

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**к самостоятельной и индивидуальной работе студентов**  
**по дисциплине**  
**«ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**  
**(для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело»)**

РАССМОТРЕНО  
на заседании кафедры  
«Разработка месторождений  
полезных ископаемых»  
Протокол № 1 от 31.08.2020 г.

УТВЕРЖДЕНО  
на заседании учебно-  
издательского совета ДОННТУ  
Протокол № от

Донецк  
2020

**Рецензенты:**

Калякин Станислав Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры строительства зданий, подземных сооружений и геомеханики ГОУВПО «ДОННТУ»;

Клочко Игорь Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУВПО «ДОННТУ».

**Составитель:**

Петренко Юрий Анатольевич – доктор технических наук, профессор, зав. кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУВПО «ДОННТУ»

**Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине базовой части учебного плана «Прикладная механика» [Электронный ресурс] :** для студентов уровня проф. образования «специалитет» по специальности 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. разработки месторождений полезных ископаемых ; сост. Ю.А. Петренко. – Электрон. дан. (1 файл: 215 Кб). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

Приведены рабочая программа дисциплины «Прикладная механика», вопросы для самопроверки знаний, полученных при изучении курса, общие методические указания по самостоятельной работе и выполнению индивидуального задания студентами-заочниками, исходные данные к индивидуальному заданию.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Прикладная механика» является специальной для горного инженера, потому что предоставляет основные сведения о состоянии породного массива; геомеханических процессах, которые возникают во время сооружения и следующей эксплуатации горных выработок; методах прогнозной оценки устойчивости выработок и нагрузках на крепь; расчёт параметров различных конструкций крепи.

*Целью* изучения дисциплины является получение студентами представлений о геомеханических процессах во вмещающем выработку массиве, устойчивости горных выработок, методах расчета горного давления и конструкций крепи.

*Главная задача* изучения дисциплины состоит в привитии студентам навыков самостоятельного анализа геомеханических и горнотехнических условий строительства и расчетов проявлений горного давления и параметров способов управления этими процессами.

В результате освоения дисциплины студент должен *знать* основные закономерности развития геомеханических процессов в породном массиве при сооружении и эксплуатации горной выработки; методы прогнозной оценки характеров и величины горного давления в выработках; конструкции крепей, методики их выбора и определения параметров для конкретных горно-геологических условий; основные положения ремонта крепи и Правила безопасности при выполнении работы.

*уметь* оценить устойчивость породных обнажений в выработке; рассчитать нагрузку на крепь и её параметры; при необходимости выбрать способы охраны, которые обеспечивают устойчивое состояние выработки в течение всего срока ее эксплуатации; обосновать принимаемое решение и оценить его технико-экономические показатели.

Перечисленные результаты обучения являются основой для **формирования следующих компетенций:**

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (**ОК-1**);

готовностью участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов (**ПК-14**);

## 2. ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина предусматривает изучение тем, приведенных ниже. По каждой теме приведен перечень используемых литературных источников.

### **Тема 1. Структурно-механические особенности массива горных пород**

#### Содержание темы 1:

Факторы, влияющие на различия физико-механических параметров пород в образце и массиве. Методика учёта этих факторов в инженерных расчётах. Неоднородность и анизотропия породного массива.

Литература к теме 1: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

### **Тема 2. Геомеханические модели породных массивов.**

#### Содержание темы 2:

Понятие геомеханической модели. Виды моделей. Гипотеза о сплошности среды. Элементарный объем, квазисплошность и квазиоднородность породного массива.

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

### **Тема 3. Напряженное состояние нетронутого массива горных пород**

#### Содержание темы 3:

Факторы, вызывающие напряжение в ненарушенном горном массиве. Оценка компонентов напряженного состояния ненарушенного породного массива. Коэффициент бокового распора для упругой и сыпучей среды.

Литература к теме 3: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

### **Тема 4. Механизм формирования нагрузки на крепь горной выработки**

#### Содержание темы 4:

Характер распределения напряжений вокруг одиночной выработки. Коэффициент концентраций напряжений. Механизм формирования нагрузки.

