



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

13.02.2023 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  
2023 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

10.02.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.М. Мажитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

13.02.2023 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ГМиТТК, д-р техн. наук  Г.Д.Першин

Рецензент:

Зам. начальника КРЦ-2 ООО "ОСК" ,  С.В. Немков

## Лист актуализации рабочей программы

---

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



2.1 Зачет	6						Зачет с оценкой	ОПК-6.1, ОПК-6.2
Итого по разделу				3				
Итого за семестр	60	60		53,9			зао	
Итого по дисциплине	60	60		56,9			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
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

##### 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.



### **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 библиографическими 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;
- б) удельный вес;
- в) коэффициент внутреннего трения;
- г) коэффициент Пуассона

#### 2 Вертикальное давление в массиве пород ( $\sigma_y$ ):

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

#### 3 Сопротивление пород сдвигу обусловлено:

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

#### 4 Коэффициент бокового отпора – это:

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

#### 5 К показателям деформационных свойств пород относится:

- а) длительная прочность;
- б) угол внутреннего трения;
- в) удельное сцепление;
- 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 $\Theta$ :

- 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 связных 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 связных пород ( $K_{зy}$ )**

определяется:

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

**12 Касательные напряжения ( $\tau$ ), действующие по наиболее вероятной поверхности скольжения определяются:**

а)  $\tau = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi$  ;      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 ( $\sigma$ ), 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 ( $\sum F_{тр}$ ), действующих по наиболее вероятной линии скольжения приоткосного массива, определяется:**

а)  $\sum F_{тр} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos \beta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i$  ;      в)  $\sum F_{тр} = \sum_{i=1}^n T_i \cdot \sin \beta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i$  ;  
 б)  $\sum F_{тр} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \sin \beta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i$  ;

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

- а) сумма нормальных сил;
- б) сумма сил сцепления;
- в) сумма касательных сил;
- 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)  $H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot \text{ctg}(45^\circ + \frac{\Phi}{2})$  ;
- б)  $H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot \text{ctg}(45^\circ - \frac{\Phi}{2})$  ;
- в)  $H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot \text{ctg}(45^\circ + \frac{\Phi}{2})$  ;
- г)  $H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot \text{ctg}(45^\circ - \frac{\Phi}{2})$  .

**2 Причинами деформации суффозии в откосах являются:**

- а) несоответствие угла устойчивого откоса его высоте;
- б) трещиноватость пород;
- в) трещинные подземные воды в скальных породах;
- г) подземные воды в слабо связных породах.

**3 Деформации обрушения характерны для:**

- а) сыпучих пород;
- б) мягких связных пород;
- в) скальных и полускальных трещиноватых 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;
- 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 ( $\sigma_x$ ):**

- а)  $\sigma_x = \gamma \cdot h$ ;
- б)  $\sigma_x = \vartheta \cdot \gamma \cdot h$ ;
- 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)  $\alpha = \varphi$ ;
- 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)  $F_{тр} = P \cdot \cos \beta$ ;
- б)  $F_{тр} = P \cdot \sin \beta$ ;
- в)  $F_{тр} = P \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi$ ;
- г)  $F_{тр} = P \cdot \operatorname{tg} \varphi$ .

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

- а)  $T = P \cdot \sin \beta$ ;
- б)  $T = P \cdot \cos \beta$ ;
- в)  $T = P \cdot \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi$ ;
- 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; 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; в) на скальном наклонном основании.  
б) на слоистом наклонном основании;

#### Тест № 4

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

**1 Пластическая деформация нагруженных пород – это:**

- а) необратимое конечное разрушение; в) изменение линейных размеров, которые восстанавливаются после снятия нагрузки;  
б) изменение линейных размеров, которые не 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) *действию 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 ( $K_{3y}$ ):**

- а)  $K_{3y} < 1$ .  
б)  $K_{3y} = 1$ ;  
в)  $K_{3y} > 1$ ;

**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;  
б) от вертикального давления;  
в) от угла наклона напряженных площадок.

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

- а)  $90^\circ$ ;  
б)  $0^\circ$ ;  
в)  $45^\circ$ .

