



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. Пыталов

14.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ГЕОМЕХАНИКА

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Электрификация и автоматизация горного производства

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	4

Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

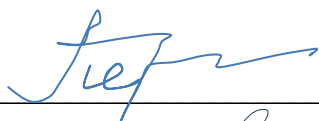
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Горных машин и транспортно-технологических комплексов
11.02.2022, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

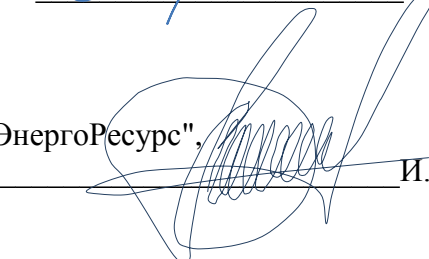
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
14.02.2022 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры ГМиТТК,
д-р техн. наук

 Г.Д.Першин

Рецензент:
Зам. генерального директора ООО "УралЭнергоРесурс",
канд. техн. наук

 И.С. Туркин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.М. Мажитов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Геомеханика» являются: подготовка специалиста обладающего системой знаний по прогнозированию деформаций массива и инженерных методов управления горным давлением.

Задачи дисциплины – усвоение студентами:

- закономерностей распределения напряженного состояния породных массивов, нарушенных горными выработками;
- основ прогнозирования деформаций горных выработок в зависимости от физико-механических свойств пород, условий их залегания и структурного состояния;
- основ обеспечения устойчивости открытых горных выработок;
- методики механико-математического расчета устойчивости откосов выработок.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Геомеханика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Физика

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых

Соппротивление материалов

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

Обоснование проектных решений

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Геомеханика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-6	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-6.1	Систематизирует методы предельного напряженного состояния массива горных пород
ОПК-6.2	Владеет инженерными и технологическими методами управления геомеханическими процессами

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,7 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 165,4 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.								
1.1 1. Напряженное состояние массива	4	1	2		40	самостоятельное изучение учебной литературы; - конспектирование	Устный опрос (собеседование)	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.2 2. Методы определения механических свойств пород		1	2		40	- самостоятельно изучение учебной литературы - конспектирование.	Устный опрос (собеседование)	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.3 3. Дренирование карьерных полей		1	1		40	самостоятельное изучение учебной литературы; - конспектирование..	Устный опрос (собеседование)	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.4 4. Устойчивость откосов		1	1		45,4	5. Устойчивость откосов	Устный опрос (собеседование)	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу		4	6		165,4			
Итого за семестр		4	6		165,4		зачет	
Итого по дисциплине		4	6		165,4		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Геомеханика» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Геомеханика» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-информация, лекций-конференций, лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал изложенный и объясненный студентам на лекциях-информациях, подлежит самостоятельному осмыслению и запоминанию. Совокупность докладов по предварительно подготовленной проблематике сделанных на лекции-конференции обеспечивает всестороннее освещение проблемы за счет дополнения и уточнения преподавателем, а также подведением итогов в конце лекции с формулированием основных выводов. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных занятий используются работа в команде и традиционный семинар.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, и докладов для практических занятий, при подготовке к итоговой аттестации.

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 Певзнер М.Е., Иофис М.А. Попов В.Н. Геомеханика. Учебное пособие. МГГУ, 2008 г. – 438 с.

2 Попов В.Н., Несмеянов Б.В., Попов С.В. Устойчивость отвалов скальных пород. МГГУ, 2010 г. – 122 с.

3 Баклашов И.В., Давиденко Б.Ю. Геомеханика. Лабораторный практикум. МГГУ, 2006 г. – 72 с.

б) Дополнительная литература:

1 Бадулин А.П., Яковлев В.Н. Устойчивость бортов карьеров. Уч. пособие. Екатеринбург: УрГГУ, 2005. – 105 с.

2 Шелест А.Т., Беляев В.Л. Геомеханика. Уч. пособие. Екатеринбург: УрГГУ, 2003. – 250 с.

в) Методические указания:

1 Заляднов В.Ю., Кашапова Е.П. Геомеханика [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Вадим Юрьевич Заляднов, Елена Петровна Кашапова ; ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.

Носова». - Электрон. текстовые дан. (861 КБ).-Магнитогорск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2016.

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

3 Русаков Б.А. Геомеханические расчеты для открытых горных работ. Уч. пособие. Магнитогорск: МГТУ, 2002. – 146 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

Лекционная аудитория: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации.

