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
_____ А.А. Зубков

02.02.2026 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	Разработки месторождений полезных ископаемых
Курс	4

Магнитогорск
2026 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 Разработки месторождений полезных ископаемых
19.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
02.02.2026 г. протокол № 5

Председатель _____ А.А. Зубков

Согласовано:
Зав. кафедрой Горных машин и транспортно-технологических комплексов

_____ А.И. Курочкин

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры кафедры РМПИ, д-р. техн. наук _____ В.Ю. Заляднов

Рецензент:
заведующий лаборатории ООО «УралГеоПроект» , канд. техн. наук _____ В.Ш. Галямов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2032 - 2033 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2033 - 2034 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Геомеханика» являются:

- подготовка студентов умению прогнозировать деформации массива и использо
-ванию инженерных методов управления горным давлением.

- развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

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:

Геология

Физика

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

Процессы открытых горных работ

Проектирование карьеров

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. Введение								
1.1 Цели и задачи дисциплины, связь со смежными	4	0,5			4	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
1.2 Современные тенденции развития геомеханики		0,5			4	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		1			8			
2. Горное давление								
2.1 Основные понятия	4	0,5			4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
2.2 Формы проявления		0,5			4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу		1			8			
3. Свойства пород								
3.1 Физические и механические	4		0,5		4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
3.2 Методы определения			0,5		4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
3.3 Паспорт прочности			0,5		4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
3.4 Прочность пород в массиве			0,5		4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу			2		16			
4. Деформационные свойства								
4.1 Упругие свойства	4		0,5		4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
4.2 Пластические характеристики			0,5		4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
4.3 Реалогические свойства			0,5		4	Подготовка к тестированию	Тестирование	

4.4 Компрессионные свойства	4		0,5		4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу			2		16			
5. Напряженное состояние массива								
5.1 Напряженное состояние нетронутого массива	4				4	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
5.2 Напряженное состояние наклонной площадки в нетронутом массиве					4	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
5.3 Круг Мора. Свойства Круга Мора.					4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
5.4 Напряженное состояние приоткосного массива					4	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
5.5 Напряженное состояние наклонной площадки в приоткосном массиве					4	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу					20			
6. Наиболее вероятная линия скольжения								
6.1 Высота вертикального	4				4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
6.2 Основные положения построения НВЛС					4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
6.3 Варианты построения НВЛС					4	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу					12			
7. Устойчивость откосов								
7.1 Силы, действующие на поверхности скольжения	4	2			4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
7.2 Условие предельного равновесия пород					4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
7.3 Коэффициент запаса устойчивости			2		4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу		2	2		12			
8. Методы расчета устойчивости откосов								
8.1 График Фисенко	4				4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
8.2 Метод алгебраического сложения сил					4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
8.3 Метод касательных напряжений					4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
8.4 Усреднение механических свойств массива					4	Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу					16			
9. Устойчивость пород и параметры откосов								
9.1 Классификация пород по устойчивости	4				4	Подготовка к семинарскому	Устный опрос (собеседование)	

						занятию		
Итого по разделу					4			
10. Факторы, влияющие на устойчивость бортов карьеров								
10.1 Инженерно-геологические факторы	4				8	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
10.2 Гидрогеологические факторы					15	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
10.3 Физико-географические факторы					15	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
10.4 Горно-технические факторы					15,4	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
10.5 Устойчивые параметры откосов						Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу					53,4			
11. Зачет								
11.1 Зачет с оценкой	4					Подготовка к зачету	Зачет	
Итого по разделу								
Итого за семестр		4	6		165,4		зао	
Итого по дисциплине		4	6		165,4		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

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

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных предоставлений 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 все-стороннее 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.

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

а) Основная литература:

1. Дементьев, А.В. Конспект лекций по дисциплине «Геомеханика» [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие для студентов направления подготовки 21.05.04 «Горное дело», 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства» / А.В. Дементьев; КузГТУ. - Кемерово, 2016. - 129 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/115111 — Загл. с экрана.

2. Казикаев, Д.М., Козырев, А.А., Каспарьян, Э.В., Иофис, М.А. Управление гео-
механическими процессами при разработке месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - М.: Издательство «Горная книга», 2016. - 490 с.: ил. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/101757/#1 — Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература:

1. Дементьев, А.В. Геомеханика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело», специализации 21.05.04-05 «Шахтное и подземное строительство» и направлению подготовки (специальности) 21.05.05 «Физические процессы горного или нефтегазового производства» / А.В. Дементьев - Кемерово: КузГТУ, 2015. - 104 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/69419/#1 — Загл. с экрана.

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. Режим доступа: http://catalog.inforeg.ru/inet/GetEzineByID/311549 — Загл. с экрана.

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

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
Autodesk AutoCad 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
Autodesk Inventor Professional 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория геомеханики и технологии ОГР - Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:

Динамометр электронный сжатия

ДСМ-1/4-1МГ4 до 1 кН;

Прибор компрессионный для испытания грунтов ПКГ-Ф;

Прибор для определения сопротивления грунтов сдвигу ГГП-30;

Шкаф сушильный ШС-0,25-20;

Весы лабораторные электронные ARC120 Adventure кл. точности II

(гос. реестр № 18785-00);

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория геомеханики и физики горных пород - Пресс гидравлический ПСУ-125

Измеритель времени и скорости распространения ультразвука Пульсар-2.1;

Каппаметр КМ-7 карманный измеритель магнитной восприимчивости;

Весы лабораторные ВК-3000

кл. точности высокий II

(гос. реестр РФ№ 48026-11);

Весы неавтоматического действия МП-150 (МП ВДА «Гулливер 06») кл. точности III;

Стенд для моделирования на эквивалентных материалах;

Лаборатория полевая ПЛЛ-10; Макет для определения трещиноватости горных пород.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации -

Доска, мультимедийный проектор, экран;

Помещения для самостоятельной работы обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудова-ния

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:

1. Напряженное состояние нетронутого массива:
2. Напряженное состояние наклонной площадки в нетронутом массиве;
3. Напряженное состояние приоткосного массива;
4. Напряженное состояние наклонной площадки в приоткосном массиве;
5. Варианты построения НВЛС;
6. Классификация пород по устойчивости;
7. Устойчивые параметры откосов;
8. Факторы, влияющие на устойчивость бортов карьеров.

Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:

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 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.

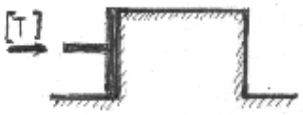
30. Расчет коэффициента запаса устойчивости методом касательных напряжений

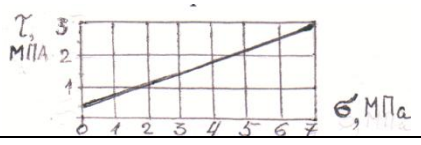
31. Усреднение физико-механических свойств пород.

