

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор **В.П. Зубов**

Проректор по образовательной
деятельности доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГЕОМЕХАНИКА

| | |
|-------------------------------------|---|
| Уровень высшего образования: | Специалитет |
| Специальность: | 21.05.04 Горное дело |
| Направленность (профиль): | Подземная разработка рудных месторождений |
| Квалификация выпускника: | горный инженер (специалист) |
| Форма обучения: | очная |
| Составитель: | к.т.н., доцент Е.Р. Ковальский |

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Геомеханика» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – Специалитет по направлению подготовки «21.05.04 Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России от 12 августа 2020 г. №987;

- на основании учебного плана специалитета по направлению подготовки «21.05.04 Горное дело», направленность (профиль) «Подземная разработка рудных месторождений».

Составитель _____ к.т.н., доцент Е.Р. Ковальский

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых от 13.01.2021 г., протокол №9.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор В.П. Зубов

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ Романчиков А.Ю.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: получение студентами комплекса представлений о горно-геомеханических процессах в массивах горных пород и факторах, влияющих на интенсивность, характер и параметры данных процессов, а также в приобретении теоретических знаний о принципах формирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород и получении практических навыков оценки этих параметров и свойств горных пород на основе компьютерного моделирования и результатов испытаний горных пород.

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление с понятиями напряжений, смещений и деформаций массива горных пород, с характеристиками горных пород и массивов;
- изучение основных положений теорий прочности горных пород;
- приобретение навыков работы со специализированными средствами моделирования и анализа напряженно-деформированного состояния массива горных пород;
- усвоение основных принципов разработки расчетных схем, анализа и интерпретации результатов;
- формирование представлений о взаимосвязи геомеханических процессов и параметров ведения открытых и подземных горных работ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Геомеханика» относится к обязательной части «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «21.05.04 Горное дело» и изучается в 6 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Геомеханика», являются «Инженерная и компьютерная графика», «Сопротивление материалов», «Основы разработки месторождений полезных ископаемых», «Процессы очистных работ при разработке рудных месторождений».

Дисциплина «Геомеханика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Горно-геологические геоинформационные системы», «Основы проектирования горных предприятий», «Управление состоянием массива горных пород на рудниках», «Компьютерное моделирование технологических процессов добычи руды», «Проектирование рудников», для выполнения, подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является широкое использование средств компьютерной визуализации деформационных процессов в массивах горных пород для принятия инженерных решений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Геомеханика» направлен на формирование следующих компетенций:

| Формируемые компетенции | | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--|------------------------|--|
| Содержание компетенции | Код компетенции | |
| Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов | ОПК-5 | ОПК-5.1 - Знать теоретические и методологические основы оценки параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород, методы, анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов |
| | | ОПК-5.2 - Уметь применять методы анализа горных пород и состояния массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов |
| | | ОПК-5.3 - Владеть навыками применения методов анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач |
| Способен применять методы анализа и знания закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов | ОПК-6 | ОПК-6.1 - Знать теоретические и методологические основы оценки параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых с учетом характера изменения свойств горных пород, методы, анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов |
| | | ОПК-6.2 - Уметь применять методы анализа горных пород и состояния массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов |
| | | ОПК-6.3 - Владеть навыками применения методов анализа, знаний закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при решении конкретных профессиональных задач |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часов.

| Вид учебной работы | Всего ак. часов | Ак. часы по семестрам |
|---|-----------------|-----------------------|
| | | 6 |
| Аудиторная работа, в том числе: | 64 | 64 |
| Лекции (Л) | 32 | 32 |
| Практические занятия (ПЗ) | 32 | 32 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | |
| Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе: | 44 | 44 |
| Подготовка к лекциям | 20 | 20 |
| Подготовка к практическим занятиям/семинарам | 2 | 2 |
| Расчетно-графическая работа (РГР) | 16 | 16 |
| Подготовка к зачету/дифф.зачету/экзамену | 6 | 6 |
| Промежуточная аттестация – экзамен (Э) | Э | Э |
| Общая трудоёмкость дисциплины (ак. час.) | 144 | 144 |
| Общая трудоёмкость дисциплины (зач. ед.) | 4 | 4 |

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование разделов | Виды занятий | | | | |
|-------|---|-----------------|-----------|----------------------|---------------------|---|
| | | Всего ак. часов | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект) |
| 1. | Раздел 1. Введение в дисциплину. Основные термины и определения | 28 | 6 | 8 | - | 14 |
| 2. | Раздел 2. Прочностные и деформационные свойства горных пород и массивов | 50 | 12 | 24 | - | 14 |
| 3. | Раздел 3. Природное напряженное состояние массива горных пород | 12 | 6 | - | - | 6 |
| 4. | Раздел 4. Проявления горного давления в горных выработках | 18 | 8 | - | - | 10 |
| | Итого: | 108 | 32 | 32 | - | 44 |