Для проведения практических занятий необходимы аудитории аналогичные лекционным.

Для проведения лабораторных работ необходимо специально-оборудованная лаборатория.

**Тесты для проверки знаний студентов
и ключ к тестам**

Тест № 1

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

1 К показателям механических свойств пород относится:

- | | |
|----------------------|------------------------------------|
| а) модуль упругости; | в) коэффициент внутреннего трения; |
| б) удельный вес; | г) коэффициент Пуассона |

2 Вертикальное давление в массиве пород (σ_y):

- | | |
|---|--|
| а) $\sigma_y = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta$; | в) $\sigma_y = \vartheta \cdot \gamma \cdot h$; |
| б) $\sigma_y = \gamma \cdot h$; | г) $\sigma_y = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\beta$; |

3 Сопротивление пород сдвигу обусловлено:

- | | |
|---|--|
| а) силами бокового отпора; | в) вертикальным давлением пород; |
| б) силами трения и сцепления по поверхности сдвига; | г) нормальными силами по поверхности сдвига. |

4 Коэффициент бокового отпора – это:

- | | |
|---|--|
| а) <i>отношение абсолютных поперечных деформаций пород к продольным при одноосной нагрузке;</i> | в) отношение вертикальных напряжений в массиве пород к горизонтальным. |
| б) отношение горизонтальных напряжений в массиве пород к вертикальным; | |

5 К показателям деформационных свойств пород относится:

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| а) длительная прочность; | в) удельное сцепление; |
| б) угол внутреннего трения; | г) модуль упругости. |

6 Реологические свойства пород характеризуются показателем:

- а) прочности пород на растяжение;
- б) длительной прочности;
- в) коэффициентом уплотнения;
- г) прочности пород на сдвиг.

7 Коэффициент структурного ослабления пород в массиве – это величина, определяющая степень снижения:

- а) угла внутреннего трения пород;
- б) удельного сцепления пород;
- в) прочности пород на растяжение.

8 Направление площадок сдвига в приоткосном массиве пород определено углом Θ :

- а) $\Theta = 45 + \varphi/2$ по отношению к вертикальной плоскости;
- б) $\Theta = 45 - \varphi/2$ по отношению к горизонтальной плоскости;
- в) $\Theta = 45 - \varphi/2$ по отношению к направлению действия наибольшего главного напряжения;
- г) $\Theta = 45 + \varphi/2$ по отношению к направлению наименьшего главного напряжения.

9 Наиболее вероятная поверхность скольжения в приоткосном массиве пород – это поверхность, по которой:

- а) действуют максимальные касательные напряжения;
- б) отношение суммы касательных сил к сумме сил трения и сцепления является минимальным;
- в) отношение суммы сил трения и сцепления к сумме касательных сил является минимальным;
- г) отношение суммы сил трения и сцепления к сумме касательных сил является максимальным.

10 Условием равновесия связанных пород в приоткосном массиве является:

- а) равенство угла откоса углу внутреннего трения пород;
- б) равенство высоты откоса высоте вертикального обнажения пород;
- в) равенство касательных напряжений сопротивлению пород сдвигу.

11 Коэффициент запаса устойчивости приоткосного массива связанных пород (K_{3y}) определяется:

а)
$$K_{3y} = \frac{\sum F_{тр} + \sum F_{сц}}{\sum F_{касат}} ;$$

в)
$$K_{3y} = \frac{\sum F_{сц} + \sum F_{касат}}{\sum F_{тр}} ;$$

$$\text{б) } K_{zy} = \frac{\sum F_{\text{тр}} + \sum F_{\text{касат}}}{\sum F_{\text{сц}}} ;$$

$$\text{г) } K_{zy} = \frac{\sum F_{\text{касат}}}{\sum F_{\text{тр}} + \sum F_{\text{сц}}}$$

12 Касательные напряжения (τ), действующие по наиболее вероятной поверхности скольжения определяются:

$$\text{а) } \tau = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \text{tg}\varphi;$$

$$\text{в) } \tau = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta;$$

$$\text{б) } \tau = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\beta;$$

$$\text{г) } \tau = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \sin 2\Theta;$$