Задания для самостоятельной работы

Варианты работы № 1

Номер варианта	В о п р о с ы

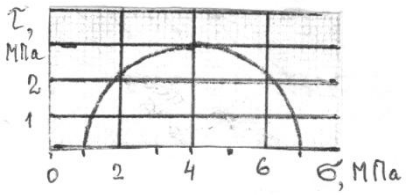
1	1 Определить коэффициент бокового распора породы, если в точке нетронутого массива вертикальное напряжение 20 МПа, горизонтальное 5 МПа. 2 Определить удельный вес породы образца кубической формы с размерами 5x5x5 см. Масса образца 0,375 кг. 3 Срез образца породы с поперечным сечением площадью 25 $см^2$ произошел от приложенной касательной силы 112500 Н. Определить величину удельного сцепления (при чистом сдвиге). 4 Сопротивление сдвигу породы составляет 5 МПа при нормальном давлении 6 МПа. Удельное сцепление породы 2 МПа. Определить графически (с помощью паспорта прочности) угол внутреннего трения. 5 По тому же паспорту прочности (пункт 4) определить напряжение трения при нормальном давлении 4 МПа. 6 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом простирания 140° и углом падения 30°. 7 Для какой цели используется стереограмма трещиноватости ?
2	1 Определить вертикальное давление в массиве на глубине 200 м. Плотность пород 2,5 $т/м^3$. 2 Чем отличается удельный вес породы от ее плотности ? 3 Назвать вид деформации и дать ее определение по схеме приложения предельной нагрузки (см. рисунок).  4 Дать определение сопротивления сдвигу и величины удельного сцепления. 5 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом линии простирания 10° и углом падения 70°. 6 Для какой цели используется диаграмма трещиноватости ? Основные параметры диаграммы. 7 Как определить удельное сцепление пород в массиве ?

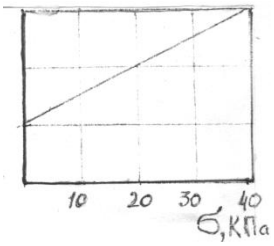
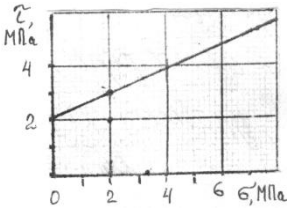
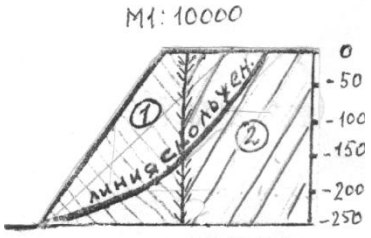
3	1 Дать понятие о структурном блоке массива, от чего зависят его размеры ? 2 Как замерить азимут линии простирания плоскости трещины ? 3 Удельное сцепление пород 1 МПа. Какую касательную силу надо приложить к образцу с квадратным сечением 5х5 см при чистом сдвиге ? 4 Образец с квадратным сечением 5х5 см срезан при нормальном напряжении 5 МПа и касательном 3 МПа. Определить величины приложенных сил 5 Сопротивление породы сдвигу 4 МПа при нормальном давлении 5 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Определить с помощью паспорта прочности удельное сцепление. 6 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом линии простирания 90° и угле падения 0°. 7 Дать определение понятия «сила сцепления».
Номер варианта	В о п р о с ы
4	1 Образец породы кубической формы имеет размеры 5х5х5 см. При одноосном сжатии продольная абсолютная деформация составила 0,5 мм. Коэффициент Пуассона породы 0,2. Определить относительную поперечную деформацию. 2 Бульдозером сдвинута призма породы сечением 1х1х1 м. Какую силу потребовалось приложить для ее сдвига, если удельный вес пород $2 \cdot 10^4$ Н/м^3, удельное сцепление 1 МПа, угол внутреннего трения 30° ? 3 Определить боковое давление в массиве на глубине 300 м. Плотность пород 3 т/м^3. Коэффициент Пуассона 0,2. 4 Дать название и определение линий 1,2, указанных на стереограмме трещиноватости и описание способа их определения. 5 Изобразить на стереограмме плоскость трещины в азимутом линии простирания 300° и углом падения 60°. 6 Дать определения «удельного веса» и «плотности» пород. 7 Дать аналитическое выражение паспорта прочности, изображенного 

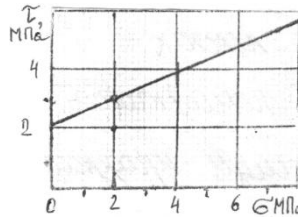
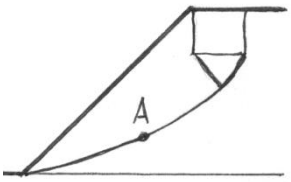
	на рисунке.
5	1 Дать определение интенсивности трещиноватости, назвать фактора, от которых зависит структурное ослабление пород. 2 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом линии простирания 30° и углом падения 10° 3 Определить плотность породы (в т/м^3), если ее удельный вес 29430 Н?м^3. 4 Определить боковое давление в массиве пород на глубине 100 м. Коэффициента Пуассона этих пород 0,2. Плотность породы 3 т/м^3. 5 Дать определение угла внутреннего трения породы. 6 Начертить возможные схемы приложения сил к образцам породы при испытании их на сдвиг. 7 Определить силу тяжести вертикального породного блока высотой 100 м, шириной 50 м в плоско-напряженном состоянии. Плотность пород 3 т/м^3.

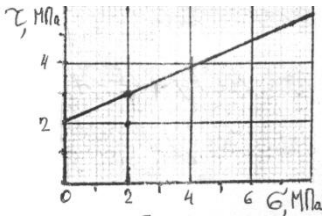
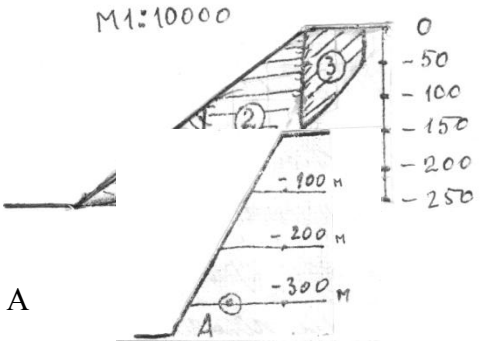
6	1 Плотность пород 3 т/м^3, коэффициент Пуассона 0,2. Определить горизонтальное напряжение на глубине массива 200 м. 2 Образец с сечение 10х10 см разрушен касательной нагрузкой 0,5 МПа. Определить величину приложенной силы. 3 Какая порода имеет бóльшее сопротивление сдвигу при нормальном давлении 5 МПа: 1) φ = 30°, С = 0,1 МПа; 2) φ = 15°, С = 0,2 МПа. 4 Сдвиг образца произошел при вертикальном давлении 0,6 МПа и касательном).1 МПа. Угол внутреннего трения породы 30°. Определить удельное сцепление породы. 5 Изобразить на стереограмме плоскость откоса с азимутом простирания 310° и углом падения 90°. 6 Какую массу груза требуется поместить на поверхность образца сечением 20х20 см, чтобы создать вертикальное давление 0,1 МПа. 7 Дать определение понятию «чистый сдвиг».

