



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
ректор ИГДиТ  
— И.А. Пыталев

14.02.2022 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  
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.ген 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. Дренажное карьерных полей		1	1/И		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/И		165,4			
Итого за семестр		4	6/И		165,4		зачет	
Итого по дисциплине		4	6/И		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	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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.

## Приложение 1

### 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 ( $\sigma_y$ ):

- |   |  |
|---|--|
| 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) *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.

**7 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 ( $K_{3y}$ ) определяется:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**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 ( $\sigma_x$ ):**

- 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 «надподошвенного 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) *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 ( $K_{zy}$ ):**

- 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:**



**Тест № 1**

Номер вопроса	Номер верного ответа	Расшифровка обозначений в формуле
1	в	
2	б	$\gamma$ - удельный вес пород; $h$ – глубина залегания расчетной точки
3	б	
4	б	
5	г	
6	б	
7	б	
8	в	$\varphi$ - 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	$\gamma$ - удельный вес пород; $h$ – глубина залегания расчетной точки, $\beta$ - угол наклона поверхности скольжения в расчетной точке
13	а	$\gamma$ - удельный вес пород; $h$ – глубина залегания расчетной точки, $\beta$ - угол наклона поверхности скольжения в расчетной точке
14	а	$P_i$ - сила тяжести, $\beta$ - угол наклона линии скольжения, $\varphi$ - угол внутреннего трения пород
15	в	

**Тест № 2**

1	б	<b>C</b> - удельное сцепление пород, $\gamma$ - удельный вес пород; <b><math>\varphi</math></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><math>\vartheta</math></b> - коэффициент бокового отпора; $\gamma$ - удельный вес пород; <b>h</b> - глубина залегания расчетной точки
3	б	
4	в	

5	а	
6	а	$\alpha$ - угол откоса; $\varphi$ - угол внутреннего трения пород.
7	в	$\varphi$ - угол внутреннего трения пород.
8	а	$P$ - сила тяжести; $\beta$ - 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	

## 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;"><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> <li>17. Теоретические положения, используемые при построении наиболее вероятной линии скольжения в</li> </ol>





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

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

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

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

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

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

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

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

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

**13 Нормальные напряжения ( $\sigma$ ), действующие по**

		<p><b>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>\sum F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos \beta_i \cdot t_c</math>;      в) <math>\sum F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n T_i \cdot \sin \beta_i \cdot \text{tg} \varphi_i</math>; ;</p> <p>б) <math>\sum F_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \sin \beta_i \cdot \text{tg}</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.