13 Нормальные напряжения (σ), действующие по наиболее вероятной поверхности скольжения, определяются:

$$\text{а) } \sigma = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta;$$

$$\text{в) } \sigma = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}.$$

$$\text{б) } \sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2};$$

14 Сумма сил трения ($\sum F_{\text{тр}}$), действующих по наиболее вероятной линии скольжения приоткосного массива, определяется:

$$\text{а) } \sum F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos \beta_i \cdot \text{tg}\varphi_i ;$$

$$\text{в) } \sum F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n T_i \cdot \sin \beta_i \cdot \text{tg}\varphi_i ;$$

$$\text{б) } \sum F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \sin \beta_i \cdot \text{tg}\varphi_i ;$$

15 Сумма сдвигающих сил ($\sum F_{\text{сд}}$), действующих по наиболее вероятной линии скольжения приоткосного массива, это:

а) сумма нормальных сил;

в) сумма касательных сил;

б) сумма сил сцепления

г) сумма сил трения и сцепления.

Тест № 2

27

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

1 Предельная высота вертикального откоса (H_{90}) определяется:

а) $H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot \operatorname{ctg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) ;$

в) $H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot \operatorname{ctg}\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) ;$

б) $H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot \operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) ;$

г) $H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot \operatorname{ctg}\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) .$

2 Причинами деформации суффозии в откосах являются:

а) несоответствие угла устойчивого откоса его высоте;

в) трещинные подземные воды в скальных породах;

б) трещиноватость пород;

г) подземные воды в слабо связных породах.

3 Деформации обрушения характерны для:

а) сыпучих пород;

в) скальных и полускальных трещиноватых пород.

б) мягких связных пород;

4 Основной причиной деформации оползня откосов является:

а) наличие крупных тектонических трещин в скальных и полускальных породах;

б) увлажнение массива, сложенного мягкими связными породами;

в) интенсивная трещиноватость.

5 Интенсивность деформации осыпания уступа- это:

а) скорость заполнения нижней площадки уступа продуктами осыпания;

б) скорость уменьшения ширины верхней площадки уступа за счет осыпания.

6 Глинистые породы по сравнению с сыпучими породами имеют высоту вертикального обнажения:

- а) большую;
- б) примерно равную;
- в) меньшую.

7 В «призме упора» приоткосного массива касательные силы на поверхности скольжения:

- а) больше нормальных сил;
- б) меньше нормальных сил;
- в) больше суммы сил трения и сил сцепления.

8 Между высотой и углом откоса в условиях равновесия зависимость:

- а) прямая линейная;
- б) обратная линейная;
- в) прямая нелинейная;
- г) обратная нелинейная.

9 Вынос частиц пород из приоткосного массива подземными водами – это деформация:

- а) фильтрационного оползня;
- б) оплывания;
- в) механической суффозии.

10 Поверхность скольжения в откосе отвала при подошвенном оползне:

- а) частично проходит по подошве отвала;
- б) частично захватывает подошву отвала;
- в) не достигает подошвы отвала.

11 Угол внутреннего трения пород – это угол:

- а) естественного откоса;
- б) под которым одна часть породы относительно другой части находится в равновесии;
- в) показывающий направление деформации сдвига.

12 Удельное сцепление пород определяется как:

- а) предельное сопротивление разрушению при «чистом сдвиге»; б) предельное сопротивление растяжению;
в) предельное сопротивление сжатию.

13 Гидростатическое давление подземных вод на поверхности скольжения приоткосного массива:

- а) уменьшает силы трения; в) не влияет на величину сил трения.
б) увеличивает силы трения;

14 Угол естественного откоса реальных сыпучих пород:

- а) меньше угла внутреннего трения пород; в) больше угла внутреннего трения пород.
б) равен углу внутреннего трения пород;

15 Система трещин в породах – это совокупность тех трещин, которые имеют близкие по величине:

- а) азимуты линий простирания и углы падения; в) сцепление и угол внутреннего трения заполнителя трещин.
б) сцепление и угол внутреннего трения по поверхностям трещин;

Тест № 3

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

1 К показателям компрессионных свойств пород относится:

- а) плотность пород; в) коэффициент уплотнения;
б) коэффициент Пуассона; г) модуль упругости.

2 Боковое давление в массиве пород (σ_x):

- а) $\sigma_x = \gamma \cdot h$; в) $\sigma_x = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta$;

б) $\sigma_x = \vartheta \cdot \gamma \cdot h$;

г) $\sigma_x = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \Theta$.

3 Коэффициент Пуассона горных пород – это:

а) отношение относительных продольной и поперечной деформаций;

в) отношение абсолютных поперечной и продольной деформаций;

б) отношение относительных поперечной и продольной деформаций;

г) отношение абсолютных продольной и поперечной деформаций.