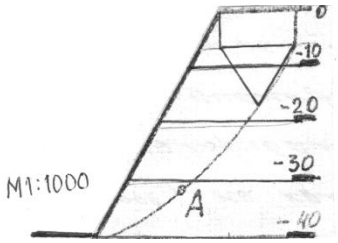
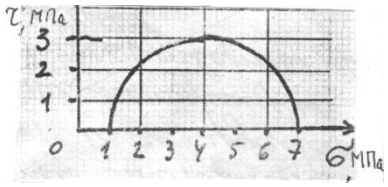
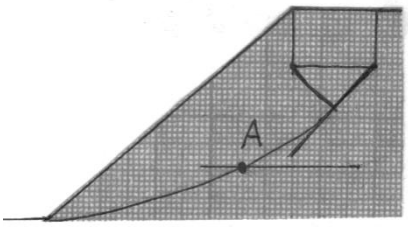
2.5 Варианты работы № 2

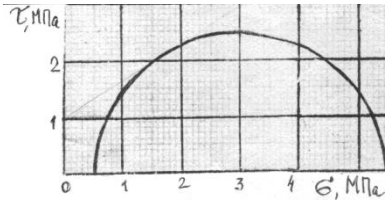
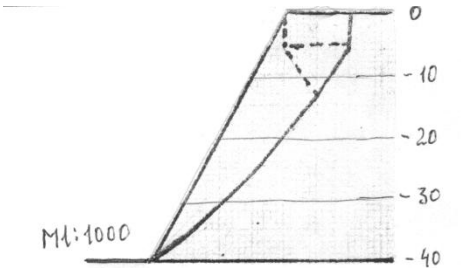
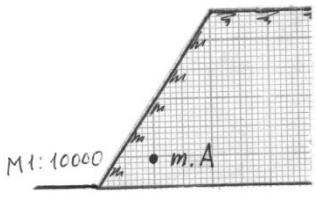
Номер варианта	В о п р о с ы
1	1 При нормальном давлении 2 МПа сопротивление породы сдвигу составляет 2,2 МПа. С помощью предельного круга Мора (на рисунке) определить: а) угол внутреннего трения породы; б) удельное сцепление породы.  2 В каких случаях трещина отрыва при деформации откоса образуется на поверхности откоса ? Дать схему построения линии скольжения в этом случае. 3 Описать: а) последовательность; б) условия; в) причины деформации обрушения в виде сдвига со сколом. Дать схему деформации. 4 Построить паспорт прочности породы, если сопротивление ее сдвигу определяется уравнением [r] = (0,37·σ + 0,6), МПа. 5 По результатам среза двух прямоугольных призм массива построен паспорт прочности

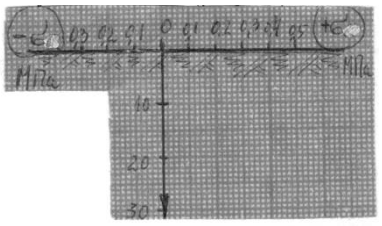
	пород массива (см. рисунок). Определить силу,которая потребуется доля сдвига прямоугольной призмы пород с размерами: площадь основания 1 м^2, высота 1,5 м. Плотность пород 2 т/м^3. 	2
2	1 На рисунке дан паспорт прочности породы. Построением предельного круга Мора определить максимальное касательное напряжение в точке массива, где нормальное напряжение на площадке сдвига составляет 2 МПа.  2 В каких случаях при деформации откоса отсутствует вертикальная трещина отрыва ? Дать схему построения линии скольжения для этого случая. 3 Усреднить угол внутреннего трения пород. Свойства пород: (1) (2) - угол внутреннего трения, град. 20 30 - плотность, т/м^3 2,0 3,0  4 В точке напряженного массива максимальное касательное напряжение 3 МПа. Построением круга Мора определить нормальное и касательное	

	напряжения, действующие на площадке с углом наклона θ = 35°. 5 Описать: а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде опозня-сдвига. Дать схему деформации.
Номер варианта	В о п р о с ы
3	1 На рисунке дан паспорт прочности породы. Построением предельного круга Мора определить наибольшее главное напряжение в точке массива, где касательное напряжение по площадке сдвига составляет 3,5 МПа.  2 В каких случаях на круглоцилиндрической поверхности скольжения отсутствует плоский участок ? Дать схему построения линии скольжения для этого случая. 3 Описать: а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде глубинного оползня борта карьера. Дать схему деформации. 4 Определить высоту устойчивого уступа с углом откоса 70°. Коэффициент запаса устойчивости 1,5. Удельное сцепление пород в массиве 0,02 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность пород 3 т/м^3. 5 Определить угол наклона направления касательного и наибольшего главного напряжения в точке А линии скольжения. 
4	1 На рисунке дан паспорт прочности породы. Построением предельного круга Мора определить наименьшее главное напряжение в точке массива, где нормальное напряжение на площадке сдвига составляет 3 МПа.

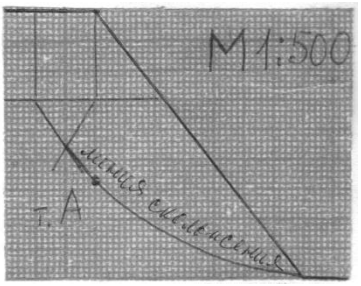
	2 В каких случаях трещина отрыва при деформации откоса образуется от верхней бровки ? Дать схему построения линии скольжения для этого случая.  3 Описать: а) последовательность ; б) условия; в) причины деформации откосов в виде осыпи. Дать схему деформации. 4 Усреднить удельный вес пород в массиве. Удельный вес пород 1 – $3 \cdot 10^4$ Н/м^3 2 – $2{,}5 \cdot 10^4$ Н/м^3 3 – $2{,}8 \cdot 10^4$ Н/м^3  5 Определить боковое давление в точке А массива пород в откосе (см. рисунок). Плотность пород 3 т/м^3. Коэффициент Пуассона пород 0,2.
Номер варианта	В о п р о с ы
5	1 В точке массива пород борта карьера наибольшее главное напряжение МПа, наименьшее 2 МПа. Построением круга Мора для этой точки определить величину нормального и касательного напряжений, действующих на площадке сдвига. Угол внутреннего трения пород 34°. 2 Объяснить, почему угол естественного откоса разрыхленных пород больше угла их внутреннего трения. 3 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде фильтрационной оплывины (цикличного оползня). Дать схему деформации. 4 Определить высоту уступа в предельном состоянии с углом откоса 60°. Удельное сцепление пород 0,1 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность 3 т/м^3.