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоёмкость в ак. часах |
|-------|----------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | Раздел 1. Введение в дисциплину. | Понятие о науке «геомеханика». Задачи геомеханики. Основные термины. Понятие об образце и элементарном объеме горной породы. | 2 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|---------------|---|--|--------------------------|
| 2 | Основные термины и определения | Понятие о силе, механическом напряжении, деформации и смещении. Главные напряжения. Правило индексации напряжений. Правило знаков в геомеханике. | 2 |
| 3 | | Напряженное состояние элементарного объема. Виды напряженных состояний. Круги напряжений (круги Мора). | 2 |
| 4 | Раздел 2. Прочностные и деформационные свойства горных пород и массивов | Физико-механические свойства горных пород. Плотность, пористость, проницаемость. | 2 |
| 5 | | Прочность горных пород. Пределы прочности горных пород. Методы их определения. | 2 |
| 6 | | Теория прочности Кулона-Мора. Паспорт прочности горных пород. | 2 |
| 7 | | Деформационные свойства горных пород. Модуль упругости. Коэффициент Пуассона. | 2 |
| 8 | | Краткие сведения о других теориях прочности. Геомеханические модели массивов. | 2 |
| 9 | | Системы классификаций массивов горных пород. Классификации RQD, RMR, GSI, Q-System. | 6 |
| 10 | Раздел 3. Природное напряженное состояние массива горных пород | Общие сведения. Гравитационные напряжения. Геостатическое напряженное состояние (гипотеза А.Н. Динника). Гидростатическое напряженное состояние (гипотеза А. Гейма). Гравитационно-тектоническое напряженное состояние. Тектонические напряжения. Методика определения направления действия главных напряжений М.В. Гзовского. | 2 |
| 11 | | Особенности природного напряженного состояния МГП. Тектонические режимы. Признаки наличия в массиве высоких горизонтальных тектонических напряжений. | 2 |
| 12 | | Методы определения величины напряжений в массиве. Метод полной разгрузки. Метод гидроразрыва скважины. Метод щелевой разгрузки. Метод частичной разгрузки | 2 |
| 13 | Раздел 4. Проявления горного давления в горных выработках | Механизмы перераспределения параметров НДС МГП в окрестности подготовительных выработок | 4 |
| 14 | | Механизмы перераспределения параметров НДС МГП в окрестности очистных выработок | 2 |
| 15 | | Механизмы перераспределения параметров НДС МГП в окрестности открытых горных выработок | 2 |
| Итого: | | | 32 |

4.2.3. Практические занятия

| № п/п | Раздел | Тематика практических занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|-------|--------|--|--------------------------|
| 1 | 1 | Построение графиков распределения радиальных и | 8 |

| № п/п | Раздел | Тематика практических занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|---------------|--------|---|--------------------------|
| | | тангенциальных напряжений в окрестности одиночной круглой выработки | |
| 2 | 2 | Определение параметров RQD и RMR массива горных пород | 12 |
| 3 | 2 | Построение паспорта прочности горных пород и определение его параметров | 12 |
| Итого: | | | 32 |

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне промежуточной аттестации) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов). Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля

успеваемости

Раздел 1. Введение в дисциплину. Основные термины и определения

1. Понятие напряжения, деформации, смещений.
2. Напряженное и деформированное состояние элементарного объема.
3. Упругость, пластичность и текучесть горных пород.
4. Круги напряжений.
5. Виды напряженных состояний.

Раздел 2. Прочностные и деформационные свойства горных пород и массивов

1. Деформирование и разрушение горных пород.
2. Хрупкое и пластическое разрушение. Геомеханические модели массивов
3. Теория прочности горных пород Кулона-Мора.
4. Системы классификаций массивов горных пород.
5. Деформационные свойства горных пород.

Раздел 3. Природное напряженное состояние массива горных пород

1. Виды естественного напряженного состояния МГП и их характеристика
2. Геостатическое напряженное состояние
3. Гидростатическое напряженное состояние
4. Гравитационно-тектоническое напряженное состояние
5. Методы определения величины напряжений в массиве

Раздел 4. Проявления горного давления в горных выработках

1. Механизмы потери устойчивости пород по контуру подготовительных горных выработок
2. Формулы Кирша
3. Сдвигение горных пород
4. Механизмы потери устойчивости откосов и бортов карьеров
5. Механизмы перераспределения параметров НДС в окрестности очистных выработок

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета/экзамена)

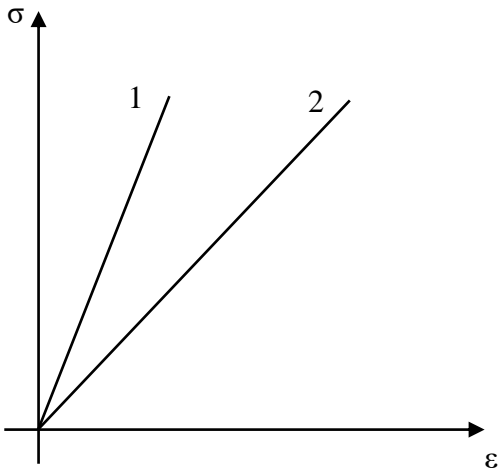
6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Понятие о науке «геомеханика». Задачи геомеханики.
2. Понятие об образце и элементарном объеме горной породы
3. Понятие о силе
4. Понятие о механическом напряжении
5. Понятие о деформации и смещении
6. Правило знаков в геомеханике
7. Напряженное состояние элементарного объема
8. Виды напряженных состояний
9. Круги напряжений (круги Мора)
10. Прочностные и деформационные свойства горных пород
11. Пределы прочности горных пород
12. Предел прочности на одноосное сжатие
13. Предел прочности на одноосное растяжение
14. Предел прочности горной породы на сдвиг (срез), сцепление и угол внутреннего трения.
15. Теория прочности Кулона-Мора. Паспорт прочности горных пород.
16. Деформационные свойства. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона
17. Особенности и взаимосвязь прочностных и деформационных свойств горных пород
18. Классификация RQD
19. Классификация RMR
20. Классификация GSI
21. Классификация Q-system
22. Природное напряженное состояние массива горных пород
23. Гравитационные напряжения. Геостатическое напряженное состояние (гипотеза А.Н. Динника)
24. Гидростатическое напряженное состояние (гипотеза А. Гейма)
25. Гравитационно-тектоническое напряженное состояние
26. Гравитационная дифференциация. Тектонические напряжения.
27. Методика определения направлений главных напряжений М.В. Гзовского
28. Тектонические режимы.
29. Особенности природного напряженного состояния МГП
30. Признаки наличия в массиве высоких горизонтальных тектонических напряжений
31. Методы определения величины напряжений

32. Метод полной разгрузки
33. Метод гидроразрыва скважины
34. Метод шелевой разгрузки
35. Метод частичной разгрузки
36. Механизмы потери устойчивости пород по контуру горных выработок
37. Формулы Кирша для выработки круглого поперечного сечения.
38. Процессы сдвигения горных пород
39. Механизмы потери устойчивости откосов и бортов карьеров. Оползни.
40. Механизмы перераспределения параметров НДС в окрестности очистных выработок.
Опорное давление.