4 Удельное сцепление пород – это показатель:

а) деформационных свойств;

в) механических свойств;

б) реологических свойств;

г) физических свойств.

5 Высота вертикального обнажения пород – это высота вертикального откоса, у которого коэффициент запаса устойчивости (K_{zy}):

а) $K_{zy} = 1$;

б) $K_{zy} > 1$;

в) $K_{zy} < 1$.

6 Условием равновесия несвязных пород является:

а) $\alpha = \varphi$;

б) $F_{сдв} = F_{тр} + F_{сц}$;

в) $F_{сдв} = F_{сц}$.

7 Силы трения ($F_{тр}$) на поверхности скольжения вертикального блока призмы скольжения определяются:

а) $F_{тр} = P \cdot \cos \beta$;

в) $F_{тр} = P \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi$;

б) $F_{тр} = P \cdot \sin \beta$;

г) $F_{тр} = P \cdot \operatorname{tg} \varphi$.

8 Касательные силы (T) по поверхности скольжения вертикального блока призмы скольжения определяются:

а) $T = P \cdot \sin \beta$;

в) $T = P \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi$;

б) $T = P \cdot \cos \beta$;

г) $T = P \cdot \sin \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi$.

9 Моделирование напряженного состояния массива горных пород осуществляется

методом:

- а) центробежным;
- б) поляризационно-оптическим;
- в) эквивалентных материалов.

10 Наиболее вероятная линия скольжения в откосе – это линия, по которой коэффициент запаса устойчивости:

- а) максимальный;
- б) минимальный;
- в) равен единице.

11 Деформация «надподшовенного оползня» характерна для откосов:

- а) отвалов;
- б) бортов карьера;
- в) уступов борта карьера.

12 Связные породы в откосах находятся в равновесии, если:

- а) *сумма сдвигающих сил равна сумме сил сцепления;*
- б) *сумма сдвигающих сил равна сумме сил трения;*
- в) *сумма сдвигающих сил равна сумме сил трения и сцепления.*

13 Причиной деформации «суффозии» в откосах бортов карьера является:

- а) наличие стока подземных вод;
- б) трещиноватость пород;
- в) несоответствие между высотой откоса и его углом по условию устойчивости.

б) равна долговременной;

5 Ползучесть пород – это:

а) дискретное нарастание деформаций при постоянной нагрузке;

б) постепенное нарастание деформаций при постоянной нагрузке;

в) постепенное нарастание деформаций при увеличении нагрузки.

6 «Чистый сдвиг» – это разрушение породы при:

а) действию касательных сил без нормальной нагрузки;

б) *действие нормальных сил без касательной нагрузки;*

в) действие нормальных и касательных сил.

7 Если высота вертикального откоса меньше высоты вертикального обнажения пород, то коэффициент запаса его устойчивости (K_{zy}):

а) $K_{zy} < 1$.

б) $K_{zy} = 1$;

в) $K_{zy} > 1$;

8 Следствием суффозии в откосе может явиться:

а) оползень;

б) обрушение;

в) осыпание.

9 Круг Мора – это график зависимости касательных и нормальных напряжений:

а) от угла сдвига пород;

в) от угла наклона напряженных площадок.

б) от вертикального давления;

10 Максимальное касательное напряжение действует по площадкам с углом наклона к вертикали:

- а) 90° ; б) 0° ; в) 45° .

11 Ширина призмы скольжения откоса определяется:

- а) глубиной трещины отрыва; в) расстоянием между трещиной отрыва и
б) высотой вертикального обнажения пород; верхней бровкой.

12 Для откосов уступов рекомендуется величина коэффициента запаса устойчивости:

- а) $1,5 - 2,0$; б) $1,3 - 1,2$; в) $1,1 - 1,2$.

13 «Призма упора» - это часть призмы скольжения, где по линии скольжения удерживающие силы:

- а) меньше сдвигающих; в) равны сдвигающим.
б) больше сдвигающих;

14 Возможной деформацией откоса отвала скальных пород на глинистом основании является:

- а) подошвенный оползень; в) надподошвенный оползень.
б) подподошвенный оползень;

15 Касательные к наиболее вероятной линии скольжения показывают направление:

- а) максимальных касательных напряжений τ_{\max} ; б) нормальных напряжений σ ;
в) касательных напряжений τ .