	5 Определить касательное напряжение в точке А линии скольжения. Плотность пород 3 т/м^3. 
6	1 Используя предельный круг Мора на рисунке, определить удельное сцепление породы, если угол внутреннего трения 30°.  2 Определить с помощью рисунка угол наклона наибольшего главного напряжения к горизонтали в точке А линии скольжения.  3 По результатам среза двух образцов определить угол внутреннего трения и сцепление породы: первый образец срезан при вертикальной нагрузке 1 МПа, горизонтальной 1 МПа; второй – соответственно 3 МПа и 2 МПа. 4 Плотность пород 3 т/м^3. Удельное сопротивление пород в образце 2 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Породы сильно трещиноватые: расстояние между трещинами 15 см. Определить высоту вертикального обнажения пород откоса высотой 300 м. 5 Описать: а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде покровного оползня. Дать схему деформации.
Номер варианта	В о п р о с ы

7	1 Определить угол внутреннего трения породы, используя предельный круг Мора на рисунке. Удельное сцепление породы 1 МПа  2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде обрушения со ступенчатым сдвигом. Дать схему деформации. 3 Определить предельно-допустимую высоту вертикального откоса с коэффициентом запаса устойчивости 2, если удельный вес пород 28 кН/м^3, угол внутреннего трения 28°, сцепление пород в массиве 0,28 МПа. 4 Определить графическим способом ширину призмы скольжения в уступе высотой 36 м и с углом откоса 45°. Удельное сцепление пород в массиве 0,06 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность пород 3 т/м^3. Построения выполнять на схеме поперечного сечения уступа в М 1:500. 5 Построить предельный круг Мора для точки массива, в которой наибольшее главное напряжение 8 МПа, сопротивление сдвигу 3 МПа. Угол внутреннего трения пород 30°.
8	1 На рисунке изображена линия скольжения откоса уступа высотой 40 м. Определить угол внутреннего трения и сцепление пород уступа, если их плотность 3 т/м^3.  2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде оползня изотропного массива. Дать схему деформации. 3 В точке А массива пород борта действует боковое давление 0,9 МПа. Плотность пород 3 т/м^3. Определить коэффициент 

	бокового отпора пород. 4 Определить коэффициент запаса устойчивости вертикального откоса высотой 40 м. (Для расчетов построить схему М 1:1000 поперечного сечения и плоскую поверхность скольжения). Удельное сцепление пород 0,1 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность пород 3 т/м^3. 5 Определить боковое давление в массиве пород на глубине 100 м. Плотность пород 3 т/м^3. Коэффициент Пуассона 0,2.
Номер варианта	В о п р о с ы
9	1 Построить эпюры распределения по глубине массива (рисунок): а) горизонтальных напряжений; б) удельного сцепления; в) суммарного бокового давления. На основе этих построений определить высоту вертикального обнажения пород. Удельное сцепление пород 3 МПа. Удельный вес 0,03 МН/м^3. Коэффициент бокового отпора 0,3.  2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде контактного оползня при пологом падении контактов. Дать схему деформации. 3 В точке массива наибольшее главное напряжение 6 МПа, наименьшее 4 МПа. Определить величину касательного напряжения по площадке с углом наклона 45°.

	4 Рассчитать высоту вертикального откоса с коэффициентом запаса устойчивости 2. Удельный вес пород 30 КН/м^3. Угол внутреннего трения 28°. Удельное сцепление 0,3 МПа. 5 Построить линию скольжения в откосе с углом наклона 80°, высотой 60 м. Удельное сцепление пород 0,2 МПа. Угол внутреннего трения 20°. Плотность пород 2,5 т/м^3. М 1:1000.
10	1 При сдвиге образца породы с площадью сечения 20 см^2 нормальная и касательная нагрузки составили соответственно 40 и 30 кг. Определить удельное сцепление породы, если угол внутреннего трения 25°. 2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде контактного оползня при крутом падении контактов. Дать схему деформации. 3 Какая из двух пород имеет бóльшее сопротивление сдвигу в борту с высотой откоса 200 м: 1) удельное сцепление образца 10 МПа, угол внутреннего трения 30°, интенсивность трещиноватости 4; 2) удельное сцепление образца 20 МПа, угол внутреннего трения 30°, интенсивность трещиноватости 12. 4 Рассчитать коэффициент запаса устойчивости вертикального откоса по плоской поверхности скольжения. Высота откоса 100 м (схему сечения строить в М 1:2000). Удельное сцепление пород 0,2 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Удельный вес 30 кН/м^3. 5 С помощью построения графиков паспорта прочности породы и предельного круга Мора определить величину наибольшего главного напряжения в точке массива, где сопротивление сдвигу равно 2 МПа. Удельное сцепление породы 1 МПа. Угол внутреннего трения 30°.
Номер варианта	В о п р о с ы

11	1 Доказать, что кусок породы массой 300 кг будет находиться в устойчивом состоянии на откосе 25°. Площадь опоры куска 0,5 м^2. Сцепление его с поверхностью откоса 0,01 МПа. Угол внутреннего трения 30°. 2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде контактного оползня-выдавливания. Дать схему деформации. 3 Определить высоту откоса с углом 80°, находящегося в предельном равновесии. Удельное сцепление пород в массиве 0,1 МП. Угол внутреннего трения 20°. Удельный вес 25 кН/м^3. 4 Удельный вес пород откоса, изображенного на рисунке, составляет 30 кН/м^3. Определить удельное сцепление пород и угол внутреннего трения.  5 Определить для точки горного массива угол наклона элементарной площадки, по которой действует касательное напряжение 30 КПа. Наибольшее и наименьшее главные напряжения в этой точке соответственно составляют 70 КПа и 10 КПа.

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 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.

3 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.

4 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.

5 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.

6 Удельное сцепление пород определяется как:

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

7 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.

8 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.

9 Удельное сцепление пород – это показатель:

а) деформационных свойств;

б) реологических свойств;

в) механических свойств;

г) физических свойств.

Ключ к тестам № 1

Номер вопроса	Номер верного ответа	Расшифровка обозначений в формуле
1	в	
2	б	
3	б	
4	б	
5	б	
6	а	
7	а	
8	б	
9	в	

Тест № 2

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

1Вертикальное давление в массиве пород (σ_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) $\sigma_y = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\beta$;

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

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

б) $\Theta = 45 - \varphi/2$ по отношению к горизонтальной плоскости;

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

г) $\Theta = 45 + \varphi/2$ по отношению к направлению наименьшего главного напряжения.

3 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.

4 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.

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

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

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

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

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

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

а) $H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot ctg(45° + \frac{\varphi}{2})$;

б) $H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot ctg(45° - \frac{\varphi}{2})$;

в) $H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot ctg(45° + \frac{\varphi}{2})$;

г) $H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot ctg(45° - \frac{\varphi}{2})$.

7 Боковое давление в массиве пород (σ_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) $\sigma_x = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \Theta$.

8 «Паспорт прочности» породы – этот график зависимости:

а) касательных напряжений от величины

в) касательных напряжений от угла наклона

нормальных напряжений; площадок сдвига.

