



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
И.А. Пыталев

15.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***УПРАВЛЕНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРИ  
ОТКРЫТОЙ И ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ***

Направление подготовки (специальность)  
21.06.01 ГЕОЛОГИЯ, РАЗВЕДКА И РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
заочная

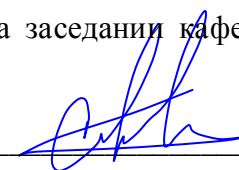
|                     |  |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт горного дела и транспорта           |
| Кафедра             | Разработки месторождений полезных ископаемых |
| Курс                | 2  |

Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 21.06.01 ГЕОЛОГИЯ, РАЗВЕДКА И РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 886)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

09.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

15.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры РМПИ, канд. техн. наук  В.Ю. Заляднов

Рецензент:

Исполнительный директор НИИОГР, д-р техн. наук  
 А.М. Макаров

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Цель изучения дисциплины «Управление геомеханическими процессами при открытой и подземной разработке месторождения» - освоение методик прогнозирования деформаций массива и инженерных методов управления горным давлением.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Управление геомеханическими процессами при открытой и подземной разработке входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Современные проблемы наук о Земле и производства

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Геотехнологические способы разработки месторождений полезных ископаемых

Научно-исследовательская деятельность и подготовка НКР

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Управление геомеханическими процессами при открытой и подземной разработке» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения  |
|--|--|
| ПК-4 Способность разрабатывать теоретические положения и технические решения по использованию выработанных и сооруженных подземных пространств в недрах Земли. |  |
| Знать  | - показатели оценки устойчивости открытых и подземных горных выработок и сооруженных подземных пространств в недрах Земли;<br>- прочностные и деформационные характеристики горных пород на образцах и в массиве;<br>- основные понятия, структуру и задачи геомеханики;<br>- критерии оценки научных и методических основ исследования при выборе способа управления геомеханическими процессами при ОГР и ППР месторождений твердых георесурсов.                         |
| Уметь  | - определять напряжения и деформации горного массива в зоне влияния очистных работ сооруженных подземных пространств в недрах Земли;<br>- определять динамические проявления горного давления и сдвигание горных пород при разработке полезных ископаемых.<br>- анализировать по-лученные результаты исследования в научной области;<br>- научно обосновывать и экспериментально проверять полученные результаты научных исследований в области геомеханических процессов. |

|  |   |
|--|---|
| Владеть  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- графически и аналитически определять коэффициент запаса устойчивости при применении традиционных способов разработки (ОГР или ПГР);</li> <li>- методологии расчета критериев оценки устойчивости (КЗУ) основных способов разработки (геотехнологий) месторождений полезных ископаемых;</li> <li>- обобщения результатов научной деятельности в области геомеханических процессов при геотехнологических способах добычи полезных ископаемых (ОГР и ПГР).</li> </ul>  |
| ПК-5 Владением методами научного обоснования параметров горнотехнических сооружений и процессов взаимодействия инженерных конструкций с породными массивами и устойчивости горных выработок. |   |
| Знать  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные свойства горных пород, влияющих на устойчивость горных выработок для традиционных способов разработки;</li> <li>- классификацию инженерных конструкций, повышающих устойчивость горных выработок для традиционных способов разработки;</li> <li>- методы научного обоснования параметров горнотехнических сооружений;</li> <li>- процессы взаимодействия инженерных конструкций с породными массивами и устойчивости горных выработок.</li> </ul>   |
| Уметь  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обосновывать параметры (угол погашения, высоту) горнотехнических сооружений традиционных способов разработки и комбинированного открыто–подземного способа добычи твердых полезных ископаемых;</li> <li>- обосновывать и рассчитывать инженерные конструкции для повышения устойчивости горных выработок при ОГР и ПГР;</li> <li>- анализировать по-лученные результаты исследования в научной области;</li> <li>- научно обосновывать и экспериментально проверять полученные результаты научных исследований в области геомеханических процессов.</li> </ul> |
| Владеть  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- составления технической и рабочей документации (планы и разрезы) при проектирования и планировании горнотехнических сооружений;</li> <li>- методологии расчета основных параметров горнотехнических сооружений и процессов взаимодействия инженерных конструкций с породными массивами и устойчивости горных выработок;</li> <li>- обобщения и оценка результатов научной деятельности в области геомеханических процессов разработки полезных ископаемых при ОГР и ПГР.</li> </ul>  |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12 акад. часов;
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 56 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