Тест № 1

Номер вопроса	Номер верного ответа	Расшифровка обозначений в формуле
1	в	
2	б	γ - удельный вес пород; h – глубина залегания расчетной точки
3	б	
4	б	
5	г	
6	б	
7	б	
8	в	φ - угол внутреннего трения пород
9	в	
10	в	
11	а	$\Sigma F_{\text{тр}}$, $\Sigma F_{\text{сц}}$, $\Sigma F_{\text{касат}}$ -суммы сил трения, сцепления, касательных.
12	б	γ - удельный вес пород; h – глубина залегания расчетной точки, β - угол наклона поверхности скольжения в расчетной точке
13	а	γ - удельный вес пород; h – глубина залегания расчетной точки, β - угол наклона поверхности скольжения в расчетной точке
14	а	P_i - сила тяжести, β - угол наклона линии скольжения, φ - угол внутреннего трения пород
15	в	

Тест № 2

1	б	C - удельное сцепление пород, γ - удельный вес пород; φ - угол внутреннего трения пород
2	г	
3	в	
4	б	
5	б	
6	а	
7	б	
8	г	
9	в	
10	б	
11	б	
12	а	
13	а	
14	в	
15	а	

Тест № 3

Номер вопроса	Номер верного ответа	Расшифровка обозначений в формуле
1	в	
2	б	ϑ - коэффициент бокового отпора; γ - удельный вес пород; h - глубина залегания расчетной точки
3	б	
4	в	

5	а	
6	а	α - угол откоса; φ - угол внутреннего трения пород.
7	в	φ - угол внутреннего трения пород.
8	а	P - сила тяжести; β - угол наклона линии скольжения
9	б	
10	б	
11	а	
12	в	
13	а	
14	в	
15	б	

Тест № 4

1	б	
2	а	σ_1 и σ_2 - главные напряжения.
3	а	
4	в	
5	б	
6	а	
7	в	
8	а	
9	в	
10	в	
11	в	
12	а	
13	б	

14	б	
15	в	

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для промежуточной аттестации

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Остаточные средства</i>
ОПК-6: Способен применять методы анализа и знания закономерностей проведения 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-6.1	Систематизирует методы предельного напряженного состояния массива горных пород	<p style="text-align: center;"><i>Перечень тем и заданий</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Горное давление. 2. Механические свойства пород. Способы их определения. 3. Понятие об удельном сцеплении и методах его определения. 4. Уравнение Кулона и его графическая интерпретация. 5. Паспорт прочности горных пород. 6. Прочность пород в массиве. 7. Основные параметры систем трещин горного массива и способ их определения. 8. Упругие свойства пород. 9. Компрессионные свойства пород. 10. Объемное напряженное состояние нетронутого массива. 11. Определение направлений и величин напряжений действующих на наклонной площадке в точке массива. 12. Свойства круга Мора. 13. Определение касательного и нормального напряжений наклонной площадки в заданной точке массива с помощью круга Мора. 14. Построение предельного круга Мора для заданной точки массива при известных физико-механических свойствах пород. 15. Направления наибольших главных напряжений в прибортовом массиве и их роль в определении направлений деформаций сдвига. 16. Сущность и способы определения высоты вертикального обнажения пород и области растягивающих напряжений в прибортовом массиве. 17. Теоретические положения, используемые при

		<p>построении наиболее вероятной линии скольжения в откосах.</p> <p>18. Графический способ определения ширины площадки призмы скольжения.</p> <p>19. Построение наиболее вероятной линии скольжения Варианты построения.</p> <p>20. Определение механических свойств пород приоткосного массива по известному положению поверхности скольжения.</p> <p>21. Построение плоской поверхности скольжения вертикальных откосов.</p> <p>22. Силы, действующие на поверхности скольжения.</p> <p>23. Условие предельного равновесия пород.</p> <p>24. Понятие о коэффициенте запаса устойчивости, его нормативные значения.</p> <p>25. Понятие о коэффициенте запаса устойчивости и методах его расчета.</p> <p>26. Определение высоты вертикального откоса с заданным запасом устойчивости.</p> <p>27. Метод Фисенко определения угла или высоты откоса с заданной устойчивостью.</p> <p>28. Характер зависимости между высотой и углом откоса.</p> <p>29. Расчет коэффициента запаса устойчивости методом алгебраического сложения сил.</p> <p>30. Расчет коэффициента запаса устойчивости методом касательных напряжений</p> <p>31. Усреднение физико-механических свойств пород.</p>
ОПК-6.2	Владеет инженерными и технологическим и методами управления геомеханическим и процессами	<p style="text-align: center;">Тесты для проверки знаний студентов и ключ к тестам</p> <p style="text-align: center;">Тест № 1</p> <p style="text-align: center;">Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.</p> <p>1 К показателям механических свойств пород относится:</p> <p>а) модуль упругости; в) коэффициент внутреннего трения; б) удельный вес; г) коэффициент Пуассона</p> <p>2 Вертикальное давление в массиве пород (σ_y):</p> <p>а) $\sigma_y = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta$; в) $\sigma_y = \vartheta \cdot \gamma \cdot h$; б) $\sigma_y = \gamma \cdot h$; г) $\sigma_y = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\beta$;</p>