б) между напряжениями и деформациями;

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;

Ключ к тестам №2

Номер вопроса	Номер верного ответа	Расшифровка обозначений в формуле
1	б	γ - удельный вес пород; h – глубина залегания расчетной точки
2	в	φ - угол внутреннего трения пород
3	в	
4	в	
5	б	γ - удельный вес пород; h – глубина залегания расчетной точки, β - угол наклона поверхности скольжения в расчетной точке
6	б	**C** - удельное сцепление пород, γ - удельный вес пород; φ - угол внутреннего трения пород
7	б	ϑ - коэффициент бокового отпора; γ - удельный вес пород; **h** - глубина залегания расчетной точки
8	а	
9	в	

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
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	***Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:*** 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.

Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		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 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.

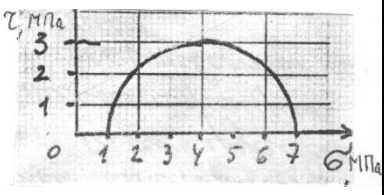
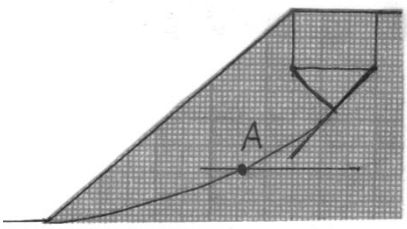
Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		28. Характер зависимости между высотой и углом откоса. 29. Расчет коэффициента запаса устойчивости методом алгебраического сложения сил. 30. Расчет коэффициента запаса устойчивости методом касательных напряжений 31. Усреднение физико-механических свойств пород. **<u>Тест №1</u>** 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 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. 3 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;

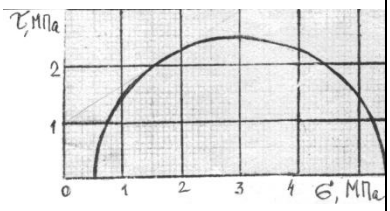
Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		4 Коэффициент структурного ослабления пород в масси – это величина, определяющая степень снижения: а) угла внутреннего трения пород; б) удельного сцепления пород; в) прочности пород на растяжение. 5 Угол внутреннего трения пород – это угол: а) естественного откоса; б) под которым одна часть породы относительно другой части находится в равновесии; в) показывающий направление деформации сдвига. 6 Удельное сцепление пород определяется как: а) предельное сопротивление разрушению при «чистом сдвиге»; б) предельное сопротивление растяжению; в) предельное сопротивление сжатию. 7 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. 8 Коэффициент Пуассона горных пород – это: а) отношение относительных продольной и в) отношение абсолютных поперечной и

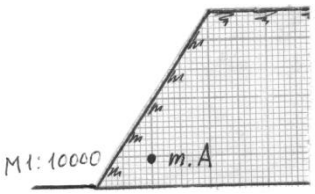
Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		поперечной деформаций; продольной деформаций; б) отношение относительных поперечной и продольной деформаций; г) отношение абсолютных продольной и поперечной деформаций. 9 Удельное сцепление пород – это показатель: а) деформационных свойств; в) механических свойств; б) реологических свойств; г) физических свойств. **<u>Тест № 2</u>** Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем. 1Вертикальное давление в массиве пород (σ_y): а) $\sigma_y = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta$; в) $\sigma_y = \vartheta \cdot \gamma \cdot h$; б) $\sigma_y = \gamma \cdot h$; г) $\sigma_y = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\beta$; 2 Направление площадок сдвига в приоткосном массиве пород определено углом Θ: 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

Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		напряжения. 3 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. 4 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. 5 Касательные напряжения (τ), действующие по наиболее вероятной поверхности скольжения определяются: а) $\tau = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot tg\varphi$; б) $\tau = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h \cdot \sin 2\beta$; в) $\tau = \gamma \cdot h \cdot \cos^2 \beta$; г) $\tau = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_1 - \sigma_2) \cdot \sin 2\Theta$;

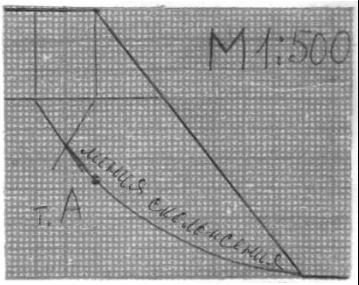
Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		6 Предельная высота вертикального откоса (H_{90}) определяется: а) $H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot ctg(45° + \frac{\varphi}{2})$; б) $H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \cdot ctg(45° - \frac{\varphi}{2})$; в) $H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot ctg(45° + \frac{\varphi}{2})$; г) $H_{90} = \frac{2\gamma}{C} \cdot ctg(45° - \frac{\varphi}{2})$. 7 Боковое давление в массиве пород (σ_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) $\sigma_x = \gamma \cdot h \cdot \cos^2\Theta$. 8 «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. 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.
ОПК-6.2	Владеет инженерными и технологическим и методами	**Работа №1** *Вариант №1* 1 Определить коэффициент бокового распора породы, если в точке

Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
	управления геомеханическим и процессами.	нетронутого массива вертикальное напряжение 20 МПа, горизонтальное 5 МПа. 2 Определить удельный вес породы образца кубической формы с размерами 5х5х5 см. Масса образца 0,375 кг. 3 Срез образца породы с поперечным сечением площадью 25 см^2 произошел от приложенной касательной силы 112500 Н. Определить величину удельного сцепления (при чистом сдвиге). 4 Сопротивление сдвигу породы составляет 5 МПа при нормальном давлении 6 1 Используя предельный круг Мора на рисунке, определить удельное сцепление породы, если угол внутреннего трения 30°.  2 Определить с помощью рисунка угол наклона наибольшего главного напряжения к горизонтали в точке А линии скольжения.  3 По результатам среза двух образцов определить угол внутреннего трения и сцепление породы: первый образец срезан при вертикальной нагрузке 1 МПа, горизонтальной 1 МПа; второй – соответственно 3 МПа и 2 МПа. 4 Плотность пород 3 т/м^3. Удельное сопротивление пород в образце 2 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Породы сильно трещиноватые: расстояние между

Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		трещинами 15 см. Определить высоту вертикального обнажения пород откоса высотой 300 м. 5 Описать: а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде покровного оползня. Дать схему деформации. *Вариант №7* 1 Определить угол внутреннего трения породы, используя предельный круг Мора на рисунке. Удельное сцепление породы 1 МПа  2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде обрушения со ступенчатым сдвигом. Дать схему деформации. 3 Определить предельно-допустимую высоту вертикального откоса с коэффициентом запаса устойчивости 2, если удельный вес пород 28 кН/м^3, угол внутреннего трения 28°, сцепление пород в массиве 0,28 МПа. 4 Определить графическим способом ширину призмы скольжения в уступе высотой 36 м и с углом откоса 45°. Удельное сцепление пород в массиве 0,06 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность пород 3 т/м^3. Построения выполнять на схеме поперечного сечения уступа в М 1:500. 5 Построить предельный круг Мора для точки массива, в которой наибольшее главное напряжение 8 МПа, сопротивление сдвигу 3 МПа. Угол внутреннего трения пород 30°. *Вариант №8* 1 На рисунке изображена линия скольжения откоса уступа

Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		высотой 40 м. Определить угол внутреннего трения и сцепление пород уступа, если их плотность 3 т/м^3. 2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде оползня изотропного массива. Дать схему деформации. 3 В точке А массива пород борта действует боковое давление 0,9 МПа. Плотность пород 3 т/м^3. Определить коэффициент бокового отпора пород.  4 Определить коэффициент запаса устойчивости вертикального откоса высотой 40 м. (Для расчетов построить схему М 1:1000 поперечного сечения и плоскую поверхность скольжения). Удельное сцепление пород 0,1 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность пород 3 т/м^3. 5 Определить боковое давление в массиве пород на глубине 100 м. Плотность пород 3 т/м^3. Коэффициент Пуассона 0,2. *Вариант №9* 1 При сдвиге образца породы с площадью сечения 20 см^2 нормальная и касательная нагрузки составили соответственно 40 и 30 кг. Определить удельное сцепление породы, если угол внутреннего трения 25°. 2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде контактного оползня при крутом падении контактов. Дать схему деформации. 3 Какая из двух пород имеет бóльшее сопротивление

Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		сдвигу в борту с высотой откоса 200 м: 1) удельное сцепление образца 10 МПа, угол внутреннего трения 30°, интенсивность трещиноватости 4; 2) удельное сцепление образца 20 МПа, угол внутреннего трения 30°, интенсивность трещиноватости 12. 4 Рассчитать коэффициент запаса устойчивости вертикального откоса по плоской поверхности скольжения. Высота откоса 100 м (схему сечения строить в М 1:2000). Удельное сцепление пород 0,2 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Удельный вес 30 кН/м^3. 5 С помощью построения графиков паспорта прочности породы и предельного круга Мора определить величину наибольшего главного напряжения в точке массива, где сопротивление сдвигу равно 2 МПа. Удельное сцепление породы 1 МПа. Угол внутреннего трения 30°. *Вариант №10* 1 Доказать, что кусок породы массой 300 кг будет находиться в устойчивом состоянии на откосе 25°. Площадь опоры куска 0,5 м^2. Сцепление его с поверхностью откоса 0,01 МПа. Угол внутреннего трения 30°. 2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде контактного оползня-выдавливания. Дать схему деформации. 3 Определить высоту откоса с углом 80°, находящегося в предельном равновесии. Удельное сцепление пород в массиве 0,1 МП. Угол внутреннего трения 20°. Удельный вес 25 кН/м^3. 4 Удельный вес пород откоса, изображенного на рисунке, составляет 30 кН/м^3. Определить удельное сцепление пород и угол внутреннего трения.

Код индикатора	Индикатор достижения компитенции	Оценочные средства
		 5 Определить для точки горного массива угол наклона элементарной площадки, по которой действует касательное напряжение 30 КПа. Наибольшее и наименьшее главные напряжения в этой точке соответственно составляют 70 КПа и 10 КПа.

		Работа №1 *Вариант №1* 1 Определить коэффициент бокового распора породы, если в точке нетронутого массива вертикальное напряжение 20 МПа, горизонтальное 5 МПа. 2 Определить удельный вес породы образца кубической формы с размерами 5х5х5 см. Масса образца 0,375 кг. 3 Срез образца породы с поперечным сечением площадью 25 $см^2$ произошел от приложенной касательной силы 112500 Н. Определить величину удельного сцепления (при чистом сдвиге). 4 Сопротивление сдвигу породы составляет 5 МПа при нормальном давлении 6 МПа. Удельное сцепление породы 2 МПа. Определить графически (с помощью паспорта прочности) угол внутреннего трения. 5 По тому же паспорту прочности (пункт 4) определить напряжение трения при нормальном давлении 4 МПа. 6 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом простирания 140° и углом падения

30°.

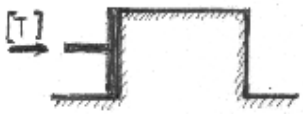
7 Для какой цели используется стереограммаТрещиноватости ?

Вариант №2

1 Определить вертикальное давление в массиве на глубине 200 м. Плотность пород 2,5 т/м^3.

2 Чем отличается удельный вес породы от ее плотности ?

3 Назвать вид деформации и дать ее определение по схеме приложения предельной нагрузки (см. рисунок).



4 Дать определение сопротивления сдвигу и величины удельного сцепления.

5 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом линии простирания 10° и углом падения 70°.

6 Для какой цели используется диаграмма трещиноватости ? Основные параметры диаграммы.

7 Как определить удельное сцепление пород в массиве ?

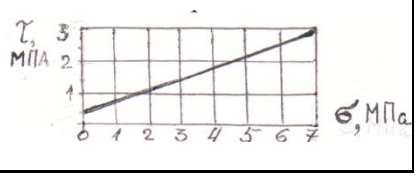
Вариант №3

1 Дать понятие о структурном блоке массива, от чего зависят его размеры ?

2 Как замерить азимут линии простирания плоскости трещины ?

3 Удельное сцепление пород 1 МПа. Какую касательную силу надо приложить к образцу с квадратным сечением 5х5 см при чистом сдвиге ?

4 Образец с квадратным сечением 5х5 см срезан при нормальном напряжении 5 МПа и касательном 3 МПа. Определить величины приложенных сил

		5 Сопротивление породы сдвигу 4 МПа при нормальном давлении 5 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Определить с помощью паспорта прочности удельное сцепление. 6 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом линии простирания 90° и угле падения 0°. 7 Дать определение понятия «сила сцепления». *Вариант №4* 1 Образец породы кубической формы имеет размеры 5x5x5 см. При одноосном сжатии продольная абсолютная деформация составила 0,5 мм. Коэффициент Пуассона породы 0,2. Определить относительную поперечную деформацию. 2 Бульдозером сдвинута призма породы сечением 1x1x1 м. Какую силу потребовалось приложить для ее сдвига, если удельный вес пород $2 \cdot 10^4$ Н/м^3, удельное сцепление 1 МПа, угол внутреннего трения 30° ? 3 Определить боковое давление в массиве на глубине 300 м. Плотность пород 3 т/м^3. Коэффициент Пуассона 0,2. 4 Дать название и определение линий 1,2, указанных на стереограмметрещиноватости и описание способа их определения. 5 Изобразить на стереограмме плоскость трещины в азимутом линии простирания 300° и углом падения 60°. 6 Дать определения «удельного веса» и «плотности» пород. 7 Дать аналитическое выражение паспорта 