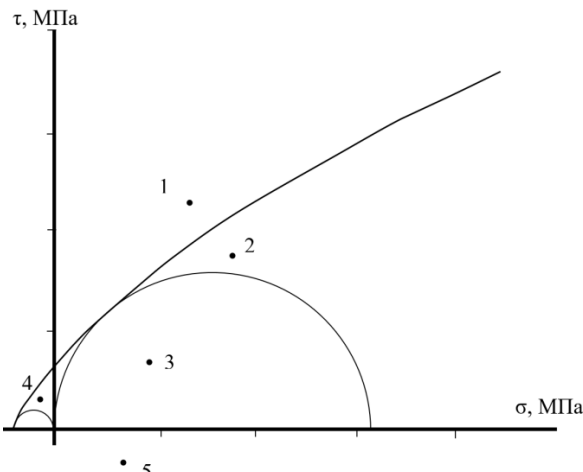
6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету/экзамену

Вариант 1

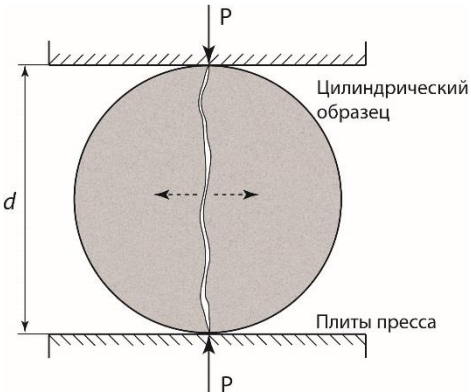
| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|--|
| 1. | Какая из перечисленных характеристик массива горных пород, как объекта научных исследований, является неправильной ? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Массив горных пород является предварительно напряженной средой. 2. Массив горных пород представляет собой сплошную однородную среду. 3. В определенных условиях массив горных пород является флюидонасыщенной средой. 4. Строение и структура массива горных пород существенно различаются для каждой его характерной области. |
| 2. | <p>На рисунке в координатах «напряжения σ – деформации ε» схематично представлена упругая часть диаграммы деформирования образцов горных пород 1 и 2. У какого из образцов модуль Юнга выше (при прочих равных условиях)?</p>  | <ol style="list-style-type: none"> 1. У первого образца модуль Юнга выше, чем у второго. 2. У второго образца модуль Юнга выше, чем у первого. 3. У обоих образцов модули Юнга одинаковы. 4. По представленной схеме невозможно оценить соотношение модулей Юнга образцов. |
| 3. | Что понимается под «исследуемой точкой» в сплошном массиве? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Характерный для исследуемой области МГП «элементарный объем», достаточно малый, но сохраняющий характерные свойства МГП. 2. Элемент массива с «бесконечно малым» размером по оси X (dX). 3. Элемент массива с "бесконечно малым" |

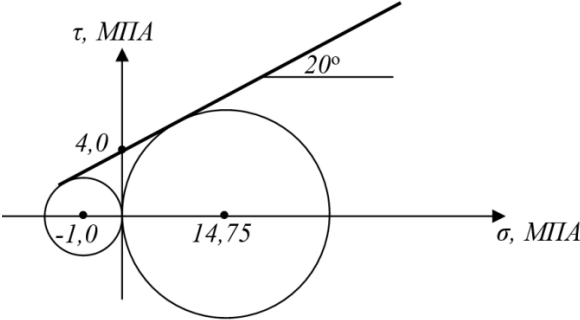
| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|--|
| | | размером по осям Y и X (dY, dX). 4. Любой элемент массива. |
| 4. | Что является мерой внутренних сил в сплошном твердом теле? | 1. Давление. 2. Отношение объемных сил к единице объема. 3. Напряжение. 4. Деформации. |
| 5. | Какой показатель не используется в классификации массивов горных пород RMR (Rock Mass Rating)? | 1. Обводненность массива горных пород. 2. Глубина заложения горной выработки. 3. Взаимная ориентация горной выработки и основных систем трещин в массиве горных пород. 4. Шероховатость трещин. |
| 6. | Если показатель RQD массива равен 10%, то к какому типу по степени трещиноватости относится данный массив? | 1. К очень сильнотрещиноватому. 2. К среднетрещиноватому. 3. К очень слаботрещиноватому. 4. Показатель RQD не позволяет оценивать степень трещиноватости МГП. |
| 7. | Сколько (и каких конкретно) компонентов нормальных деформаций присутствует в тензоре деформаций? | 1. Два компонента (γ_{xy}, γ_{zy}). 2. Один компонент (ϵ_z). 3. Шесть компонентов ($\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$). 4. Три компоненты ($\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$). |
| 8. | Какой элемент незакрепленной квадратной горной выработки подвергается разрушению в большей степени при гравитационно-тектоническом естественном напряженном состоянии сплошного изотропного однородного массива массива горных пород (при прочих равных условиях)? | 1. Бока горной выработки. 2. Кровля и почва горной выработки. 3. Разрушение контура выработки происходит равномерно. 4. Данный вид естественного напряженного состояния не оказывает влияния на устойчивость выработки. |
| 9. | Что называется магнитными свойствами? | 1. Условия поведения пород в магнитном поле. 2. Условия поведения пород в электромагнитном поле. 3. Условия поведения пород в гравитационно-тектоническом поле. 4. Условия поведения пород в рудничном поле. |
| 10. | Что такое деформируемость горных пород? | 1. Характеристики, определяемые при "условно-мгновенных" испытаниях: модуль упругости, модуль деформаций и др. 2. Способность горных пород изменять форму и размеры под влиянием силового воздействия без разрушения. 3. Характеристики горных пород, определяемые в функции скоростей продольных и поперечных компонент |