| Раздел/ тема дисциплины  | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы        | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--|------|--|-----------|-------------|---------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|
|  |      | Лек.   | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |                                   |   |                 |
| 1. Процессы взаимодействия инженерных конструкций с породными массивами и устойчивости горных выработок и научно обоснованные способы строительства подземных сооружений, их |      |  |           |             |                                 |                                   |   |                 |
| 1.1 1. Основные понятия, структура и задачи геомеханики.   | 2    | 0,7  |           | 0,7/0,5И    | 6                               | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос, защита практической работы                        | ПК-4, ПК-5      |
| 1.2 2. Свойства, закономерности и особенности строения массива горных пород.   |      | 0,7  |           | 0,7/0,5И    | 6                               | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос, защита практической работы                        | ПК-4, ПК-5      |
| 1.3 Свойства массива горных пород и теории прочности.  |      | 0,7  |           | 0,7/0,5И    | 6                               | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос, защита практической работы                        | ПК-4, ПК-5      |
| 1.4 4. Методы оценки напряженного состояния горных пород в зоне влияния горных работ.  |      | 0,7  |           | 0,7/0,5И    | 6                               | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос, защита практической работы                        | ПК-4, ПК-5      |
| 1.5 5. Изучение процессов взаимодействия инженерных конструкций с породными массивами и  |      | 0,7  |           | 0,7/0,5И    | 6                               | Подготовка к контрольной работе   | Контрольная работа  | ПК-4, ПК-5      |
| Итого по разделу   |      | 3,5  |           | 3,5/2,5И    | 30                              |                                   |   |                 |
| 2. Теоретические положения и технические решения по использованию подземного пространства  |      |  |           |             |                                 |                                   |   |                 |
| 2.1 6. Напряжения и деформации горного массива в зоне влияния очистных работ.  | 2    | 0,7  |           | 0,7/0,5И    | 6                               | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос, защита практической работы                        | ПК-4, ПК-5      |

|   |     |  |          |    |                                   |  |            |
|---|-----|--|----------|----|-----------------------------------|--|------------|
| 2.2 7. Сдвигение горных пород при разработке полезных ископаемых. | 0,6 |  | 0,6/0,5И | 6  | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос, защита практической работы | ПК-4, ПК-5 |
| 2.3 8. Динамические проявления горного давления.                  | 0,6 |  | 0,6/0,5И | 7  | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос, защита практической работы | ПК-4, ПК-5 |
| 2.4 9. Приоритетные научные направления геомеханики.              | 0,6 |  | 0,6      | 7  | Повторение материала              | защита практической работы               | ПК-4, ПК-5 |
| 2.5 Промежуточная аттестация                                      |     |  |          |    | Подготовка к зачету               | Зачет с оценкой                          | ПК-4, ПК-5 |
| Итого по разделу  | 2,5 |  | 2,5/1,5И | 26 |                                   |  |            |
| Итого за семестр  | 6   |  | 6/4И     | 56 |                                   | зао                                      |            |
| Итого по дисциплине   | 6   |  | 6/4И     | 56 |                                   | зачет с оценкой                          | ПК-4,ПК-5  |

## **5 Образовательные технологии**

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается

- использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации и большого объема графического материала, слайд-шоу;
- использование раздаточного материала по темам практических занятий и семинаров;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, семинарские занятия и т.д.

Лекция – беседа подразумевает под собой наличие эмоциональной обратной связи, доверительного общения с целью вовлечения аспирантов к совместным рассуждениям, поискам решения поставленных вопросов, что позволяет осознанно усвоить материал.

При проведении практических занятий осуществляется устный опрос, разбор конкретных ситуаций, дискуссии.

Самостоятельная работа стимулирует аспирантов в процессе подготовки домашних заданий, при разборе конкретных ситуаций на практических семинарах и к итоговой аттестации (зачету).

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Дементьев, А.В. Конспект лекций по дисциплине «Геомеханика» [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие для студентов направления подготовки 21.05.04 «Горное дело», 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства» / А.В. Дементьев; КузГТУ. - Кемерово, 2016. - 129 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/115111> — Загл. с экрана.