		прочности, изображенного на рисунке. *Вариант №5* 1 Дать определение интенсивности трещиноватости, назвать фактора, от которых зависит структурное ослабление пород. 2 Изобразить на стереограмме плоскость трещины с азимутом линии простирания 30° и углом падения 10° 3 Определить плотность породы (в т/м^3), если ее удельный вес 29430 Н?м^3. 4 Определить боковое давление в массиве пород на глубине 100 м. Коэффициента Пуассона этих пород 0,2. Плотность породы 3 т/м^3. 5 Дать определение угла внутреннего трения породы. 6 Начертить возможные схемы приложения сил к образцам породы при испытании их на сдвиг. 7 Определить силу тяжести вертикального породного блока высотой 100 м, шириной 50 м в плоско-напряженном состоянии. Плотность пород 3 т/м^3. *Вариант №6* 1 Плотность пород 3 т/м^3, коэффициент Пуассона 0,2. Определить горизонтальное напряжение на глубине массива 200 м. 2 Образец с сечение 10х10 см разрушен касательной нагрузкой 0,5 МПа. Определить величину приложенной силы. 3 Какая порода имеет бóльшее сопротивление сдвигу при нормальном давлении 5 МПа: 1) φ = 30°, С = 0,1 МПа; 2) φ = 15°, С = 0,2 МПа. 4 Сдвиг образца произошел при вертикальном давлении 0,6 МПа и касательном).1 МПа. Угол внутреннего трения породы 30°. Определить удельное сцепление породы. 5 Изобразить на стереограмме плоскость откоса с азимутом простирания 310° и углом падения 90°. 6 Какую массу груза требуется поместить на поверхность образца сечением 20х20 см, чтобы

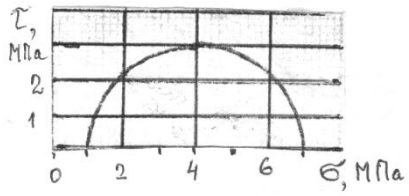
создать вертикальное давление 0,1 МПа.

7 Дать определение понятию «чистый сдвиг».

Работа №2

Вариант №1

1 При нормальном давлении 2 МПа сопротивление породы сдвигу составляет 2,2 МПа. С помощью предельного круга Мора (на рисунке) определить: а) угол внутреннего трения породы; б) удельное сцепление породы.



2 В каких случаях трещина отрыва при деформации откоса образуется на поверхности откоса ? Дать схему построения линии скольжения в этом случае.

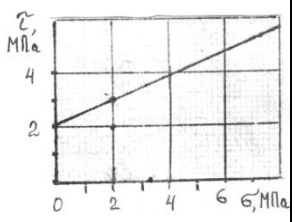
3 Описать: а) последовательность; б) условия; в) причины деформации обрушения в виде сдвига со сколом. Дать схему деформации.

4 Построить паспорт прочности породы, если сопротивление ее сдвигу определяется уравнением $[\tau] = (0{,}37 \cdot \sigma + 0{,}6)$, МПа.

5 По результатам среза двух прямоугольныхпризм массива построен паспорт прочностипород массива (см. рисунок). Определитьсилу,которая потребуется доля сдвига прямо-угольной призмы пород с размерами: площадьоснования 1 м^2, высота 1,5 м. Плотность пород2 2 т/м^3.

Вариант №2

1 На рисунке дан паспорт прочности породы. Построением предельного круга Мора определить максимальное касательное напряжение в точке массива, где нормаль-

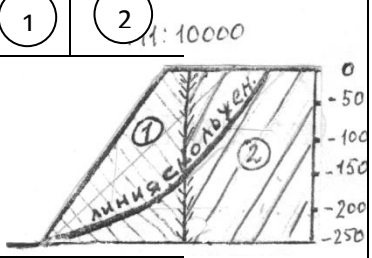


ное напряжение на площадке сдвига составляет 2 МПа.

2 В каких случаях при деформации откоса отсутствует вертикальная трещина отрыва ? Дать схему построения линии скольжения для этого случая.

3 Усреднить угол внутреннего трения пород.

Свойства пород:	1	2
- угол внутреннего трения, град.	20	30
- плотность, т/м^3	2,0	3,0

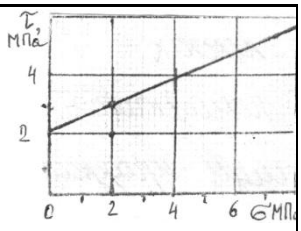


4 В точке напряженного массива максимальное касательное напряжение
3 МПа. Построением круга Мора определить нормальное и касательное напряжения, действующие на площадке с углом наклона θ = 35°.

5 Описать: а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде опозня-сдвига. Дать схему деформации.

Вариант №3

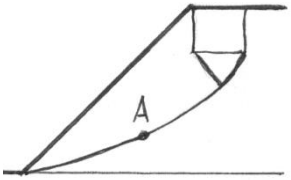
1 На рисунке дан паспорт прочности породы. Построением предельного круга Мора определить наибольшее главное напряжение в точке массива, где касательное напряжение по площадке сдвига составляет 3,5 МПа.



2 В каких случаях на круглоцилиндрической поверхности скольжения отсутствует плоский участок ? Дать схему построения линии скольжения для этого случая.

3 Описать: а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде глубинного оползня борта карьера. Дать схему деформации.

4 Определить высоту устойчивого уступа с углом откоса 70°. Коэффициент запаса устойчивости 1,5. Удельное сцепление пород в массиве 0,02 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность пород 3 т/м^3.



5 Определить угол наклона направления касательного и наибольшего главного напряжения в точке А линии скольжения.

Вариант №4

1 На рисунке дан паспорт прочности породы. Построением предельного круга Мора определить наименьшее главное напряжение в точке массива, где нормальное напряжение на площадке сдвига составляет 3 МПа.

2 В каких случаях трещина отрыва при деформации откоса образуется от верхней бровки ? Дать схему построения линии скольжения для этого случая.

3 Описать: а) последовательность ; б) условия; в) причины деформации откосов в виде осыпи. Дать схему деформации.

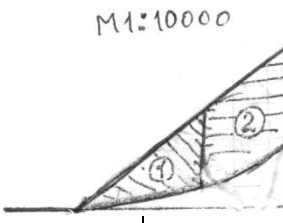
4 Усреднить удельный вес пород в массиве.

Удельный вес пород

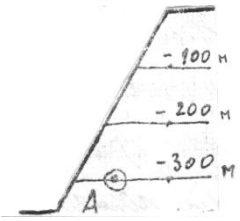
1 – $3 \cdot 10^4$ Н/м^3

2 – $2{,}5 \cdot 10^4$ Н/м^3

3 – $2{,}8 \cdot 10^4$ Н/м^3



5 Определить боковое давление в точке А массива пород в откосе (см. рисунок).
Плотность пород 3 т/м^3. Коэффициент Пуассона пород 0,2.



Вариант №5

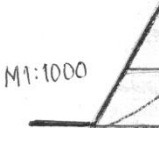
1 В точке массива пород борта карьера наибольшее главное напряжение
МПа, наименьшее 2 МПа. Построением круга Мора для этой точки определить величину нормального и касательного напряжений, действующих на площадке сдвига. Угол внутреннего трения пород 34°.