	<p>3 Сопротивление пород сдвигу обусловлено:</p> <p>а) силами бокового отпора;</p> <p>б) силами трения и сцепления по поверхности сдвига;</p> <p>в) вертикальным давлением пород;</p> <p>г) нормальными силами по поверхности сдвига.</p> <p>4 Коэффициент бокового отпора – это:</p> <p>а) <i>отношение абсолютных поперечных деформаций пород к продольным при одноосной нагрузке;</i></p> <p>б) отношение горизонтальных напряжений в массиве пород к вертикальным;</p> <p>в) отношение вертикальных напряжений в массиве пород к горизонтальным.</p> <p>5 К показателям деформационных свойств пород относится:</p> <p>а) длительная прочность;</p> <p>б) угол внутреннего трения;</p> <p>в) удельное сцепление;</p> <p>г) модуль упругости.</p> <p>6 Реологические свойства пород характеризуются показателем:</p> <p>а) прочности пород на растяжение;</p> <p>б) длительной прочности;</p> <p>в) коэффициентом уплотнения;</p> <p>г) прочности пород на сдвиг.</p> <p>Коэффициент структурного ослабления пород в массиве – это величина, определяющая степень снижения:</p> <p>а) угла внутреннего трения пород;</p> <p>б) удельного сцепления пород;</p> <p>в) прочности пород на растяжение.</p> <p>8 Направление площадок сдвига в приоткосном массиве пород определено углом Θ :</p> <p>а) $\Theta = 45 + \varphi / 2$ по отношению к вертикальной плоскости;</p> <p>б) $\Theta = 45 - \varphi / 2$ по отношению к горизонтальной плоскости;</p> <p>в) $\Theta = 45 - \varphi / 2$ по отношению к направлению действия наибольшего главного напряжения;</p> <p>г) $\Theta = 45 + \varphi / 2$ по отношению к направлению</p>
--	---

наименьшего главного напряжения.

9 Наиболее вероятная поверхность скольжения в приоткосном массиве пород – это поверхность, по которой:

- а) действуют максимальные касательные напряжения;
- б) отношение суммы касательных сил к сумме сил трения и сцепления является минимальным;
- в) отношение суммы сил трения и сцепления к сумме касательных сил является минимальным;
- г) отношение суммы сил трения и сцепления к сумме касательных сил является максимальным.

10 Условием равновесия связанных пород в приоткосном массиве является:

- а) равенство угла откоса углу внутреннего трения пород;
- б) равенство высоты откоса высоте вертикального обнажения пород;
- в) равенство касательных напряжений сопротивлению пород сдвигу.

11 Коэффициент запаса устойчивости приоткосного массива связанных пород ($K_{зy}$) определяется:

а)
$$K_{зy} = \frac{\sum F_{тр} + \sum F_{сц}}{\sum F_{касат}} ;$$

б)
$$K_{зy} = \frac{\sum F_{тр} + \sum F_{касат}}{\sum F_{сц}} ;$$

в)
$$K_{зy} = \frac{\sum F_{сц} + \sum F_{касат}}{\sum F_{тр}} ;$$

г)
$$K_{зy} = \frac{\sum F_{касат}}{\sum F_{тр} + \sum F_{сц}} ;$$

12 Касательные напряжения (τ), действующие по наиболее вероятной поверхности скольжения определяются:

а)
$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi ;$$

б)
$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\beta ;$$

в)
$$\tau = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta ;$$

г)
$$\tau = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \sin 2\Theta ;$$

лекций. При этом нужно обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам.

При подготовке к зачету с оценкой необходимо повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной рабочей программой дисциплины, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет с оценкой и содержащихся в данной программе.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Показатели и критерии оценивания:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