Литература к теме 4: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

### **Тема 5. Методы оценки устойчивости горных выработок**

#### Содержание темы 5:

Классификация выработок по устойчивости. Методы оценки устойчивости выработки в целом. Методы оценки устойчивости кровли и почвы выработки.

Литература к теме 5: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

**Тема 6. Расчёт нагрузки на крепь методами теорий «заданной нагрузки»**

Содержание темы 6:

Классические теории горного давления заданной нагрузки (Бирмбаумера, Протодьяконова, Цимбаревича и т.д.).

Литература к теме 6: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

**Тема 7. Расчёт нагрузки на крепь методами теорий «заданной деформации»**

Содержание темы 7:

Классические теории горного давления заданной деформации (Лабасса, Фенерра, Руппенейта, Заславского и т.д.).

Литература к теме 7: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

**Тема 8. Расчёт нагрузки на крепь нормативными методами**

Содержание темы 8:

Методы расчёта нагрузки на крепь выработок различного назначения.

Литература к теме 8: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

**Тема 9. Расчёт нагрузки на крепь от вывалов**

Содержание темы 9:

Классификация вывалов. Расчёт нагрузки от вывала в забойной части выработки и в эксплуатируемой.

Литература к теме 9: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

**Тема 10. Расчёт нагрузки на крепь вертикальных и наклонных выработок**

Содержание темы 10:

Расчёт нагрузки на крепь вертикального ствола по методике СНиП. Особенности расчёта нагрузки на крепь наклонных выработок.

Литература к теме 10: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

**Тема 11. Расчёт параметров жёстких и податливых рамных крепей**

Содержание темы 11:

Расчёт параметров деревянных, металлических и железобетонных конструкций рамной крепи.

Литература к теме 11: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

**Тема 12. Расчёт параметров монолитных крепей**

Содержание темы 12:

Расчёт параметров бетонной и набрызгбетонной крепи.

Литература к теме 12: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

### **Тема 13. Расчёт параметров сборных конструкций крепи**

#### Содержание темы 13:

Расчёт параметров блочных и тубинговых крепей.

Литература к теме 13: [1, 2, 3, 4]

### **Тема 14. Расчёт параметров анкерных крепей**

#### Содержание темы 14:

Расчёт параметров анкерной крепи с различными схемами её работы.

Литература к теме 14: [1, 2, 3, 4]

### **Тема 15. Расчёт параметров временных конструкций крепи**

#### Содержание темы 15:

Расчёт параметров выдвигных и механизированных конструкций временной крепи.

Литература к теме 15: [1, 2, 3, 4]

### **Тема 16. Расчёт параметров крепи вертикальных стволов**

#### Содержание темы 16:

Расчёт параметров монолитной бетонной и тубинговой крепи вертикальных стволов.

Литература к теме 16: [1, 2, 3, 4]

## **3. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

1. Какие структурно-механические особенности горного массива существенно влияют на его механические параметры?
2. Как в инженерных расчётах учитывается это влияние?
3. Дайте определение «неоднородности» и «анизотропии» горного массива.
4. Как классифицируются горные массивы по этим характеристикам?
5. Факторы, влияющие на напряжённое состояние ненарушенного массива.
6. Компоненты напряжённого состояния ненарушенного горного массива.
7. Коэффициент бокового распора для упругой среды.
8. Коэффициент бокового распора для сыпучей среды.
9. Напряжённое состояние горного массива с выработкой. Коэффициент концентрации напряжений.
10. Механизм формирования нагрузки на крепь.
11. Оценка устойчивости выработки по методике РАНИМИ.

12. Оценка устойчивости выработки по предельной глубине.
13. Критерий устойчивости выработок.
14. Оценка устойчивости кровли выработки по предельному пролету.
15. Оценка устойчивости почвы выработки по расчетной ширине.
16. Оценка устойчивости почвы выработки по методике РАНИМИ.
17. Расчет нагрузки на крепь по теории Бирбаумера.
18. Расчет нагрузки на крепь по теории М.М. Протодьяконова.
19. Расчет нагрузки на крепь по теории Лабасса.
20. Расчет нагрузки на крепь по теории Ю.З. Заславского.
21. Расчет нагрузки на крепь вертикальных стволов.
22. Особенности расчета нагрузки на крепь наклонных выработок.
23. Расчет параметров деревянной крепи.
24. Расчет параметров жесткой металлической рамной крепи.
25. Расчет параметров податливых рамных крепей.
26. Расчет параметров блочных конструкций крепи.
27. Расчет параметров тубинговой крепи.
28. Расчет параметров бетонной крепи.
29. Расчет параметров набрызг-бетонной крепи.
30. Расчет параметров анкерных крепей.
31. Расчет параметров крепей вертикальных стволов.