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|--|
| | | упругих колебаний в МГП. 4. Параметры горных пород, определяемые в условиях трехосного напряженно-деформированного состояния. |
| 11. | Какие из перечисленных методов решения задач механики сплошных сред относятся к численным методам? | 1. Метод граничных элементов. 2. Метод конечных элементов. 3. Метод эквивалентных материалов. 4. Методы, перечисленные в п.1 и 2. |
| 12. | Отличаются ли определяемые при испытании образцов мехсвойства горных пород от свойств представленных ими массивов? | 1. Не отличаются. 2. Отличаются незначительно. 3. Отличие обусловлено только наличием в МГП системы хаотических трещин. 4. Габариты образцов не могут отражать присущие массиву системы трещин (системных, полигональных, хаотических), что обуславливает несоответствие мехсвойств горных пород и соответствующих им массивов. |
| 13. | Дайте определение "физической сплошности" МГП. | 1. МГП при наличии в нем одной системы трещин. 2. Массив, содержащий минимальное количество включений нехарактерных литотипов пород. 3. Массив как твердое тело, в котором вещество заполняет его объем непрерывно (от точки к точке на бесконечно малых расстояниях). 4. МГП, представленный прочными разностями пород. |
| 14. | Выберите соотношение нормальных компонентов напряжений (σ_z – вертикальная компонента, σ_x и σ_y – горизонтальные), отвечающее «гравитационно-тектоническому полю напряжений» в области «невозмущённого» массива горных пород. | 1. $\sigma_z = \sigma_x = \sigma_y = \gamma \cdot H$ 2. $\sigma_x \neq \sigma_y > \sigma_z$; $\sigma_x = \sigma_y > \sigma_z$ 3. $\sigma_z = \gamma \cdot H$; $\sigma_x = \sigma_y = 0,2 \cdot \sigma_z$ 4. $\sigma_z = \gamma \cdot H$; $\sigma_x = \sigma_y = 0,3 \cdot \sigma_z$ |
| 15. | Что отражает общий вид уравнения прочности $f(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)=0$? | 1. Прочность зависит от уровня деформаций в точке МГП. 2. Прочность в точке МГП определяется только уровнем ее напряженного состояния. 3. Прочность зависит от фактора времени. 4. Прочность зависит от уровней напряжений и деформаций в точке массива. |
| 16. | Что такое релаксация напряжения в горных породах? | 1. Изменение в горной породе уровня действующих в ней напряжений во времени при постоянной величине деформаций. |

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|--|
| | | 2. Изменение напряжений в горных породах при «условно мгновенных» испытаниях на сдвиг. 3. Изменение напряжений в горных породах при «условно мгновенных» испытаниях на сжатие. 4. Изменение напряжений в горных породах при «условно мгновенных» испытаниях на растяжение. |
| 17. | В чем измеряется разрыхляемость горных пород? | 1. г/см ³ . 2. Безразмерная величина (коэффициент разрыхления) 2. % 4. Н/м ³ . |
| 18. | Зависят ли напряжения в МГП в окрестности горных выработок от координат точки опробования? | 1. Зависят. 2. Не зависят. 3. Зависят только от горизонтальной координаты X . 4. Зависят только от горизонтальной координаты Z . |
| 19. | На рисунке схематично представлен паспорт прочности и ряд характерных точек на нем. Какая из этих точек соответствует разрушению горной породы?  | 1. Горная порода разрушится только в точке 1. 2. Горная порода разрушится в точках 1 и 2. 3. Горная порода разрушится в точках 1 и 5. 3. Горная порода разрушится в точках 1, 2, 4. |
| 20. | В чем состоит практическая польза классификации массивов горных пород RMR (Rock Mass Rating)? | 1. Она позволяет определять рациональную площадь поперечного сечения горных выработок. 2. Она позволяет определять предельные пролеты горных выработок и время сохранения их устойчивого состояния. 3. Она позволяет определять только время сохранения устойчивого состояния горных выработок. 4. Она позволяет определять только предельные пролеты горных выработок. |

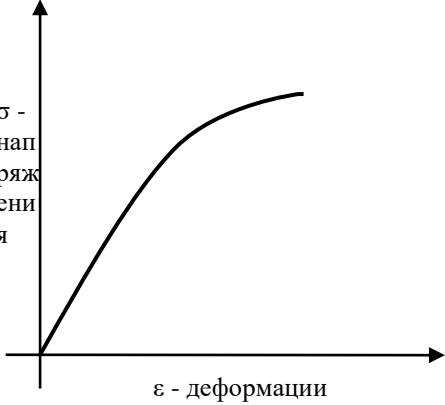
Вариант 2

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|---|--|
| 1. | Как называется способность твердых тел восстанавливать свою форму после снятия приложенной к ним нагрузки? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Пластичность. 2. Упругость. 3. Вязкость. 4. Хрупкость. |
| 2. | Как называется процесс деформирования горных пород во времени при приложении к ним нагрузки постоянной величины? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Упругость. 2. Пластичность. 3. Ползучесть. 4. Хрупкость. |
| 3. | <p>Что схематично представлено на рисунке ниже?</p>  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Испытание горной породы на одноосное сжатие по классическому методу. 2. Испытание горной породы на одноосное растяжение по классическому методу (прямое растяжение). 3. Бразильский метод испытания горной породы на растяжение. 4. Бразильский метод испытания горной породы на сжатие. |
| 4. | В каких единицах выражается коэффициент пористости? | <ol style="list-style-type: none"> 1. В процентах или долях. 2. В г/см². 3. В г/см³. 4. В т/м³. |
| 5. | Какая среда представлена в виде совокупности отдельных частиц, каждая из которых, взятая в отдельности, обладает всеми свойствами твердого тела? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Флюид. 2. Сплошная среда. 3. Дискретная среда. 4. Физическая среда. |
| 6. | Как называются деформации, сдвигения и разрушения горных пород, а также результаты силового взаимодействия между породами и крепью? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Геомеханика. 2. Естественное напряженное состояние МГП. 3. Сдвигение горных пород. 4. Проявления горного давления. |
| 7. | Как называется проведение некоторого комплекса мероприятий, направленного на поддержание в работоспособном и безопасном состоянии выработок и призабойных зон, где непосредственно располагаются люди и механизмы для добычи полезного ископаемого? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Управление состоянием массива горных пород. 2. Напряженно-деформированное состояние массива пород. 3. Горное давление. 4. Проявления горного давления. |
| 8. | Что представляет процесс определения напряженно-деформируемого состояния МГП? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Измерение конвергенции горных выработок. 2. Определение в каждой точке МГП значений приращений внутренних сил и перемещений его точек в пространстве. 3. Определение координат характерных деформируемых точек. 4. Расчет параметров сдвига горных |

