



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
07.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ГЕОМЕХАНИКА

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Горные машины и оборудование

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск
2025 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

28.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой

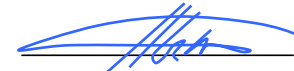


А.И. Курочкин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

07.02.2025 г. протокол № 4

Председатель



И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ГМиТТК, канд. техн. наук



А.И. Курочкин

Рецензент:

Зам. начальника КРЦ-2 ООО "ОСК" ,



С.В. Немков

Лист актуализации рабочей программы

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.И. Курочкин

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.И. Курочкин

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.И. Курочкин

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.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

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:

Сопротивление материалов

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых

Физика

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

Обоснование проектных решений

Физика горных пород

Технология и безопасность взрывных работ

Технология производства работ

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 – 134,5 акад. часов;
- аудиторная – 132 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,5 акад. часов;
- самостоятельная работа – 45,5 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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. Введение.		2	14		8			ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.2 2. Напряженное состояние массива		6	14		8	самостоятельное изучение учебной литературы; - конспектирование	Устный опрос (собеседование)	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.3 2. Свойства пород горного массива		10	14		8,5	самостоятельное изучение учебной литературы - домашнее задание №2.	Устный опрос (собеседование)	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.4 3. Методы определения механических свойств пород	6	10	14		8	- самостоятельно изучение учебной литературы - конспектирование.	Устный опрос (собеседование)	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.5 5. Дренажное карьерных полей		10	14		10	самостоятельное изучение учебной литературы; - конспектирование.	Устный опрос (собеседование)	ОПК-6.1, ОПК-6.2
1.6 5. Устойчивость откосов		10	14			5. Устойчивость откосов	Устный опрос	ОПК-6.1, ОПК-6.2

Итого по разделу		48	84		42,5			
2. Зачет								
2.1 Зачет	6						Зачет с оценкой	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу					3			
Итого за семестр		48	84		42,5		зао	
Итого по дисциплине		48	84		45,5		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию.

Основной тип проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

4. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция-провокация (изложение материала с заранее за-планированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-прессконференция.

5. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении

специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

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

а) Основная литература:

1. Зерцалов, М. Г. Геомеханика : учебно-методическое пособие / М. Г. Зерцалов, И. Н. Хохлов. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2022. — 108 с. — ISBN 978-5-7264-3033-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/262346> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. 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> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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> (дата обращения: 15.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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.

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

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

5. Баклашов И.В., Давиденко Б.Ю. Геомеханика. Лабораторный практикум. МГГУ, 2006 г. – 72 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
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
АСКОН Компас v21-22	Д-1082-22 от 01.12.2022	бессрочно
AdobeReader	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MPO109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
3. Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

По данной дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа по освоению дисциплины необходима для углубленного изучения материала курса. Самостоятельная работа студентов регламентируется графиками учебного процесса и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов состоит из следующих взаимосвязанных частей:

- 1) Изучение теоретического материала в форме:
 - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы по теме.
 - Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет).

Остаточные знания определяются результатами сдачи зачета с оценкой.

- 2) Подготовка к практическим занятиям

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины, приведенных в приложении 3.

Изучение дисциплины направлено на формирование и развитие профессиональных компетенций обучающегося: способен получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, умеет применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения, в т.ч. в режиме удаленного доступа – Способен подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентноспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения; - Способен составлять описание принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений; - Способен разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен: знать: методы ведения проектных и расчетных работ по совершенствованию машин и оборудования предприятий с использованием персональных компьютеров; уметь: применять методы компьютерного проектирования при создании и модернизации технических и технологических комплексов; проводить численные методы расчета машин и оборудования производства и обосновывать рациональный их выбор для заданных геологических и технических условий и объемов работ; анализировать, синтезировать и критически резюмировать полученную информацию с использованием компьютерных технологий; владеть: современными средствами для решения практических задач проектирования машин и транспортно-технологических комплексов с применением программных продуктов общего и специального назначения.

**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) $\sigma_y = \theta \cdot \gamma \cdot h$; |
| 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) $\theta = 45 + \phi/2$ по отношению к вертикальной плоскости;
- б) $\theta = 45 - \phi/2$ по отношению к горизонтальной плоскости;
- в) $\theta = 45 - \phi/2$ по отношению к направлению действия наибольшего главного напряжения;
- г) $\theta = 45 + \phi/2$ 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 ($K_{\text{зу}}$) определяется:

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

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

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;

в) меньшую.

б) примерно равную;

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

14 Угол естественного откоса реальных сыпучих пород:

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

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

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

Тест № 3

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

1 К показателям компрессионных свойств пород относится:

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

2 Боковое давление в массиве пород (σ_x):

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

3 Коэффициент Пуассона горных пород – это:

- а) отношение относительных продольной и поперечной деформаций;
- б) отношение относительных поперечной и продольной деформаций;
- в) отношение абсолютных поперечной и продольной деформаций;
- г) отношение абсолютных продольной и поперечной деформаций.

4 Удельное сцепление пород – это показатель:

- а) деформационных свойств;
- б) реологических свойств;
- в) механических 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) $\alpha = \phi$;
- 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) $F_{\text{тр}} = P \cdot \cos \beta$;

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

б) $F_{\text{тр}} = P \cdot \sin \beta$;

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

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

а) $T = P \cdot \sin \beta$;

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

б) $T = P \cdot \cos \beta$;

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

9 Моделирование напряженного состояния массива горных пород осуществляется методом:

а) центробежным;

в) эквивалентных материалов.

б) поляризационно-оптическим;

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

а) максимальный;

в) равен единице.

б) минимальный;

11 Деформация «надподошвенного оползня» характерна для откосов:

а) отвалов;

в) уступов борта карьера.