2. Казикаев, Д.М., Козырев, А.А., Каспарьян, Э.В., Иофис, М.А. Управление геомеханическими процессами при разработке месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - М.: Издательство «Горная книга», 2016. - 490 с.: ил. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/101757/#1> — Загл. с эк-рана.

### **б) Дополнительная литература:**

Дементьев, А.В. Геомеханика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело», специализации 21.05.04-05 «Шахтное и подземное строительство» и направлению подготовки (специальности) 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства» / А.В. Дементьев - Кемерово: КузГТУ, 2015. - 104 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/69419/#1> — Загл. с экрана.

### **в) Методические указания:**

1. К.В. Бурмистров, В.Ю. Заляднов Управление состоянием массива: методические указания к практической работе по дисциплине «Управление состоянием массива» для студентов специальности 130400 «Горное дело», специализации №3 «Открытые горные работы». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013, 18 с.

2. Кузнецова Т.С. Основы геомеханики. Метод. указания по выполнению расчет-но-графической работы по дисциплинам «Геомеханика», «Основы геомеханики». Маг-нитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 29 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

| Наименование ПО                         | № договора                | Срок действия лицензии |
|---|---------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов)  | Д-1227-18 от 08.10.2018   | 11.10.2021             |
| MS Windows 7 Professional (для классов) | Д-757-17 от 27.06.2017    | 27.07.2018             |
| MS Office 2007 Professional             | № 135 от 17.09.2007       | бессрочно              |
| 7Zip                                    | свободно распространяемое | бессрочно              |
| Autodesk AutoCAD 2019                   | учебная версия            | бессрочно              |
| FAR Manager                             | свободно распространяемое | бессрочно              |

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса  | Ссылка  |
|---|---|
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                       | <a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>   |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги   | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a> |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам                    | URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                                      |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)  | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                            |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>        |
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»         | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                                 |

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория геомеханики и технологии ОГР - Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:

Динамометр электронный сжатия

ДСМ-1/4-1МГ4 до 1 кН;

Прибор компрессионный для испытания грунтов ПКГ-Ф;

Прибор для определения сопротивления грунтов сдвигу ГПП-30;

Шкаф сушильный ШС-0,25-20;

Весы лабораторные электронные ARC120 Adventure кл. точности II

( гос. реестр № 18785-00);

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория геомеханики и физики горных пород - Пресс гидравлический ПСУ-125

Измеритель времени и скорости распространения ультразвука Пульсар-2.1;

Каппаметр КМ-7 карманный измеритель магнитной восприимчивости;

Весы лабораторные ВК-3000

кл. точности высокий II

( гос. реестр РФ № 48026-11);

Весы неавтоматического действия МП-150 (МП ВДА «Гулливер 06») кл. точности

III;

Стенд для моделирования на эквивалентных материалах;

Лаборатория полевая ПЛЛ-10; Макет для определения трещиноватости горных пород.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации -

Доска, мультимедийный проектор, экран;

Помещения для самостоятельной работы обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде обсуждения докладов, дискуссий, темы которых определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

| <i>Тема дисциплины</i>   | <i>Вид самостоятельной работы</i>                                     | <i>Форма контроля</i>                               |
|--|---|---|
| Основные понятия, структура и задачи геомеханики.  | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>- конспектирование. | Практические занятия, устный опрос (собеседование). |
| Свойства, закономерности и особенности строения массива горных пород.  | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>- конспектирование. | Практические занятия, устный опрос (собеседование). |
| Свойства массива горных пород и теории прочности.  | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>- конспектирование. | Практические занятия, устный опрос (собеседование). |
| Методы оценки напряженного состояния горных пород в зоне влияния горных работ.   | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>- конспектирование. | Практические занятия, устный опрос (собеседование). |
| Изучение процессов взаимодействия инженерных конструкций с породными массивами и устойчивости горных выработок.                                  | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>- конспектирование. | Практические занятия, устный опрос (собеседование). |
| Напряжения и деформации горного массива в зоне влияния очистных работ.   | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>- конспектирование. | Практические занятия, устный опрос (собеседование). |
| Сдвигание горных пород при разработке полезных ископаемых.   | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>- конспектирование. | Практические занятия, устный опрос (собеседование). |
| Динамические проявления горного давления.  | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>- конспектирование. | Практические занятия, устный опрос (собеседование). |
| Приоритетные научные направления геомеханики. Разработка теоритических положений и технических решений по использованию подземного пространства. | - самостоятельное изучение учебной литературы;<br>- конспектирование. | Практические занятия, устный опрос (собеседование). |