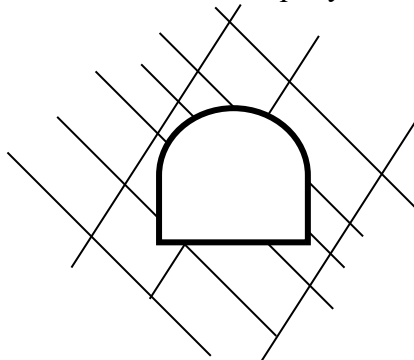
| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|--|
| | | пород. |
| 9. | <p>На рисунке схематично представлен паспорт прочности горной породы. Чему равен предел прочности данной горной породы на одноосное сжатие?</p>  | <ol style="list-style-type: none"> 1. 1 МПа. 2. 4 МПа 3. 29.50 МПа 4. 14.75 МПа. |
| 10. | Какая теория прочности из перечисленных получила наибольшее распространение для горных пород? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Кулона-Мора. 2. Дрюкера-Прагера. 3. Гриффитса. 4. Энергетическая теория прочности. |
| 11. | Какой геомеханический параметр определяется по отношению $\frac{\sigma_{сж}^{МГП}}{\sigma_{сж}^{образец}}$, где $\sigma_{сж}^{образец}$ – предел прочности горной породы, определенный при испытаниях образцов в лабораторных условиях; $\sigma_{сж}^{МГП}$ – предел прочности той же породы в натуральных условиях? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Коэффициент структурного ослабления. 2. Коэффициент концентрации напряжений. 3. Показатель RQD. 4. Показатель RMR. |
| 12. | К какой группе свойств относятся модуль Юнга, коэффициент Пуассона? | <ol style="list-style-type: none"> 1. К плотностным. 2. К прочностным. 3. К деформационным. 4. К горно-технологическим. |
| 13. | <p>Ниже приведены уравнения Кирша для оценки радиальных и тангенциальных напряжений в окрестности одиночной круглой выработки, пройденной в сплошном прочном упругом изотропном однородном МГП. К какому виду сведутся эти уравнения, если начальное напряженное состояние массива будет гидростатическим? (здесь σ_r – радиальные напряжения; σ_θ – тангенциальные напряжения; k_x – коэффициент бокового распора; γH – величина вертикальных напряжений; r – радиус выработки; l – расстояние от центра выработки до исследуемой точки МГП; θ – угол в полярной системе координат)</p> $\sigma_r = \gamma H \left(\frac{1+k_x}{2} \left(1 - \frac{r^2}{l^2} \right) + \frac{1-k_x}{2} \left(1 + 3 \frac{r^4}{l^4} - 4 \frac{r^2}{l^2} \right) \cos 2\theta \right)$ $\sigma_\theta = \gamma H \left(\frac{1+k_x}{2} \left(1 + \frac{r^2}{l^2} \right) - \frac{1-k_x}{2} \left(1 + 3 \frac{r^4}{l^4} \right) \cos 2\theta \right)$ | <ol style="list-style-type: none"> 1. $\sigma_r = \gamma H \left(1 - \frac{r^2}{l^2} \right)$; $\sigma_\theta = \gamma H \left(1 + \frac{r^2}{l^2} \right)$. 2. $\sigma_r = \gamma H \left(\frac{1-k_x}{2} \left(1 + 3 \frac{r^4}{l^4} - 4 \frac{r^2}{l^2} \right) \cos 2\theta \right)$; $\sigma_\theta = \gamma H \left(\frac{1+k_x}{2} \left(1 + 3 \frac{r^4}{l^4} \right) \cos 2\theta \right)$. 3. $\sigma_r = \gamma H$; $\sigma_\theta = k_x \gamma H$. 4. $\sigma_r = 0$; $\sigma_\theta = 2\gamma H$. |
| 14. | К какой группе свойств относится предел | 1. К плотностным. |

