчитывается ширина блока A и междублокового целика B. Определяются окончательные параметры технологической схемы выемки.

Рассмотрим пример расчета параметров технологической схемы выемки пласта m=2,5 м, залегающего под рекой на глубине 60 м. Состав покрывающей толщи представлен следующими породами. Мощность насосов h_1=6 м, предел прочности разрыву $K_{р1}$=5 тс/м^2, γ_1=2,25 т/м^3. Под насосами расположен среднезернистый песчаник мощностью h_2=8 м, γ_2=2,25 т/м^3, $K_{р2}$=200 тс/м^2, который залегает на мелкозернистом песчанике мощностью h_3=6 м, γ_3=2,45 т/м^3, $K_{р3}$=550 тс/м^2.

Под мелкозернистым песчаником залегают: среднезернистый песчаник мощностью h_4=4 м, γ_4=2,54 т/м^3, $K_{р4}$=200 тс/м^2, тонкозернистый песчаник мощностью h_5=10 м, γ_5=2,5 т/м^3, $K_{р5}$=240 тс/м^2, среднезернистый песчаник мощностью h_6=6 м, γ_6=2,57 т/м^3, $K_{р6}$=300 тс/м^2, который залегает также на среднезернистом песчанике, являющемся породой - мостом h_7=12 м, γ_7=2,6 т/м^3, $K_{р7}$=300 тс/м^2, ниже породы - моста находится непосредственная кровля, состоящая из аргиллитов и алевролита мощностью h_8=8 м, γ_8=2,3 т/м^3, $K_{р8}$=150 тс/м^2, покрывающая пласт мощностью 2,5 м.

Для выявления ширины блока по простиранию пласта применим расчетный метод по определению предельного пролета основной кровли песчаника мощностью до 12 м по методу "скользящей горной выработки", предложенный проф. В.Д. Слесаревым [2].

Таблица 2

Задания для контрольной работы № 2

Наименование пород	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Насосы $K_{р1}$=5 тс/м^2, γ_1=2,3 т/м^3, мощность h_1, м	h_1=10	8	6	12	7	9	5	6	10	11
Аргиллит $K_{р2}$=150 тс/м^2, γ_2=2,4 т/м^3, h_2, м	h_2=10	12	15	18	16	14	12	10	16	10
Алевролит $K_{р3}$=200 тс/м^2, γ_3=2,3 т/м^3, h_3, м	h_3=12	14	8	12	18	16	14	15	16	12
Песчаник среднезернистый $K_{р4}$=300тс/м^2, γ_4=2,5 т/м^3, h_4, м	h_4=14	12	10	16	12	14	11	13	15	11
Песчаник крупнозернистый (порода-мост) $K_{р5}$=450 тс/м^2, γ_5=2,5 т/м^3, h_5, м	h_5=18	16	17	15	13	16	14	15	18	17
Аргиллит, алевролит (непоср. кровля) $K_{р6}$=200 тс/м^2, γ_6=2,3 т/м^3, h_6, м	h_6=6	7	8	9	6	7	8	5	8	9
Уголь, γ=1,4 т/м^3, $\sigma_{сж}$=1200 тс/м^2, m, м	m=1,8	1,6	1,6	2,0	2,2	2,4	2,1	2,0	2,2	2,4

Примечание. Для всех вариантов $l_{экв}$=32 м, угол обрушения пород непосредственной кровли δ=70°, коэффициент запаса прочности целика n=1,2.

Литература:

1. Борисов А. А. Механика горных пород и массивов. – М.: Недра, 1980. – 360 с.

2. Нисковский Ю.Н. Управление состоянием массива. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 1990. – 78 с.

Расчёт ведём на основании структурной колонки месторождения.

В расчёте принимаем, что предохранительный целик с одной стороны граничит с выработанным пространством, тогда эквивалентный пролёт, соответствующий середине лавы при трёхстороннем закреплении плиты, будет равен:

$$l_{\text{экв}} = \frac{2ав}{a + 2в} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 100}{50 + 2 \cdot 100} = 40 \text{ м.}$$

где *в* - длина выработки, м; *а* - ширина выработки, м.

Давление насосов на подстилающий среднезернистый песчаник определим, пользуясь выражением:

$$P_1 = \gamma_1 h_1 - \frac{4}{3} K_{\text{р1}} \frac{h_1^2}{l_{\text{экв}}^2}, \text{ т/м}^2;$$

$$P_1 = 2{,}25 \cdot 6 - \frac{4}{3} \cdot 5 \frac{36}{1000} = 12{,}35 \text{ т/м}^2.$$

Определим давление среднезернистого песчаника мощностью h_2=8 м на мелкозернистый песчаник мощностью h_3=6 м.

Приведенный вес среднезернистого песчаника определяем из выражения:

$$\gamma_{\text{пр1}} = \frac{P_1 + \gamma_2 h_2}{h_2} = \frac{12{,}35 + 2{,}25 \cdot 8}{8} = 3{,}79 \text{ т/м}^3;$$

$$P_2 = \gamma_{\text{пр1}} h_2 - \frac{4}{3} K_{\text{р}} \frac{h_2^2}{l_{\text{экв}}^2}, \text{ т/м}^2;$$

$$P_2 = 3{,}79 \cdot 8 - \frac{4}{3} \cdot 200 \frac{64}{1600} = 19{,}72 \text{ т/м}^2.$$

Давление мелкозернистого песчаника h_3=6 м на среднезернистый песчаник h_4=4 м.