#### **4. ТЕМА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ (контрольная работа)**

1. Выбрать место расположения выработки относительно вмещающих пород. Рассчитать средневзвешенную прочность вмещающих пород.
2. Оценить устойчивость горной выработки.
3. Рассчитать нагрузку на крепь по теории заданной деформации.
4. Рассчитать нагрузку на крепь по нормативной методике.
5. Проанализировать данные расчетов и выбрать максимальную нагрузку на крепь.
6. Подобрать конструкцию крепи.
7. Рассчитать параметры выбранной крепи.
8. Описать технологию ее возведения.

Выполнение индивидуального задания предусмотрено только для студентов заочной формы обучения. Вариант для исходных данных выбирается по порядковому номеру в списке студентов группы (от 1 до 25). Исходные данные для расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчетов

Вариант №	Глубина залегания, Н, м	Размеры выработки вчерне, м		Угол падения пород, град.	Водоприток в выработку, м <sup>3</sup> /ч	Наличие геологических нарушений	Угольный пласт		Непосредственная кровля		Основная кровля		Непосредственная почва		Основная почва	
		ширина, В	высота, h				мощность, м	прочность, МПа	мощность, м	прочность, МПа	мощность, м	прочность, МПа	мощность, м	прочность, МПа	мощность, м	прочность, МПа
1	920	3,27	2,76	5	2	Да	0,7	10	1,1	25УС	15	45ПС	0,9	30ГС	9,5	45ПС
2	970	3,57	3,01	10	3	Нет	0,8	11	1,2	26УС	14	48ПС	1,0	31ГС	8,5	47ПС
3	1080	4,18	3,13	15	4	Нет	0,9	12	1,3	27УС	13	50ПС	1,1	32ГС	7,5	49ПС
4	1130	4,75	3,44	20	5	Нет	1,0	13	1,4	28УС	12	52ПС	1,2	33ГС	8,0	50П
5	1000	5,2	3,55	25	1,5	Да	1,1	14	1,5	29УС	11	53ПС	1,3	34ГС	7,9	51П
6	1100	5,44	3,97	30	2,5	Нет	1,2	15	1,6	30ГС	10	55П	1,4	35ПГС	8,3	52П
7	995	3,27	3,46	35	1	Да	1,3	14	1,7	31ГС	11,5	60П	1,5	34ПГС	9,1	54П
8	890	3,27	3,26	30	0,9	Нет	1,4	13	1,8	35ГС	12,5	57П	1,6	33ГС	9,5	55П
9	1190	3,27	3,06	25	3	Нет	1,5	12	1,9	36ГС	13,5	51П	1,7	32ГС	10	57П
10	1250	3,57	3,71	20	5	Нет	1,35	11	2,0	37ГС	7,5	49ПС	1,8	31ГС	12	49П
11	1300	3,57	3,51	15	7	Нет	1,45	10	2,1	38ГС	8,0	47ПС	1,9	30УС	10,5	47ПС
12	1150	3,57	3,31	10	6	Нет	1,25	11	2,2	39ПГС	8,5	45ПС	2,0	29УС	9	50ПС
13	1200	4,18	3,83	5	4	Нет	1,15	12	2,3	40ПГС	9,0	43ПС	2,1	28УС	8,5	53П
14	1280	4,2	3,63	0	3	Нет	1,05	13	2,4	36ГС	9,5	41ГС	2,2	27УС	8,0	54П
15	1350	4,18	3,43	5	2	Да	0,95	14	2,5	35ГС	10,0	40,5ГС	2,3	31ГС	8,9	48ПС
16	1110	4,18	3,94	10	1	Да	0,85	15	2,6	34ГС	9,2	39ГС	2,4	32ГС	7,8	46ПС
17	1030	4,8	4,14	15	5	Нет	0,75	14	2,7	32ГС	9,4	42ПС	2,5	33ГС	7,6	45ПС
18	1100	4,75	3,74	20	4	Нет	0,65	13	2,8	30ГС	9,0	46ПС	2,35	34ГС	9,1	41ПС
19	1210	4,8	4,24	25	3	Нет	0,7	12	2,9	28ГС	8,6	49ПС	2,15	35ПГС	10,2	40ГС
20	1195	5,2	4,04	30	2	Да	0,8	11	3,0	29ГС	8,0	52П	2,05	36ПГС	12,3	39ГС
21	1020	5,2	3,84	35	0,9	Да	0,9	10	1,5	27УС	11,0	44ПС	1,95	37ПГС	14,1	56П
22	1130	5,44	4,34	20	6	Нет	1,0	12	1,7	26УС	12	43ПС	1,85	38ГС	13,3	47П
23	1320	5,44	4,14	10	4	Нет	1,1	14	1,9	34ГС	13	42ПС	1,75	35ГС	12,5	59П
24	1220	5,44	3,94	5	3	Нет	1,2	15	1,3	33ГС	14	51П	1,65	34ГС	9,9	48П
25	1000	4,2	3,1	0	2	Да	1,3	13	1,2	32ГС	15	40ГС	1,5	30ГС	10,0	50П