*7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации*

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

| Структурный элемент компетенции   | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства   |
|---|--|--|
| <b>ПК-4 Способность разрабатывать теоретические положения и технические решения по использованию выработанных и сооруженных подземных пространств в недрах Земли.</b> |  |  |
| Знать   | – - показатели оценки устойчивости открытых и подземных горных выработок и сооруженных подземных пространств в недрах Земли; | <p><b>Вопросы для подготовки к аттестации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Горное давление и методы его оценки.</li> <li>2. Гипотезы горного давления.</li> <li>3. Механические характеристики горных пород как основа формирования технологических схем.</li> <li>4. Методы испытания прочностных характеристик горных пород.</li> <li>5. Прочностные характеристики пород, паспорт прочности.</li> <li>6. Деформационные характеристики горных пород, их влияние на процессы деформирования горных массивов при нагружении.</li> <li>7. Реологические свойства горных пород.</li> <li>8. Гипотезы свода естественного равновесия.</li> <li>9. Особенности современного состояния геомеханики.</li> <li>10. Методы исследования напряженно-деформированного состояния горных пород.</li> </ol> |

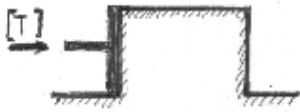






| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | <p>б) сцепление и угол внутреннего трения по поверхностям трещин;</p> <p>8 Коэффициент Пуассона горных пород – это:</p> <p>а) отношение относительных продольной и поперечной деформаций;      в) отношение абсолютных поперечной и продольной деформаций;</p> <p>б) отношение относительных поперечной и продольной деформаций;      г) отношение абсолютных продольной и поперечной деформаций.</p> <p>9 Удельное сцепление пород – это показатель:</p> <p>а) деформационных свойств;      в) механических свойств;</p> |



| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
|                                 |                                 | <p>7 Для какой цели используется стереограмма трещиноватости ?<br/><i>Работа №2</i></p> <p>1 Определить вертикальное давление в массиве на глубине 200 м. Плотность пород 2,5 т/м<sup>3</sup>.</p> <p>2 Чем отличается удельный вес породы от ее плотности ?</p> <p>3 Назвать вид деформации и дать ее определение по схеме приложения предельной нагрузки (см. рисунок).</p>  <p>4 Дать определение сопротивления сдвигу и величины удельного сцепления.</p> <p>5 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом линии простирания 10° и углом падения 70°.</p> <p>6 Для какой цели используется диаграмма трещиноватости ? Основные параметры диаграммы.</p> <p>7 Как определить удельное сцепление пород в массиве ?</p> |

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства   |
|--|---------------------------------|--|
|  |                                 | <p style="text-align: center;"><i>Работа №3</i></p> <p>1 Дать понятие о структурном блоке массива, от чего зависят его размеры ?</p> <p>2 Как измерить азимут линии простирания плоскости трещины ?</p> <p>3 Удельное сцепление пород 1 МПа. Какую касательную силу надо приложить к образцу с квадратным сечением 5x5 см при чистом сдвиге ?</p> <p>4 Образец с квадратным сечением 5x5 см срезан при нормальном напряжении 5 МПа и касательном 3 МПа. Определить величины приложенных сил</p> <p>5 Сопротивление породы сдвигу 4 МПа при нормальном давлении 5 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Определить с помощью паспорта прочности удельное сцепление.</p> <p>6 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом линии простирания 90° и угле падения 0°.</p> <p style="text-align: center;">7 Дать определение понятия «сила сцепления».</p> |
| <p><b>ПК-5 Владением методами научного обоснования параметров горнотехнических сооружений и процессов взаимодействия инженерных конструкций с породными массивами и устойчивости горных выработок.</b></p> |                                 |  |