б) бортов карьера;

12 Связные породы в откосах находятся в равновесии, если:

а) сумма сдвигающих сил равна сумме сил сцепления;

в) сумма сдвигающих сил равна сумме сил трения и сцепления.

б) сумма сдвигающих сил равна сумме сил трения;

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

а) наличие стока подземных вод;

в) несоответствие между высотой откоса и его углом по условию устойчивости.

б) трещиноватость пород;

14 Деформация обрушения характерна для пород:

а) мягких связных;

в) скальных и полускальных.

б) сыпучих;

15 Деформация подошвенного оползня характерна для внешних отвалов:

- а) на глинистом основании;
- б) на слоистом наклонном основании;
- в) на скальном наклонном основании.

Тест № 4

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

1 Пластическая деформация нагруженных пород – это:

- а) необратимое конечное разрушение;
- б) изменение линейных размеров, которые не восстанавливаются после снятия нагрузки;
- в) изменение линейных размеров, которые восстанавливаются после снятия нагрузки.

2 Максимальное касательное напряжение в точке массива пород ($\tau_{\max}$)

а) $\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2};$

в) $\tau_{\max} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\theta;$

б) $\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2};$

г) $\tau_{\max} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \theta.$

3 «Паспорт прочности» породы – этот график зависимости:

- а) касательных напряжений от величины нормальных напряжений;
- б) между напряжениями и деформациями;
- в) касательных напряжений от угла наклона площадок сдвига.

4 Кратковременная прочность породы:

- а) меньше долговременной;
- б) равна долговременной;
- в) больше 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 ($K_{\text{з}}$):

а) $K_{\text{з}} = 1$.

б) $K_{\text{з}} = 1$;

в) $K_{\text{з}} = 1$;

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 верхней бровкой.

б) высотой вертикального обнажения пород;

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;

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	$\sum F_{\text{тр}}, \sum F_{\text{сц}}, \sum F_{\text{касат}}$ -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	5	б
14	6	а
15	7	в
	8	а
	9	в
	10	в
	11	в
	12	а
	13	б
	14	б
	15	в

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	a	
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

Перечень тем и заданий

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 построении наиболее вероятной линии

ОПК-6.2

Владеет инженерными и технологическими методами управления геомеханическими процессами

- скольжения в откосах.
18. Графический способ определения ширины площадки призмы скольжения.
 19. Построение наиболее вероятной линии скольжения. Варианты построения.
 20. Определение механических свойств пород приоткосного массива по известному положению поверхности скольжения.
 21. Построение плоской поверхности скольжения вертикальных откосов.
 22. Силы, действующие на поверхности скольжения.
 23. Условие предельного равновесия пород.
 24. Понятие о коэффициенте запаса устойчивости, его нормативные значения.
 25. Понятие о коэффициенте запаса устойчивости и методах его расчета.
 26. Определение высоты вертикального откоса с заданным запасом устойчивости.
 27. Метод Фисенко определения угла или высоты откоса с заданной устойчивостью.
 28. Характер зависимости между высотой и углом откоса.
 29. Расчет коэффициента запаса устойчивости методом алгебраического сложения сил.
 30. Расчет коэффициента запаса устойчивости методом касательных напряжений
 31. Усреднение физико-механических свойств пород.

**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 |
| б) удельный вес; | г) коэффициент |

2 Вертикальное давление в массиве пород (σ_y):

- | | |
|---|----|
| а) $\sigma_y = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta$; | в) |
| б) $\sigma_y = \gamma \cdot h$; | г) |

3 Сопротивление пород сдвигу обусловлено:

- | | |
|---|--------|
| а) силами бокового отпора; | в) вер |
| б) силами трения и сцепления по поверхности сдвига; | г) нор |

4 Коэффициент бокового отпора – это:

а) отношение абсолютных поперечных деформаций пород к продольным при одноосной нагрузке; в) отн

б) отношение горизонтальных напряжений в массиве пород к вертикальным;

5 К показателям деформационных свойств пород относится:

а) длительная прочность; в) уде

б) угол внутреннего трения; г) мод

6 Реологические свойства пород характеризуются показателем:

а) прочности пород на растяжение; в) коэ

б) длительной прочности; г) про

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

а) угла внутреннего трения пород; в) про

б) удельного сцепления пород;

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

а) $\theta = 45 + \phi/2$ по отношению к вертикальной плоскости; в)

б) $\theta = 45 - \phi/2$ по отношению к горизонтальной плоскости; г)

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

а) действуют максимальные касательные напряжения; в) отн

б) отношение суммы касательных сил к сумме сил трения и сцепления является минимальным; г) отн

10 Условием равновесия связных пород в приоткосном массиве является:

а) равенство угла откоса углу внутреннего трения пород; в) рав

б) равенство высоты откоса высоте

вертикального обнажения пород;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Методические рекомендации для подготовки к зачету с оценкой

При подготовке к зачету с оценкой у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Конспектирование должно осуществляться обучающимся только лишь самостоятельно. Просмотр собственных конспектов позволяет обучающемуся быстро восстанавливать в памяти содержание источника.

В начале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты 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.

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

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

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

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

а) сумма нормальных сил; в) сум

б) сумма сил сцепления г) сум

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

Методические рекомендации для подготовки к зачету с оценкой

При подготовке к зачету с оценкой у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Конспектирование должно осуществляться обучающимся только лишь самостоятельно. Просмотр собственных конспектов позволяет обучающемуся быстро восстанавливать в памяти содержание источника.

В начале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты 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.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Геомеханика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Методические рекомендации для подготовки к зачету с оценкой

При подготовке к зачету с оценкой у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Конспектирование должно осуществляться обучающимся только лишь самостоятельно. Просмотр собственных конспектов позволяет обучающемуся быстро восстанавливать в памяти содержание источника.

В начале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты 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.