2 Объяснить, почему угол естественного откоса разрыхленных пород больше угла их внутреннего трения.

3 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде фильтрационной оплывины (цикличного оползня). Дать схему деформации.

4 Определить высоту уступа в предельном состоянии с углом откоса 60°. Удельное сцепление пород 0,1 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность 3 т/м^3.

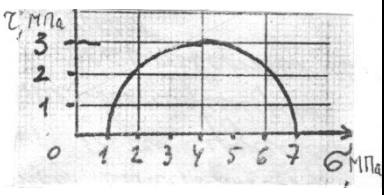
5 Определить касательное напряжение



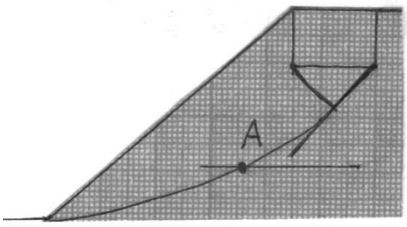
в точке А линии скольжения. Плотность пород 3 т/м^3.

Вариант №6

1 Используя предельный круг Мора на рисунке, определить удельное сцепление породы, если угол внутреннего трения 30°.



2 Определить с помощью рисунка угол наклона наибольшего главного напряжения к горизонтали в точке А линии скольжения.



3 По результатам среза двух образцов определить угол внутреннего трения и сцепление породы: первый образец срезан при вертикальной нагрузке
1 МПа, горизонтальной 1 МПа; второй – соответственно 3 МПа и 2 МПа.

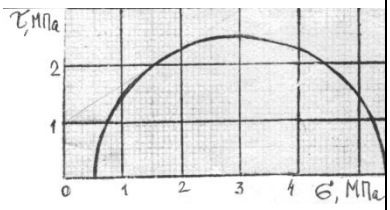
4 Плотность пород 3 т/м^3. Удельное сопротивление пород в образце 2 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Породы сильно трещиноватые: расстояние между трещинами 15 см. Определить высоту вертикального обнажения пород откоса высотой 300 м.

5 Описать: а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде покровного

оползня. Дать схему деформации.

Вариант №7

1 Определить угол внутреннего трения породы, используя предельный круг Мора



на рисунке. Удельное сцепление породы 1 МПа

2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде обрушения со ступенчатым сдвигом. Дать схему деформации.

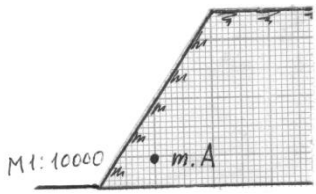
3 Определить предельно-допустимую высоту вертикального откоса с коэффициентом запаса устойчивости 2, если удельный вес пород 28 кН/м^3, угол внутреннего трения 28°, сцепление пород в массиве 0,28 МПа.

4 Определить графическим способом ширину призмы скольжения в уступе высотой 36 м и с углом откоса 45°. Удельное сцепление пород в массиве 0,06 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность пород 3 т/м^3. Построения выполнять на схеме поперечного сечения уступа в М 1:500.

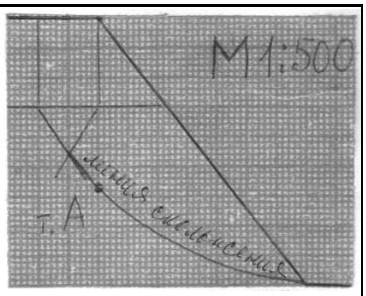
5 Построить предельный круг Мора для точки массива, в которой наибольшее главное напряжение 8 МПа, сопротивление сдвигу 3 МПа. Угол внутреннего трения пород 30°.

Вариант №8

1 На рисунке изображена линия скольжения откоса уступа высотой 40 м. Определить угол внутреннего трения и сцепление пород уступа, если их плотность 3 т/м^3.

		2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде оползня изотропного массива. Дать схему деформации. 3 В точке А массива пород борта действует боковое давление 0,9 МПа. Плотность пород 3 т/м^3. Определить коэффициент бокового отпора пород.  4 Определить коэффициент запаса устойчивости вертикального откоса высотой 40 м. (Для расчетов построить схему М 1:1000 поперечного сечения и плоскую поверхность скольжения). Удельное сцепление пород 0,1 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Плотность пород 3 т/м^3. 5 Определить боковое давление в массиве пород на глубине 100 м. Плотность пород 3 т/м^3. Коэффициент Пуассона 0,2. *Вариант №9* 1 При сдвиге образца породы с площадью сечения 20 см^2 нормальная и касательная нагрузки составили соответственно 40 и 30 кг. Определить удельное сцепление породы, если угол внутреннего трения 25°. 2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде контактного оползня при крутом падении контактов. Дать схему деформации. 3 Какая из двух пород имеет бóльшее сопротивление сдвигу в борту с высотой откоса 200 м: 1) удельное сцепление образца 10 МПа, угол внутреннего трения 30°, интенсивность трещиноватости 4; 2) удельное сцепление образца 20 МПа, угол внутреннего трения 30°, интенсивность трещиноватости 12.

		4 Рассчитать коэффициент запаса устойчивости вертикального откоса по плоской поверхности скольжения. Высота откоса 100 м (схему сечения строить в М 1:2000). Удельное сцепление пород 0,2 МПа. Угол внутреннего трения 30°. Удельный вес 30 кН/м^3. 5 С помощью построения графиков паспорта прочности породы и предельного круга Мора определить величину наибольшего главного напряжения в точке массива, где сопротивление сдвигу равно 2 МПа. Удельное сцепление породы 1 МПа. Угол внутреннего трения 30°. *Вариант №10* 1 Доказать, что кусок породы массой 300 кг будет находиться в устойчивом состоянии на откосе 25°. Площадь опоры куска 0,5 м^2. Сцепление его с поверхностью откоса 0,01 МПа. Угол внутреннего трения 30°. 2 Описать; а) последовательность; б) условия; в) причины деформации откосов в виде контактного оползня-выдавливания. Дать схему деформации. 3 Определить высоту откоса с углом 80°, находящегося в предельном равновесии. Удельное сцепление пород в массиве 0,1 МП. Угол внутреннего трения 20°. Удельный вес 25 кН/м^3. 4 Удельный вес пород откоса, изображенного на рисунке, составляет 30 кН/м^3. Определить удельное сцепление пород и угол внутреннего трения.

		 5 Определить для точки горного массива угол наклона элементарной площадки, по которой действует касательное напряжение 30 КПа. Наибольшее и наименьшее главные напряжения в этой точке соответственно составляют 70 КПа и 10 КПа.

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 3 теоретических вопроса.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку «отлично» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.;

– на оценку «хорошо» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент представляет полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

– на оценку «удовлетворительно» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

– на оценку «неудовлетворительно» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, т.е. у студента, обнаруживаются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, достигнуты принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.