Расчетные формулы и примеры расчетов приведены в [5].

Контрольная работа оформляется на листах бумаги стандартного формата с учетом требований стандартов к оформлению отчетов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – 10-20 страниц формата А4 (210×297 мм).

На титульном листе указываться: полное наименование университета, кафедры, дисциплины, ФИО студента, название группы, номер варианта, дата выполнения индивидуального задания (контрольной работы), ФИО преподавателя.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### *Основная литература*

1. Геомеханика [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / А. Н. Шашенко, В. П. Пустовойтенко, Е. А. Сдвижкова ; А.Н. Шашенко, В.П. Пустовойтенко, Е.А. Сдвижкова ; ГВУЗ "Нац. горн. ун-т". – 11 Мб. – Киев : [б.и.], 2015. – 1 файл. – <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9683.djvu>

2. Баклашов И.В. Механика подземных сооружений и конструкции крепей [Электронный ресурс] : учебник для вузов / И. В. Баклашов, Б. А. Картозия ; И.В. Баклашов, Б.А. Картозия. – Изд. 3-е, стер. – 13 Мб. – Москва : Студент, 2012. – 1 файл. – Систем. требования: Просмотрщик djvu-файлов. –<http://ed.donntu.ru/books/20/cd9703.djvu>

3. Литвинский, Г.Г. Расчет крепи горных выработок на ЭВМ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Г. Литвинский, Э. В. Фесенко, Е. В. Емец ; Г.Г. Литвинский, Э.В. Фесенко, Е.В. Емец ; Донбас. гос. техн. ун-т. – 4 Мб. - Алчевск : ДГТУ, 2011. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. - ISBN 978-966-310-261-0. – <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9706.pdf>

### *Дополнительная литература*

4. Моделирование физических процессов в горном производстве [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 21.05.04 "Горное дело" / С. В. Борщевский [и др.] ; С.В. Борщевский, С.А. Калякин, К.Н. Лабинский и др. ; ГОУ ВПО "ДонНТУ". – 8 Мб. – Донецк : ГОУ ВПО "ДонНТУ", 2016. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. – <http://ed.donntu.ru/books/cd4536.pdf>

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

5. Методические указания к проведению практических и самостоятельных работ по дисциплине базовой части учебного плана "Прикладная механика" [Электронный ресурс] : для студентов уровня профессионального образования "специалист" по специальности 21.05.04 "Горное дело" всех форм обучения / ГОУВПО "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых ; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. разраб. месторожд. полез. ископаемых ; сост.: Ю.А. Петренко, П.П. Голембиевский. – 14 Мб. – Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2016. (доступ через личный кабинет студента)