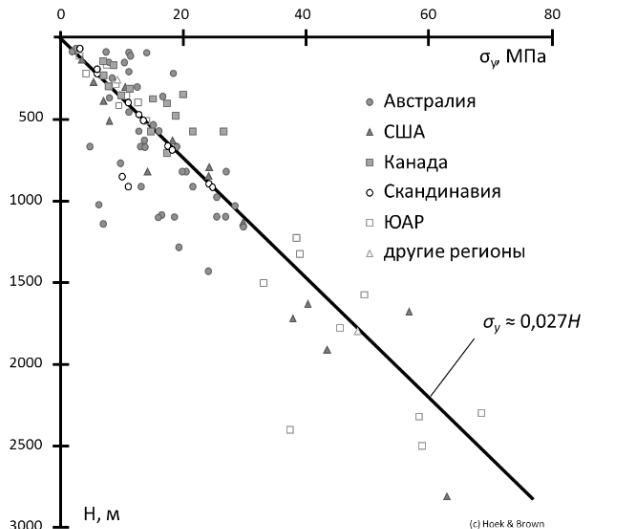
| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|---|---|
| | прочности на сжатие, на растяжение, на сдвиг? | 2. К прочностным. 3. К деформационным. 4. К горно-технологическим. |
| 15. | Какое соотношение между пределами прочности на одноосное сжатие и растяжение как правило характерно для горных пород? | 1. Предел прочности на сжатие много меньше предела прочности на растяжение. 2. Предел прочности на сжатие равен пределу прочности на растяжение. 3. Предел прочности на растяжение много меньше предела прочности на сжатие. 4. Соотношение установить невозможно. |
| 16. | Какое из приведенных выражений правильно описывает условие разрушения горной породы по критерию Кулона-Мора? (здесь τ – касательные напряжения; σ_n – нормальные напряжения; C – сцепление; σ_p – предел прочности на одноосное растяжение; φ – угол внутреннего трения) | 1. $\begin{cases} \sigma_n \geq \sigma_p + C \tan \varphi \\ \tau \leq -\sigma_p \end{cases}$; 2. $\begin{cases} \tau \geq C + \sigma_n \tan \varphi \\ \sigma_n \leq -\sigma_p \end{cases}$; 3. $\begin{cases} \tau = C + \sigma_n \tan \varphi \\ \sigma_n = -\sigma_p \end{cases}$; 4. Ни одно из приведенных выражений не описывает критерий прочности Кулона-Мора. |
| 17. | Какие параметры характеризуют напряжённо-деформированное состояние массива горных пород? | 1. Моменты сил. 2. Перемещения. 3. Пределы прочности на сжатие, растяжение, сдвиг. 4. Напряжения, деформации, смещения. |
| 18. | Какое соотношение между вертикальной и двумя горизонтальными составляющими напряжений характерно для гидростатического естественного напряженного состояния МГП? | 1. Все компоненты напряжений равны нулю. 2. Горизонтальные компоненты превышают по величине вертикальную. 3. Вертикальная компонента превышает по величине горизонтальную. 4. Все компоненты напряжений равны. |
| 19. | Какой процесс из перечисленных не относится по своему характеру протекания к динамическим? | 1. Сейсмотектоническое воздействие на горные выработки от землетрясений. 2. Горный удар. 3. Деформирование податливых целиков. 4. Внезапный выброс пород и газа. |
| 20. | Как влияет отношение высоты h цилиндрического образца горной породы к его диаметру d на результаты его испытаний на одноосное сжатие? | 1. Никак не влияет. 2. С ростом отношения h/d прочность образца увеличивается. 3. С ростом отношения h/d прочность образца уменьшается. 4. У хрупких пород с ростом отношения h/d прочность образца увеличивается, а у пластичных – уменьшается. |

Вариант 3

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|---|--|
| 1. | Что из перечисленного не является предметом изучения горной геомеханики? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Процессы очистных работ. 2. Механические свойства горных пород и массивов 3. Механическое состояние массивов горных пород 4. Механические процессы в массивах горных пород |
| 2. | <p>На рисунке схематично показана диаграмма деформирования горной породы. Как деформируется данная порода?</p>  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Порода сначала деформируется упруго, затем переходит в стадию пластического деформирования. 2. Порода сначала деформируется пластично, затем переходит в стадию упругого деформирования. 3. Данная порода демонстрирует упругую форму деформирования на всем диапазоне нагрузок. 4. Для правильного ответа на поставленный вопрос необходим паспорт прочности данной породы. |
| 3. | Как соотносятся между собой вертикальные и горизонтальные компоненты напряжений при геостатическом напряженном состоянии нетронутого массива горных пород? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Вертикальные и горизонтальные компоненты равны. 2. Вид соотношения компонент напряжений зависит от глубины. 3. Горизонтальные компоненты превышают по величине вертикальные. 4. Вертикальные компоненты превышают по величине горизонтальные. |
| 4. | Какая система разработки месторождений характеризуется наибольшей величиной сдвига налегающей толщи пород? | <ol style="list-style-type: none"> 1. С полным обрушением кровли. 2. С частичной закладкой выработанного пространства. 3. С полной закладкой выработанного пространства. 4. С оставлением податливых целиков. |
| 5. | Что является мерой поверхностных сил в сплошном твердом теле? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Давление. 2. Отношение объемных сил к единице объема. 3. Напряжение. 4. Деформации. |
| 6. | Что такое «сдвигание горных пород»? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Сдвигание горных пород - это зона обрушения вышележащих пород в горные выработки и пустоты. 2. Сдвигание горных пород – это углы естественного откоса горных пород. 3. Сдвигание горных пород – это процесс заполнения горных выработок и пустот |

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|---|--|
| | | <p>обрушенными породами.</p> <p>4. Сдвигение горных пород – это деформация пород во время отработки месторождения.</p> |
| 7. | <p>Как влияет мощность вынимаемого рудного тела (пласта) на величину деформаций поверхности при прочих равных условиях?</p> | <p>1. Вынимаемая мощность не влияет на величину деформаций земной поверхности.</p> <p>2. При выемке мощных рудных тел деформации уменьшаются, при выемке тонких рудных тел - увеличиваются.</p> <p>3. С увеличением вынимаемой мощности деформации земной поверхности уменьшаются.</p> <p>4. С увеличением вынимаемой мощности деформации земной поверхности возрастают.</p> |
| 8. | <p>Как называется совокупный комплекс мер, направленный на снижение негативных проявлений горного давления?</p> | <p>1. Мероприятия по предотвращению затоплений.</p> <p>2. Управление горным давлением.</p> <p>3. Управление кровлей удержанием на целиках.</p> <p>4. Укрепление пород кровли и почвы.</p> |
| 9. | <p>Каким параметром характеризуется жесткость горных пород?</p> | <p>1. Плотность.</p> <p>2. Модуль Юнга.</p> <p>3. Крепость.</p> <p>4. Предел прочности на сжатие.</p> |
| 10. | <p>Сколько показателей состояния МГП входит в классификацию RMR (Rock Mass Rating)?</p> | <p>1. Всегда двадцать показателей.</p> <p>2. Всегда шесть показателей.</p> <p>3. Набор используемых показателей определяется типом массива горных пород.</p> <p>4. Набор используемых показателей определяется исследователем.</p> |
| 11. | <p>От чего зависит размер элементарного объема горной породы?</p> | <p>1. От размеров горной выработки, которую вмещает массив горных пород.</p> <p>2. От размера минерального зерна горной породы.</p> <p>3. От коэффициента крепости горной породы.</p> <p>4. Ни от чего не зависит (является постоянной величиной для всех типов горных пород).</p> |
| 12. | <p>Какая закономерность наблюдается с ростом глубины разработки?</p> | <p>1. Уменьшение температуры горных пород.</p> <p>2. Увеличение водопритоков из массива горных пород.</p> <p>3. Увеличение величины горного давления.</p> <p>4. Уменьшение пылевыведения.</p> |
| 13. | <p>Назовите единицу измерений касательных напряжений.</p> | <p>1. Кгс</p> <p>2. Дж</p> |