Определим приведенный объемный вес мелкозернистого песчаника:

$$\gamma_{\text{пр2}} = \frac{P_2 + \gamma_3 h_3}{h_3} = \frac{19{,}72 + 2{,}45 \cdot 6}{6} = 5{,}7 \text{ т/м}^3,$$

тогда

$$P_3 = 5{,}7 \cdot 6 - \frac{4}{3} \cdot 550 \frac{36}{1600} = 17{,}7 \text{ т/м}^2.$$

Давление среднезернистого песчаника h_4=4 м на тонкозернистый песчаник.

Определим приведенный объемный вес среднезернистого песчаника

$$\gamma_{\text{пр3}} = \frac{P_3 + \gamma_4 h_4}{h_4} = \frac{17{,}7 + 2{,}54 \cdot 4}{4} = 6{,}9 \text{ т/м}^3,$$

тогда

$$P_4 = 6{,}9 \cdot 4 - \frac{4}{3} \cdot 200 \frac{16}{1600} = 25{,}0 \text{ т/м}^2.$$

Определим приведённый вес тонкозернистого песчаника h_5=10 м:

$$\gamma_{\text{пр4}} = \frac{P_4 + \gamma_5 h_5}{h_5} = \frac{25 + 2{,}5 \cdot 10}{10} = 5{,}0 \text{ т/м}^3.$$

Давление тонкозернистого песчаника h_5=10 м на среднезернистый песчаник h_6=8 м определяется

$$P_5 = 5{,}0 \cdot 10 - \frac{4}{3} \cdot 240 \frac{100}{1600} = 29{,}0 \text{ т/м}^2.$$

Определим приведенный вес среднезернистого песчаника h_6=8 м:

$$\gamma_{\text{пр5}} = \frac{P_5 + \gamma_6 h_6}{h_6} = \frac{29 + 25{,}7 \cdot 8}{8} = 6{,}0 \text{ т/м}^3.$$

Давление среднезернистого песчаника мощностью 8 м на породу-мост монолитный песчаник мощностью 12 м:

$$P_6 = \gamma_{\text{пр5}} h_6 - \frac{4}{3} K_{\text{р6}} \frac{h_6^2}{l_{\text{экв}}^2} = 6 \cdot 8 - \frac{4}{3} \cdot 300 \frac{36}{1600} = 45{,}0 \text{ т/м}^2.$$

Определим примерный вес среднезернистого песчаника породы-моста мощностью h_7=12 м:

$$\gamma_{\text{пр6}} = \frac{P_6 + \gamma_7 h_7}{h_7} = \frac{45 + 2{,}6 \cdot 12}{12} = 6{,}3 \text{ т/м}^3.$$

Тогда второй эквивалентный пролёт основной кровли - песчаника h_7=12 м определим по формуле

$$L_{\text{II}} = \sqrt{3 K_{\text{р}} h_7 / \gamma_{\text{пр}}} = \sqrt{(3 \cdot 300 \cdot 12) / 6{,}3} = 41 \text{ м},$$

где $K_{\text{р}}$ - предел прочности песчаников разрыву, тс/м^2; h_7 - мощность пород монолитного песчаника, м; $\gamma_{\text{пр}}$ - приведённый объёмный вес пород, учитывающий влияние вышележащей толщи на породу-мост.

Ширину блока A, междублокового целика B определяем, исходя из условий сохранения устойчивости породы-моста, по методу, предложенному Ю.А. Модестовым:

$$A = L_{\text{II}} + 2h_{\text{н}} \operatorname{ctg} \delta, \text{ м}.$$

Приняв $h_{\text{н}}$=6 м, δ=70° и подставив в выражение, получим:

$$A = 41 + 2 \cdot 6 \cdot 0{,}364 = 45 \text{ м},$$

$$B = \frac{\gamma \left[h(2H - h_{\text{н}}) \operatorname{ctg} \delta + L_{\text{II}} - (H - h_{\text{н}}) \right] K}{\sigma_{\text{сж}} - \gamma H K}, \text{ м},$$

где $\sigma_{\text{сж}}$ - предел прочности на сжатие, тс/м^2; K - коэффициент запаса прочности целика, K=1,2; γ - средний объёмный вес пород, т/м^3, γ=2,4.

Тогда

$$B = 2{,}4 \frac{\left[7(2 \cdot 61 - 6) \cdot 0{,}364 + 54{,}7(61 - 6) \right] \cdot 1{,}2}{1200 - 2{,}4 \cdot 60 \cdot 1{,}2} = 9{,}13 \text{ м}.$$

На основании проведённых расчётов принимаем ширину междублокового целика, равную 10 м, а ширину камеры-лавы (блока) - 40 м.

Емельянов Борис Иванович

Нисковский Юрий Никандрович

Геомеханика

Программа, методические указания и контрольные задания для студентов-заочников направления 130400 «Горное дело» (специальности 130402, 130404, 130405 и 130406).

Корректор Л. В. Яриш
Техн. редактор Н. М. Белохонова

Подписано . Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 0,7. Уч-изд. л. 0,5.
Тираж 100. Заказ .

Издательство ДВГТУ, 690950, Владивосток, Пушкинская, 10
Типография издательства ДВГТУ, 690950, Владивосток, Пушкинская, 10