**11 Ширина призмы скольжения откоса определяется:**

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





**Тест № 2**

1	б	<b>С</b> - удельное сцепление пород, $\gamma$ - удельный вес пород; <b>φ</b> - 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	<b>δ</b> - коэффициент бокового отпора; $\gamma$ - удельный вес пород; <b>h</b> - глубина залегания расчетной точки
3	б	
4	в	
5	а	
6	а	<b>α</b> - угол откоса; <b>φ</b> - угол внутреннего трения пород.
7	в	<b>φ</b> - угол внутреннего трения пород.
8	а	<b>P</b> - сила тяжести; <b>β</b> - угол наклона линии скольжения
9	б	
10	б	
11	а	
12	в	
13	а	
14	в	
15	б	

*Тест № 4*

1	б	
2	а	$\sigma_1$ и $\sigma_2$ - 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	

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для промежуточной аттестации

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

		<p>17. Теоретические положения, используемые при 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;"><b>Тесты для проверки знаний студентов и ключ к тестам</b></p> <p style="text-align: center;"><b><u>Тест № 1</u></b></p> <p style="text-align: center;">Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.</p> <p><b>1 К показателям механических свойств пород относится:</b></p> <p>а) модуль упругости;      в) коэффициент внутреннего трения;</p> <p>б) удельный вес;                      г) коэффициент Пуассона</p> <p><b>2 Вертикальное давление в массиве пород (<math>\sigma_y</math>):</b></p> <p>а) <math>\sigma_y = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta</math>;    в) <math>\sigma_y = \vartheta \cdot \gamma \cdot h</math>;</p>

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

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;

в) коэффициентом уплотнения;

б) длительной прочности;

г) прочности пород на сдвиг.

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

а) угла внутреннего трения пород;

в) прочности пород на растяжение.

б) удельного сцепления пород;

**8 Направление площадок сдвига в приоткосном массиве пород определено углом  $\Theta$ :**

а)  $\Theta = 45 + \varphi/2$  по отношению к вертикальной плоскости;

в)  $\Theta = 45 - \varphi/2$  по отношению к направлению действия наибольшего главного напряжения;

б)  $\Theta = 45 - \varphi/2$  по

отношению к горизонтальной плоскости;

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;

в) отношение суммы сил трения и сцепления к сумме касательных сил является минимальным;

б) отношение суммы касательных сил к сумме сил трения и сцепления 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;

в) равенство касательных напряжений сопротивлению пород сдвигу.

б) равенство высоты откоса высоте вертикального обнажения пород;

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

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

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

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

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

**12 Касательные напряжения ( $\tau$ ), действующие по наиболее вероятной поверхности скольжения определяются:**

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

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

г) 
$$\tau =$$

б) 
$$\tau =$$

		$\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\beta; \quad \frac{1}{2} \cdot (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \sin 2\Theta;$ <p><b>13 Нормальные напряжения (<math>\sigma</math>), действующие по наиболее вероятной поверхности скольжения, определяются:</b></p> <p>а) <math>\sigma = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta;</math>      в) <math>\sigma = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}.</math></p> <p>б) <math>\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2};</math></p> <p><b>14 Сумма сил трения (<math>\sum F_{\text{тр}}</math>), действующих по наиболее вероятной линии скольжения приоткосного массива, определяется:</b></p> <p>а) <math display="block">\sum F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos \beta_i \cdot \text{tg} \varphi_i;</math> ;      в) <math display="block">\sum F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n T_i \cdot \sin \beta_i \cdot \text{tg} \varphi_i;</math> ;</p> <p>б) <math display="block">\sum F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \sin \beta_i \cdot \text{tg} \varphi_i;</math> ;</p> <p><b>15 Сумма сдвигающих сил (<math>\sum F_{\text{сд}}</math>), действующих по наиболее вероятной линии скольжения приоткосного массива, это:</b></p> <p>а) сумма нормальных сил;      в) сумма касательных сил;</p> <p>б) сумма сил сцепления      г) сумма сил трения и сцепления.</p>
--	--	---

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

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.

**Методическое обеспечение**

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.