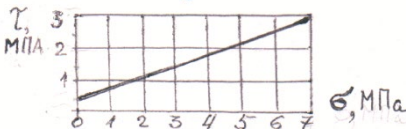
| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---|---|
| Знать                           | <p>– - основные свойства горных пород, влияющих на устойчивость горных выработок для традиционных способов разработки; - классификацию инженерных конструкций, повышающих устойчивость горных</p> | <p>Вопросы для подготовки к аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Область применения моделей упругой, упругопластической и пластической среды в задачах геомеханики.</li> <li>2. Уравнения теории упругости, используемые в решении геомеханических задач.</li> <li>3. Особенности модели упругопластической среды, последовательность расчета напряженно-деформированного состояния массива.</li> <li>4. Напряженное состояние горных пород в зоне влияния одиночных выработок в поле гравитационных сил.</li> <li>5. Напряженное состояние горных пород в зоне влияния одиночных выработок в поле гравитационных и тектонических сил.</li> <li>6. Напряженное состояние горных пород в зоне влияния одиночных выработок в гидростатическом поле напряжений.</li> <li>7. Распределение напряжений в окрестностях сближенных выработок.</li> <li>8. Особенности распределения напряжений в горном массиве в зоне влияния очистных работ при различных системах разработки.</li> <li>9. Определение предельных параметров обнажений массива пород.</li> <li>10. Расчет параметров целиков.</li> <li>11. Напряженное состояние и несущая способность целиков.</li> <li>12. Коэффициент запаса прочности Целиков и факторы, его определяющие.</li> <li>13. Расчет параметров целиков при наклонном падении рудного тела.</li> <li>14. Параметры процесса сдвижения горных пород.</li> <li>15. Факторы, определяющие процесс сдвижения.</li> <li>16. Методы контроля и прогноза параметров сдвижения.</li> <li>17. Понятие и причины возникновения динамических проявлений горного давления, формы динамических явлений.</li> </ol> |



| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | <p>3 Наиболее вероятная поверхность скольжения в приоткосном массиве пород – это поверхность, по которой:</p> <p>а) действуют максимальные касательные напряжения;</p> <p>б) отношение суммы касательных сил к сумме сил трения и сцепления является минимальным;</p> <p>в) отношение суммы сил трения и сцепления к сумме касательных сил является минимальным;</p> <p>г) отношение суммы сил трения и сцепления к сумме касательных сил является максимальным.</p> <p>4 Условием равновесия связных пород в приоткосном массиве является:</p> <p>а) равенство угла откоса углу внутреннего трения пород;</p> <p>б) равенство высоты откоса высоте вертикального обнажения пород;</p> <p>в) равенство касательных напряжений сопротивлению пород сдвигу.</p> <p>5 Касательные напряжения (<math>\tau</math>), действующие по наиболее вероятной поверхности скольжения определяются:</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | <p>а) <math>\tau = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi</math>;</p> <p>б) <math>\tau = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\beta</math>;</p> <p>в) <math>\tau = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta</math>;</p> <p>г) <math>\tau = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \sin 2\theta</math>;</p> <p>6 Предельная высота вертикального откоса (<math>H_{90}</math>) определяется:</p> <p>а) <math>H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot \operatorname{ctg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2})</math> ;</p> <p>б) <math>H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot \operatorname{ctg}(45^\circ - \frac{\varphi}{2})</math> ;</p> <p>в) <math>H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot \operatorname{ctg}(45^\circ + \frac{\varphi}{2})</math> ;</p> <p>г) <math>H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot \operatorname{ctg}(45^\circ - \frac{\varphi}{2})</math> .</p> <p>7 Боковое давление в массиве пород (<math>\sigma_x</math>):</p> <p>а) <math>\sigma_x = \gamma \cdot h</math>;</p> <p>б) <math>\sigma_x = \vartheta \cdot \gamma \cdot h</math>;</p> <p>в) <math>\sigma_x = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta</math>;</p> <p>г) <math>\sigma_x = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \theta</math> .</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства   |
|---------------------------------|--|--|
|                                 |  | <p>8 «Паспорт прочности» породы – этот график зависимости:</p> <p>а) касательных напряжений от величины нормальных напряжений;      в) касательных напряжений от угла наклона площадок сдвига.</p> <p>б) между напряжениями и деформациями;</p> <p>9 Круг Мора – это график зависимости касательных и нормальных напряжений:</p> <p>а) от угла сдвига пород;      в) от угла наклона напряженных площадок.</p> <p>б) от вертикального давления;</p>  |
| Владеет                         | <p>- - опытом составления технической и рабочей документации (планы и разрезы) при проектирования и планировании горнотехнических сооружений; - методологии расчета основных параметров горнотехнических сооружений.</p> | <p><i>Работа №4</i></p> <p>1 Образец породы кубической формы имеет размеры 5х5х5 см. При одноосном сжатии продольная абсолютная деформация составила 0,5 мм. Коэффициент Пуассона породы 0,2. Определить относительную поперечную деформацию.</p> <p>2 Бульдозером сдвинута призма породы сечением 1х1х1 м. Какую силу потребовалось приложить для ее сдвига, если удельный вес пород <math>2 \cdot 10^4</math> Н/м<sup>3</sup>, удельное сцепление 1 МПа, угол внутреннего трения 30° ?</p> <p>3 Определить боковое давление в массиве на глубине 300 м. Плотность пород 3 т/м<sup>3</sup>.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | <p>Коэффициент Пуассона 0,2.</p> <p>4 Дать название и определение линий 1,2, указанных на стереограмме трещиноватости и описание способа их определения.</p> <p>5 Изобразить на стереограмме плоскость трещины в азимуте линии простирания <math>300^\circ</math> и углом падения <math>60^\circ</math>.</p> <p>6 Дать определения «удельного веса» и «плотности» пород.</p> <p>7 Дать аналитическое выражение прочности, изображенного рисунке.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">паспорта<br/>на</p> <p style="text-align: center;"><i>Работа №5</i></p> <p>1 Дать определение интенсивности трещиноватости, назвать фактора, от которых зависит структурное ослабление пород.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
|                                 |                                 | <p>2 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом линии простирания <math>30^\circ</math> и углом падения <math>10^\circ</math></p> <p>3 Определить плотность породы (в <math>\text{т/м}^3</math>), если ее удельный вес <math>29430 \text{ Н/м}^3</math>.</p> <p>4 Определить боковое давление в массиве пород на глубине 100 м. Коэффициента Пуассона этих пород 0,2. Плотность породы <math>3 \text{ т/м}^3</math>.</p> <p>5 Дать определение угла внутреннего трения породы.</p> <p>6 Начертить возможные схемы приложения сил к образцам породы при испытании их на сдвиг.</p> <p>7 Определить силу тяжести вертикального породного блока высотой 100 м, шириной 50 м в плоско-напряженном состоянии. Плотность пород <math>3 \text{ т/м}^3</math>.</p> <p style="text-align: center;"><i>Работа №6</i></p> <p>1 Плотность пород <math>3 \text{ т/м}^3</math>, коэффициент Пуассона 0,2. Определить горизонтальное напряжение на глубине массива 200 м.</p> <p>2 Образец с сечением <math>10 \times 10 \text{ см}</math> разрушен касательной нагрузкой 0,5 МПа. Определить величину приложенной силы.</p> <p>3 Какая порода имеет большее сопротивление сдвигу при нормальном давлении 5 МПа: 1) <math>\varphi = 30^\circ</math>, <math>C = 0,1 \text{ МПа}</math>; 2) <math>\varphi = 15^\circ</math>, <math>C = 0,2 \text{ МПа}</math>.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
|                                 |                                 | <p>4 Сдвиг образца произошел при вертикальном давлении 0,6 МПа и касательном).1 МПа. Угол внутреннего трения породы 30°. Определить удельное сцепление породы.</p> <p>5 Изобразить на стереограмме плоскость откоса с азимутом простирания 310° и углом падения 90°.</p> <p>6 Какую массу груза требуется поместить на поверхность образца сечением 20x20 см, чтобы создать вертикальное давление 0,1 МПа.</p> <p>7 Дать определение понятию «чистый сдвиг».</p> |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«зачтено-отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций;

– на оценку **«зачтено-хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций;

– на оценку **«зачтено-удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций;

– на оценку **«незачтено»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.