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|---|
| | | 3. Па 4. Кг/м ³ |
| 14. | Сколько систем трещин имеет МГП, вмещающий горную выработку и схематично показанный на рисунке ниже?  | 1. Одну систему трещин. 2. Две системы трещин. 3. Более трех систем трещин. 4. В данном массиве нельзя выделить характерные системы трещин. |
| 15. | Что описывается кривой ползучести горных пород? | 1. Зависимость напряжений от времени. 2. Зависимость приложенной нагрузки от времени. 3. Зависимость напряжений от деформаций. 4. Зависимость деформаций от времени. |
| 16. | От чего зависит точность решения задач при применении метода граничных элементов? | 1. От количества граничных элементов. 2. От физико-механических свойств моделируемого массива. 3. От глубины заложения моделируемой горной выработки. 4. От угла внутреннего трения. |
| 17. | Что такое коэффициент бокового распора? | 1. Отношение поперечных деформаций к продольным. 2. Отношение горизонтальных напряжений в нетронутом МГП к вертикальным. 3. Отношение касательных напряжений в нетронутом МГП к нормальным. 5. Отношение сдвиговых деформаций в нетронутом МГП к нормальным. |
| 18. | От чего зависит величина напряжений в горном массиве? | 1. От глубины. 2. От плотности вышележащего массива. 3. От конфигурации, формы и размеров горных выработок. 4. От всех перечисленных факторов. |
| 19. | На рисунке представлены результаты натурных исследований по определению уровня естественных напряжений в массиве горных пород в разных регионах Земли. На основе представленных экспериментальных данных получена аппроксимирующая зависимость вертикальных напряжений σ_y от глубины H : $\sigma_y = 0.027H$. Какой физический смысл в этом выражении имеет численный | 1. Это коэффициент бокового распора. 2. Это средняя плотность горных пород (т/м ³). 3. Это средний объемный вес горных пород (МН/м ³). 4. У данного коэффициента нет физического смысла. |

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|--|
| | <p>коэффициент «0.027»??</p>  | |
| 20. | Для какого элемента горно-геомеханической системы применимо понятие «предельного пролета»? | <ol style="list-style-type: none"> 1. Кровля выработки. 2. Целик. 3. Искусственная несущая конструкция. 4. Стенка выработки. |

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

| Оценка | | | |
|---|---|---|--|
| «2» (неудовлетворительно) | Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно) | Углубленный уровень освоения «4» (хорошо) | Продвинутый уровень освоения «5» (отлично) |
| Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы | Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос | Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос. | Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос |
| Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий | Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий | Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий | Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий |
| Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено | Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены | Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены |

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

| Количество правильных ответов, % | Оценка |
|----------------------------------|---------------------|
| 0-49 | Неудовлетворительно |
| 50-65 | Удовлетворительно |
| 66-85 | Хорошо |
| 86-100 | Отлично |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Боровков, Ю. А. Геомеханика : учебник / Ю. А. Боровков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-4124-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133896>
2. Певзнер, М. Е. Геомеханика : учебник / М. Е. Певзнер, М. А. Иофис, В. Н. Попов. — Москва : Горная книга, 2008. — 438 с. — ISBN 978-5-7418-0528-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3289>
3. Дементьев, А. В. Геомеханика: лабораторный практикум : учебное пособие / А. В. Дементьев. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2015. — 104 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69419>
4. Баклашов, И. В. Геомеханика : учебник : в 2 томах / И. В. Баклашов. — Москва : Горная книга, [б. г.]. — Том 1 : Основы геомеханики — 2004. — 208 с. — ISBN 5-7418-0325-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3286>
5. Макаров, А. Б. Практическая геомеханика (пособие для горных инженеров) : учебное пособие / А. Б. Макаров. — Москва : Горная книга, 2006. — 391 с. — ISBN 5-98672-038-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3290>.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Алексеев, В. Ю. Анализ классификаций геодинамических явлений, основанных на оценке баланса энергии : сборник научных трудов / В. Ю. Алексеев, А. А. Сидоренко. — Москва : Горная книга, 2020. — 12 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/199358>
2. Дерюшев, А. В. Физика горных пород. Лабораторный практикум : учебное пособие / А. В. Дерюшев, П. М. Будников. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-00137-265-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200855>
3. Пшеничный, В. А. Определение расчетных нагрузок на конструкции подземных сооружений : методические указания / В. А. Пшеничный, И. И. Шорников. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2014. - 76 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1222128>
4. Казикаев, Д. М. Практический курс геомеханики подземной и комбинированной разработки руд : учебное пособие / Д. М. Казикаев, Г. В. Савич. — 2-е изд. — Москва : Горная книга, 2013. — 224 с. — ISBN 978-5-98672-342-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66435>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Кириченко, Ю. В. Геомеханика: инженерно-геологическое обеспечение управления состоянием массивов горных пород : учебное пособие / Ю. В. Кириченко, В. В. Ческидов, С. А. Пуневский. — Москва : МИСИС, 2017. — 90 с. — ISBN 978-5-906846-37-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105287>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Геомеханика. Методические указания к расчетно-графическим работам / Сост.: Е.Р. Ковальский, А.В. Лейсле, Г.Н. Карпов. Издательство «ЛЕМА». – СПб, 2018, 21 с.
Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Библиотека Гумер - гуманитарные науки — URL: <http://www.gumer.info/>.
2. Библиотека: Интернет-издательство — URL: <http://www.magister.msk.ru/library/>.
3. Европейская цифровая библиотека Europeana — URL: <http://www.europeana.eu/portal>.
4. Мировая цифровая библиотека — URL: <http://wdl.org/ru>.
5. Гельфонд, А. Л. Архитектура общественных пространств : монография / А. Л. Гельфонд. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 412 с. — ISBN 978-5-16-014070-4. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1172217..>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» — URL: <https://www.scopus.com>.
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect — URL: <http://www.sciencedirect.com>.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] — URL: www.garant.ru.
9. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» — URL: <http://school-collection.edu.ru/>.
10. Федеральный портал «Российское образование» — URL: <http://www.edu.ru/>.
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ) — URL: <http://www.rsl.ru/>.
12. Электронная библиотека учебников — URL: <http://studentam.net>.
13. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт» — URL: <http://rucont.ru>.
14. Электронно-библиотечная система — URL: <http://www.sciteclibrary.ru>.
15. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks) — URL: <http://www.bibliocomplectator.ru>.
16. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» — URL: <http://biblioclub.ru>.
17. Электронно-библиотечная система «ЭБС IPR Books» — URL: <http://www.iprbookshop.ru/auth>.
18. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» — URL: www.biblio-online.ru.
19. Электронно-библиотечная система Znanium.com — URL: <http://znanium.com>.
20. Электронно-библиотечная система Лань — URL: <https://e.lanbook.com/books>.
21. Электронный словарь Multitran — URL: <http://www.multitran.ru>.
22. Научная электронная библиотека «eLIBRARY» — URL: <https://elibrary.ru>.
22. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных занятий

- доска учебная с регулировкой высоты Sliding Board 6843.213 A2S-1 шт.
- компьютерное кресло 7875 A2S оранжевое-1 шт.
- стол Canvaro ASSMANN Тип 1-18 шт.
- стол Canvaro ASSMANN Тип 3-9 шт.
- стул 7874 A2S зеленый-88 шт.
- тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN-1 шт.

- трибуна-1 шт.
- устройство светозащитное 220*358 см-1 шт.
- устройство светозащитное 220*359 см-2 шт.
- устройство светозащитное 260*400 см-3 шт.

Аудитории для проведения практических занятий

- анализатор ситовой А-30-1 шт.
- доска магнитно-маркерная с эмалевым покрытием Magnetoplan CC 2000x1000-1 шт.
- кресло 9335 A2S с оранжевой тканевой накладкой на сиденье-19 шт.
- мобильный интерактивный комплекс-1 шт.
- моноблок Dell OptiPlex 7470 AIO CTO 23.8" FHDDDR4 8 ГБ-2 шт.
- моноблок Lenovo C40-30 21.5 FHD Intel Core i3-5005U-17 шт.
- огнетушитель ОП-4(з)-АВСЕ-1 шт.
- стол аудиторный для студентов (Тип 1,2) Canvaro ASSMANN-12 шт.
- тканевая перегородка с рейлингом под систему навесных аксессуаров Viteco ASSMANN-3 шт.
- устройство светозащитное 220*359 см-1 шт.

8.2. Помещение для самостоятельной работы:

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 27 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники». ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования». ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования». Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования». ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft

Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012. Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет – черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат

– 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения».

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2022, product Key: 766H1
Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMATH Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft OpenLicense 60799400 от 20.08.2012). Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012). Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт. Перечень

лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010). Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 48358058 от 11.04.2011). Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение

ENVI 4.5 for Win (система обработки данных)

Geographic Calculator

Lab VIEW Professional (лицензия)

MapEdit Professional

Microsoft Office Standard 2019 Russian

Microsoft Windows 10 Professional

Statistika for Windows v.6 Russian (лицензия)

Surfer 9.1 Win CD
Vertikal Mapper 3.5
ГИС MAP Info Pro 2019
ГИС Mapinfo Professional
ГИС Mapinfo Professional (академическая версия)
ПО тематической обработки изображений ScanEx Image Processor 5.3
Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными для г. Кириши, каменногорск, Пикалево, Ковдор, Челябинск, Кемерово, Норильск)
Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными по г. Апатиты и Мончегорск)
Право на использование Дополнительного расчетного программного блока "НОРМА"
Право на использование дополнительного расчетного программного блока "Риски"
Право на использование программного модуля к УПРЗА "Эколог" 4.0 "Риски" замена с вер. 3.0 под локальный ключ 16542
Право на использование программы "2-ТП (Водхоз) (вер. 3.1) сетевой ключ 175
Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 175
Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 77
Право на использование программы "Полигоны ТБО" (вер.1.0)
Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер. 1.6) сетевой ключ 175
Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер.1.5)
Право на использование программы "РВУ - Эколог" (вер.4.0)
Право на использование программы "РНВ - Эколог" (вер.4.0)
Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 175
Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 77
Право на использование программы "Эколог-Шум" вариант "Стандарт" (вер. 2.1) с Каталогом шумовых характеристик
Право на использование программы 2-ТП (Воздух) (вер. 4) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175
Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 4.2) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175
Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 5.0) сетевой ключ 175
Право на использование программы АТП "Эколог" 3.10 под сетевой ключ 175 (на 40 рабочих мест)
Право на использование программы РНВ-Эколог (4.2) сетевой ключ 175
Право на использование программы УПРАЗА "Эколог" 4.0 + ГИС - Стандарт
Право на использование программы УПРЗА "Эколог" 4.50 (Газ+Застройка и высота) под локальный ключ 16541
Право на использование программы УПРЗА "Эколог" вариант "Газ" с учетом влияния застройки
Программа для ЭВМ "ArcGIS Desktop"
Программа для ЭВМ "MapInfo Pro 2019"
Программа для ЭВМ "Серия - Эколог"
Программа для ЭВМ Statistica Ultimate Academic 13 for Windows Ru (500 пользователей)
Система T-FLEX DOCs Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ вынужденных колебаний 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ усталостной прочности 15, сетевая версия на 20 пользователей
Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ устойчивости 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Базовый + Статистический анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Частотный анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Тепловой анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Динамика Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX CAD 3D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Технология Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX ЧПУ 2D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей