



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  
С.Е. Гавришев

25.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИБОРТОВОГО  
МАССИВА***

Направление подготовки (специальность)  
21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Направленность (профиль/специализация) программы  
21.05.04 специализация N 3 «Открытые горные работы»

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Разработки месторождений полезных ископаемых
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 17.10.2016 г. № 1298)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

11.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой  С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
25.02.2020 г. протокол № 7

Председатель  С.Е. Гавришев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры РМПИ, канд. техн. наук

 В.Ю.

Заляднов

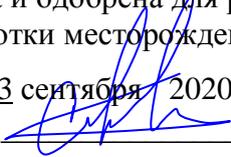
Рецензент:

Зав. лабораторией ООО «УралГеоПроект», канд. техн. наук  
 В.Ш. Галямов

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от 03 сентября 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой  С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями изучения дисциплины «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива» являются:

- приобретение теоретических и практических навыков разработки мероприятий по управлению геомеханическими процессами в прибортовом массиве и обеспечению устойчивости бортов карьеров и откосов отвалов;

- 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 Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Геология

Математика

Физика

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

Строительная геотехнология

Безопасность ведения горных работ

Обоснование проектных решений

Строительство карьеров

Планирование открытых горных работ

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ОПК-9 владением методами анализа, знанием 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 сооружений
Знать	- физико-механические свойства и классификации горных пород и характеристики породных массивов - методы испытаний горных пород и строительных материалов - основные закономерности развития деформаций откосов открытых выработок

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использовать справочную литературу для определения свойств горных пород и устойчивых параметров выработок</li> <li>- проводить испытания горных пород и строительных материалов при исследовании их физико-механических свойств, обосновывать параметры устойчивых выработок;</li> <li>- анализировать инженерно-геологические условия разработки месторождений, обосновывать параметры устойчивых откосов бортов и уступов карьеров, определять запас устойчивости откосов открытых горных выработок и отвалов</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методами исследования физико-механических свойств горных пород и строительных материалов;</li> <li>- геомеханическими методами обоснования высоты и угла откосов</li> <li>- современными методами оценки устойчивости откосов уступов и бортов карьеров;</li> </ul>
ПК-7 умением определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- условия применения известных способов проектирования карьеров, обеспечивающих их безопасную эксплуатацию при минимуме вскрышных работ</li> <li>- условия использования инженерных способов укрепления уступов и упрочнения их пород</li> <li>- основные способы и дренажные схемы предохранения массива бортов от воды</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять расчеты по укреплению уступов;</li> <li>- выполнять расчеты и обоснование схем укрепления уступов;</li> <li>- выполнять расчеты и обоснование схем укрепления уступов; параметров дренажных схем;</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками расчета укрепления уступов;</li> <li>- современными методами управления состоянием массива горных пород;</li> <li>- Навыками использования специализированных программных комплексов по управлению состоянием массива горных пород.</li> </ul>
ПСК-3.4 способностью разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ, проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Перечень нормативной документации по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ</li> <li>- Нормативную документацию по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ;</li> <li>- Особенности оформления технической документации в соответствии с требованиями нормативной документации.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбрать необходимый нормативный документ соответствующий разрабатываемой части проекта;</li> <li>- Разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ;</li> <li>- Разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ, проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности.</li> </ul>

Владеть	<ul style="list-style-type: none"><li>- Базой нормативной документации по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ;</li><li>- Навыками оформления отдельных частей проектной документации;</li><li>- Навыками использования специализированных программных комплексов автоматизированного проектирования.</li></ul>
---------	---

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 131,6 акад. часов;
- аудиторная – 126 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,6 акад. часов
- самостоятельная работа – 12,7 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - курсовой проект, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
1.1 Цели и задачи дисциплины, связь со смежными	5	0,5	0,5	0,5		Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
1.2 Современные тенденции развития отрасли		0,5	0,5	0,5		Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		1	1	1				
2. Виды деформаций прибортового массива								
2.1 Оползни бортов карьеров и отвалов	5	4	4/2И	6/2И	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	
2.2 Деформации бортов под влиянием воды		2	2	4	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	
2.3 Осыпи, просадки, осадки		2	2	4	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу		8	8/2И	14/2И	3			
3. Конструкция бортов карьеров								
3.1 Профиль и конструкция борта	5	2	2	4	1	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
3.2 Устойчивость бортов с учетом их криволинейности в плане		4	4/2И	5/4И	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу		6	6/2И	9/4И	2			
4. Обеспечение устойчивости прибортового массива и отвалов								
4.1 Обеспечение устойчивости при ведении буровзрывных	5	2	2/2И	4/2И	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	
4.2 Механические способы укрепления откосов		2	2	4/2И	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	

4.3 Упрочнение массива		2	2	2	1	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
4.4 Способы обеспечения устойчивости отвалов		2	2	3	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу		8	8/2И	13/4И	4			
5. Гидрогеологические факторы устойчивости прибортового массива								
5.1 Виды воды в горных породах	5	2	2/2И	3/1И	1	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
5.2 Основные представления о движении подземных вод		2	2	3	1	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
5.3 Расчеты водопритоков к карьерам и дренажным системам		2	2/2И	3/3И		Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
5.4 Технические средства осушения прибортового массива		2	2	3/3И		Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		8	8/4И	12/7И	2			
6. Оформление разделов проектной документации по обоснованию устойчивости прибортового массива								
6.1 Состав раздела обоснования устойчивости. Примеры оформления.	5	4	4/4И	4/4И		Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
6.2 Мероприятия по обеспечению устойчивости прибортового массива		1	1	1/1И	1,7	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		5	5/4И	5/5И	1,7			
7. Экзамен								
7.1 Экзамен	5					Подготовка к экзамену	Экзамен	
Итого по разделу								
Итого за семестр		36	36/14И	54/22И	12,7		экзамен, кп	
Итого по дисциплине		36	36/14И	54/22И	12,7		курсовой проект, экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива» 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.

При проведении практических 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**

### **а) Основная литература:**

1. 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 эк-рана.

2. Кириченко, Ю.В. Геомеханика: инженерно-геологическое обеспечение управления состоянием массивов горных пород [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.В. Кириченко, В.В. Ческидов, С.А. Пуневский. - М.: Изд. Дом МИСиС, 2017. - 90 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/105287/#2> — Загл. с экрана.

### **б) Дополнительная литература:**

1 Боровков, Ю.А. Управление состоянием массива пород при подземной геотех-нологии [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2018. - 240 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/103066/#2> — Загл. с экрана.

**в) Методические указания:**

1. К.В. Бурмистров, В.Ю. Заляднов Управление состоянием массива: методические указания к практической работе по дисциплине «Управление состоянием массива» для студентов специальности 130400 «Горное дело», специализации №3 «Открытые горные работы». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013, 18 с.

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

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</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>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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 ГПП-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;

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 оборудования

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:**

1. Виды деформаций прибортового массива
2. Конструкция бортов карьеров
3. Обеспечение устойчивости прибортового массива и отвалов
4. Гидрогеологические факторы устойчивости прибортового массива
5. Оформление разделов проектной документации по обоснованию устойчивости прибортового массива

**Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:**

1. Оползни бортов карьеров
2. Деформация бортов карьеров под влиянием воды
3. Осыпи, просадки, осадки
4. Оползни отвалов
5. Конструкция борта карьера
6. Расчет параметров устойчивых бортов с учетом их криволинейности в плане
7. Обеспечение устойчивости при ведении БВР
8. Механические способы укрепления откосов
9. Упрочнение массива горных пород и изоляция пород откосов
10. Методы обеспечения устойчивости отвалов
11. Виды воды в горных породах
12. Основные представления о движении подземных вод
13. Расчеты водопритоков к карьерам и дренажным системам
14. Технические средства осушения

**Задания для самостоятельной работы**

**Тест № 1**

1 В течении какого времени может протекать оползень:

- а) несколько минут
- б) несколько часов
- в) несколько суток
- в) несколько лет

2 При контактных оползнях поверхность скольжения на большей части проходит по:

- а) ослабленным контактам, представленным трещинами большого протяжения;
- б) поверхностям древних оползней;
- в) контактам слоев, имеющих меньшие значения сцепления и угла внутреннего трения чем породы, слагающие откос

3 Деформации обрушения характерны для:

- а) сыпучих пород;
- в) скальных и полускальных трещиноватых

б) мягких связных пород; 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 Вынос частиц пород из приоткосного массива подземными водами – это деформация:**

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

7 Отметьте, что не является причиной деформации суффозии в откосах:

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

8 Поверхность скольжения в откосе отвала при подошвенном оползне:

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

9 Деформация «надподошвенного оползня» характерна для откосов:

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

**10 Деформация подошвенного оползня характерна для внешних отвалов:**

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



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

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

**3. Деформации обрушения характерны для:**

- а) сыпучих пород;
- б) мягких связных пород;
- в) скальных и полускальных трещиноватых пород.

**4. Свайное укрепление уступов используют:**

- а) для укрепления откосов глинистых пород;
- б) для укрепления отдельных структурных блоков;
- в) для укрепления рыхлых пород.

**5. Необходимая дополнительная удерживающая сила  $\Delta F$ , создаваемая механическим креплением откосов, определяется:**

- а)  $\Delta F = (K_{зу}^{факт} - K_{зу}^н) \cdot F_{сдв}$  ;
- б)  $\Delta F = (K_{зу}^н - K_{зу}^{факт}) \cdot F_{сдв}$  ;
- в)  $\Delta F = (K_{зу}^{факт} - K_{зу}^н) \cdot F_{уд}$  .

**6. Анкерное укрепление уступов нельзя использовать для:**

- а) мягких и рыхлых пород;
- б) скальных средне трещиноватых пород;
- в) полускальных слабо трещиноватых пород.

**7. Устойчивость вогнутых в плане бортов карьера по сравнению с устойчивостью прямолинейных в плане бортов:**



13. Скважины пройденные из карьера для снятия высоких напоров в подошве карьера и в прибортовой зоне называются:

- а) самоизливающимися скважинами;                      б) поглощающими скважинами.

14. Для предохранения рабочего уступа и призабойного пространства от подземных вод используются:

- а) прибортовая дренажная траншея;                      в) открытый водоотлив.  
б) контрфорс;

*Ключ к тестам*

**Тест № 2**

Номер вопроса	Номер верного ответа	Расшифровка обозначений в формуле
1	а	
2	г	
3	в	
4	б	
5	б	$K_{зу}^н, K_{зу}^{факт}$ - принятый и фактич. коэффициент запаса устойчивости откоса, $F_{сдв}$ - сумма действующих сдвигающих сил
6	а	
7	а	
8	б	
9	б	
10	в	
11	а	



породах;

в) интенсивная трещиноватость.

**6. Наиболее выгодным с экономической точки зрения является борт с:**

а) прямолинейным профилем;

в) выпуклым профилем;

б) вогнутым профилем.

**7. В большинстве случаев углы погашения борта карьера из условия размещения берм составляет:**

а) 30-40 градусов;

в) 60-70 градусов.

б) 50-60 градусов;

**8. Свайное укрепление уступов используют для:**

а) чрезвычайно трещиноватых скальных пород;

б) слабо трещиноватых скальных пород;

в) мягких связных пород.

**9. Анкерное укрепление уступов применяют для:**

а) слабо трещиноватых скальных пород с падением трещин в выработанное пространство;

в) сильно трещиноватых полускальных пород с падением трещин в выработанное пространство.

б) сыпучих пород;

**10. Искусственные улавливающие бермы на бортах карьера используются для предотвращения:**

а) осадок;

б) оползней;

в) осыпания.

**11. Контрфорсы используются для предохранения уступов от:**

а) оползания;

б) просадки;

в) осыпания.

**12. Прочность чрезвычайно трещиноватых скальных пород можно увеличить за счет:**

- а) битумизации;                      б) силикатизации;                      в) цементации.

**13. Депрессионный уровень поверхности воды в скважинах характерен для:**

- а) напорного пласта;                      в) напорного и безнапорного пластов.  
б) безнапорного пласта;

**14. Силы сопротивления, возникающие при движении воды через горную породу характеризует:**

- а) коэффициент водопроницаемости;                      в) коэффициент фильтрации.  
б) коэффициент уводнепроводности;

**Ключ к тестам**

***Тест № 3***

1	а	
2	в	
3	б	
4	б	
5	б	
6	в	
7	а	
8	б	
9	а	
10	в	
11	а	
12	б	
13	б	
14	в	

**Задания и исходные данные для выполнения практических работ по дисциплине «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива».**

**Задача №1**

Рассчитать параметры и составить паспорт свайного укрепления на участке уступа длиной 120 м. Длина укрепляемого участка 150 м. Прочность бетона на срез 5 МПа. Прочностные свойства поверхности ослабления и плотность пород уточнить у преподавателя. Параметры уступа и поверхности ослабления показаны на рис. 1.

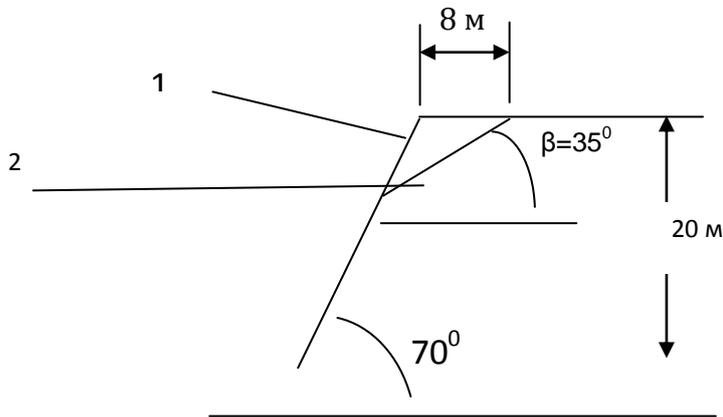


Рис.1. Схема поперечного сечения уступа: 1 - откос; 2 - поверхность ослабления

**Задача №2**

Рассчитать параметры и составить паспорт укрепления уступа контрфорсом. Высота уступа 10 м, угол откоса уступа 55°. Длина укрепляемого участка 250 м. Остальные исходные данные у преподавателя.

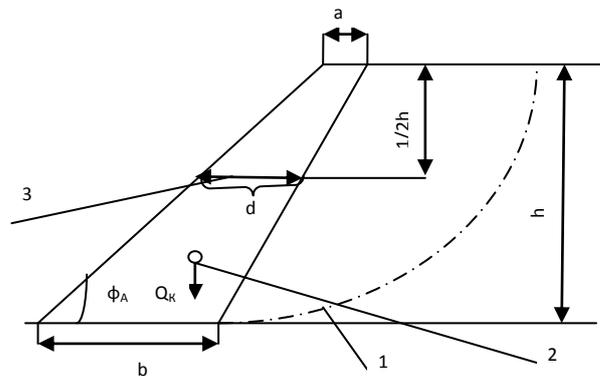


Рис.2. Поперечное сечение уступа, укрепленного контрфорсом: 1 - линия скольжения в уступе; 2 - центр тяжести контрфорса; 3 - средняя ширина контрфорса

**Задача №3**

Рассчитать параметры контурной (кольцевой) дренажной завесы из вертикальных совершенных скважин, обеспечивающих достаточное понижение уровня грунтовых вод в центре системы до конца строительства карьера.

Начертить схему завесы в масштабе 1:2000.

Определить время от начала дренажа до достижения расчетного понижения.

Скважины расположены по контуру карьера на расстоянии 40 м от контура карьера. Осушенный водоносный пласт имеет вертикальную мощность 42 м. Исходные параметры для расчетов задаются преподавателем.

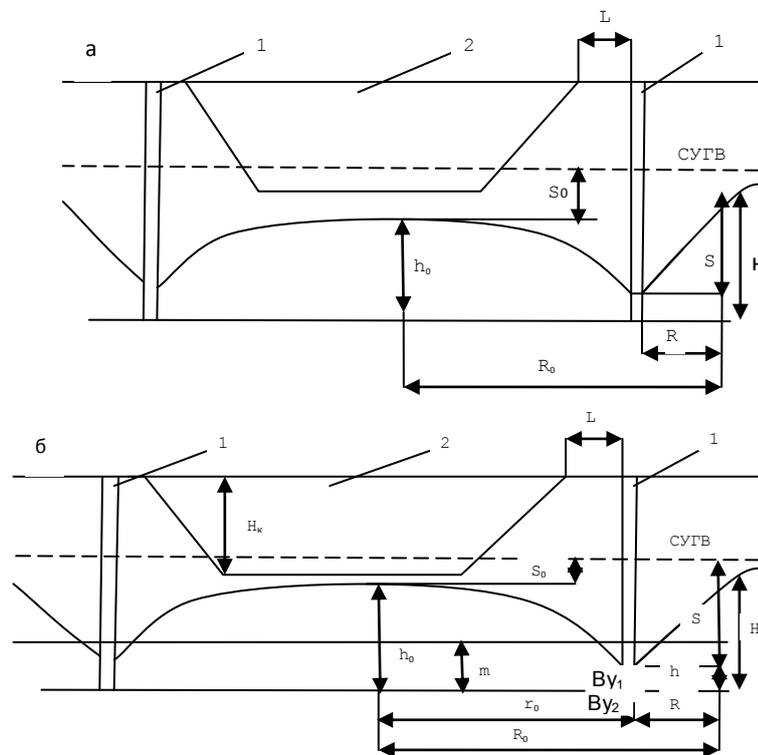


Рис.3. Схема кольцевой дренажной завесы

а) в безнапорных условиях; б) в напорных условиях: СУГВ - статический уровень подземных вод; 1 - диаметрально расположенные дренажные скважины кольцевой завесы; 2 - карьер на момент сдачи его в эксплуатацию

#### Задача №4

На обводненном рабочем уступе глинистых песков пройдена опережающая дренажная траншея. Требуется построить на поперечном сечении уступа конечное и промежуточные положения депрессионных кривых через время  $t$ ,  $t_1$  и  $t_2$ . Расчетные точки депрессионных кривых принять на расстоянии  $X_1$  от траншеи:  $X_1 = 0,3 \cdot R_t$ ;  $X_2 = 0,5 R_t$ ;  $X = R_t$

где  $R_t$  - расчетный радиус депрессионной воронки, м. Определить притоки воды на  $t_1$ -е,  $t_2$ -е и  $t_3$ -е сутки. Исходные условия задаются преподавателем.

Опережающая дренажная траншея на рабочем уступе предотвращает попадание подземных вод в область призмы скольжения уступа.

Наибольшая эффективность осушения достигается заглублением дна траншеи в подошву водоносного пласта (рис.4).

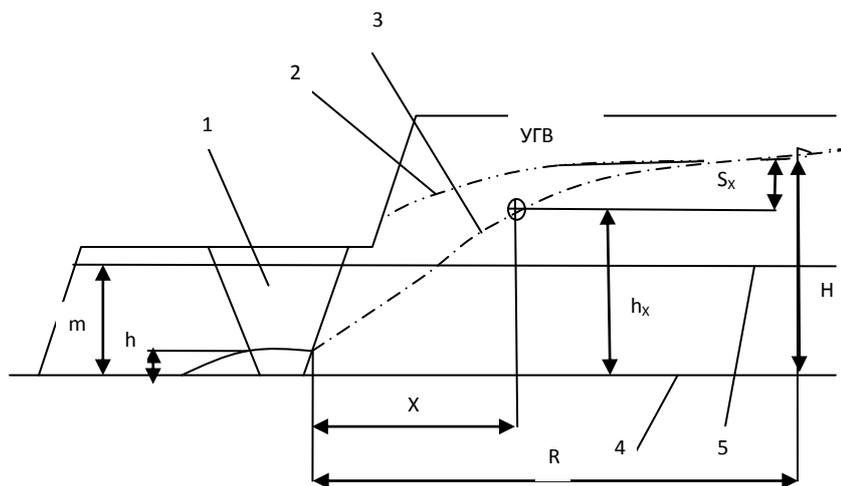


Рис.4. Схема осушения дренажной траншеей: 1 - опережающая дренажная траншея; 2,3 - депрессионные кривые до и после осушения; 4- подошва водоносного пласта; 5 - кровля водоносного пласта в напорных условиях

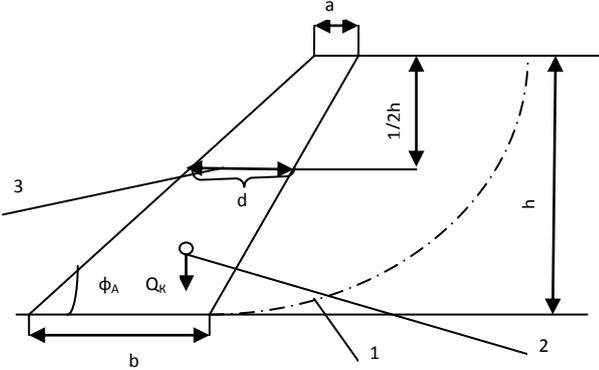
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

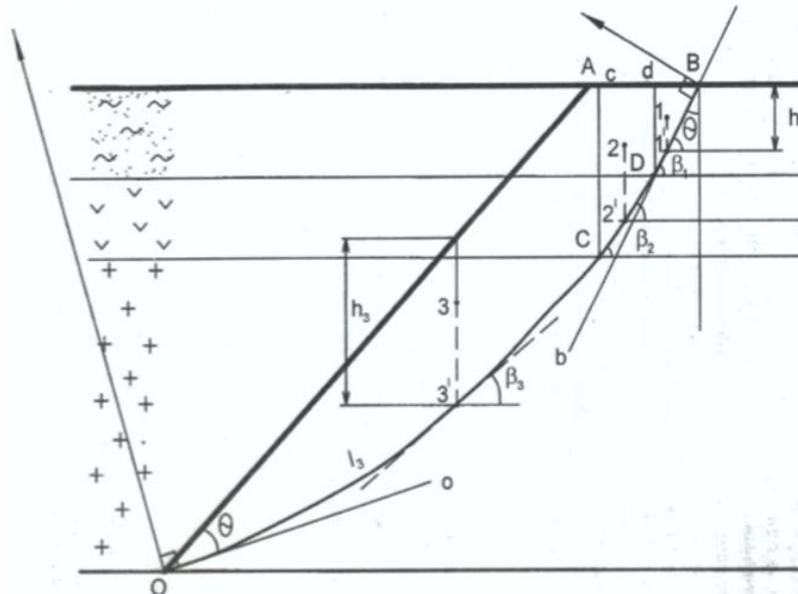
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p><b>ОПК-9</b></p> <p>владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений</p>		
<p>Знать</p>	<p>- физико-механические свойства и классификации горных пород и характеристики породных массивов - методы испытаний горных пород и строительных материалов - основные закономерности развития деформаций откосов открытых выработок</p>	<p><b><i>Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оползни бортов карьеров</li> <li>2. Деформация бортов карьеров под влиянием воды</li> <li>3. Осыпи, просадки, осадки</li> <li>4. Оползни отвалов</li> </ol> <p><b><i>Выполнение теста</i></b></p> <p>1 В течении какого времени может протекать оползень:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) несколько минут</li> <li>б) несколько часов</li> <li>в) несколько суток</li> <li>в) несколько лет</li> </ol> <p>2 При контактных оползнях поверхность скольжения на большей части проходит по:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) ослабленным контактам, представленным трещинами большого протяжения;</li> <li>б) поверхностям древних оползней;</li> <li>в) контактам слоев, имеющих меньшие значения сцепления</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>устойчивого откоса его высоте;</p> <p>б) трещиноватость пород;</p> <p>в) воды в скальных породах;</p> <p>г) подземные воды в слабо связных породах.</p> <p>8 Поверхность скольжения в откосе отвала при подошвенном оползне:</p> <p>а) частично проходит по телу отвала;</p> <p>б) частично захватывает подошву отвала;</p> <p>в) не достигает подошвы отвала.</p> <p>9 Деформация «надподошвенного оползня» характерна для откосов:</p> <p>а) отвалов;</p> <p>б) бортов карьера;</p> <p>в) уступов борта карьера.</p> <p>10 Деформация подошвенного оползня характерна для внешних отвалов:</p> <p>а) на глинистом основании;</p> <p>б) на слоистом наклонном основании;</p> <p>в) на скальном наклонном основании.</p> <p>11 Возможной деформацией откоса отвала скальных пород на глинистом основании является:</p> <p>а) подошвенный оползень;</p> <p>в) надподошвенный оползень.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>б) подподошвенный оползень;</p> <p>12 Какой вид деформаций характерен для открытого способа разработки</p> <p>а) глубинный оползень</p> <p>б) оползень изотропного массива</p> <p>в) оплывина</p> <p>г) поверхностная эрозия</p>
<p>Уметь:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использовать справочную литературу для определения свойств горных пород и устойчивых параметров выработок</li> <li>- проводить испытания горных пород и строительных материалов при исследовании их физико-механических свойств, обосновывать параметры устойчивых выработок;</li> <li>- анализировать</li> </ul>	<p>Рассчитать параметры и составить паспорт укрепления уступа контрфорсом. Высота уступа 10 м, угол откоса уступа <math>55^\circ</math>. Длина укрепляемого участка 250 м. Остальные исходные данные у преподавателя.</p>  <p>Рис.1.</p> <p>Поперечное сечение уступа, укрепленного контрфорсом: 1 - линия скольжения в уступе; 2 - центр тяжести контрфорса; 3 - средняя ширина контрфорса</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	инженерно-геологические условия разработки месторождений, обосновывать параметры устойчивых откосов бортов и уступов карьеров, определять запас устойчивости откосов открытых горных выработок и отвалов	
Владеть :	<p>- современными методами исследования физико-механических свойств горных пород и строительных материалов;</p> <p>- геомеханическими методами обоснования высоты и угла откосов</p> <p>- современными методами оценки устойчивости</p>	<p align="center"><b>Усреднение свойств пород в массиве</b></p> <p>Инженерные методы расчетов устойчивости откосов ориентированы на однородный массив пород. Поэтому для массива борта с различными литологическими разностями пород требуется определение средневзвешенных характеристик <math>\bar{C}, \bar{\varphi}, \bar{\gamma}</math>.</p> <p>Для усреднения используют ориентировочно построенные откос борта и линию скольжения. Для этого принимают угол откоса борта <math>\alpha_0 = 35-45^\circ</math> [2, с. 61] и строят линию результирующего откоса ОА (рис. 2).</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	откосов уступов и бортов карьеров;	 <p>От точки А откладывают горизонтальное расстояние от верхней бровки, примерно равное 0,25H (точка В), и проводят плавную дугу ВО таким образом, чтобы касательные к ней в точках О и В составляли угол, равный величине.</p> $\Theta' = 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \quad (5)$ <p>где <math>\varphi</math>- угол внутреннего трения тех пород, которые составляют большую часть массива, град.</p> <p>Для этого строят лучи Оо и Вв и восстанавливают к ним в точках О и В перпендикуляры. Точка пересечения перпендикуляров является центром дуги ОВ.</p> <p>Усредненное удельное сцепление</p> $\frac{\sum_{i=1}^n C_i * l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (6)$ <p>где <math>C_i</math> - удельное сцепление в массиве тех пород, которые соответствуют 1-м отрезкам построенной линии скольжения, МПа;  <math>l_i</math>- длина i-го участка линии скольжения, который соответствует 1-му типу пород, м;  n - число разностей пород, пересекаемых линией скольжения.</p> <p>Удельный вес пород при горизонтальном и пологом залегании слоев усредняется в соответствии с их мощностью</p>

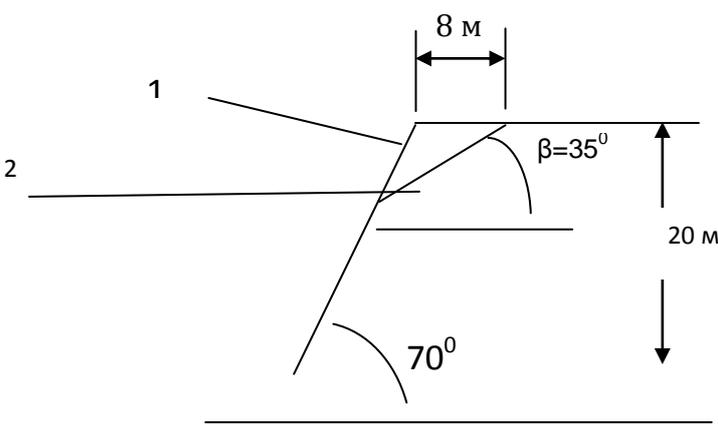
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$\bar{\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \gamma_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (7)$ <p>где <math>m_i</math> - вертикальная мощность <math>i</math>-гослоя пород, м;  <math>\bar{\gamma}</math> - удельный вес пород <math>i</math>-гослоя, Н/м<sup>3</sup>;  <math>n</math> - число слоев пород, попавших в призму скольжения ОАВ.</p> <p>Для усреднения угла внутреннего трения требуется призму ОАВ разделить вертикальными линиями, выходящими из точек пересечения кривой ОВ с контактами слоев пород (линии Сс и Dd). В результате ориентировочная призма скольжения разделена на вертикальные блоки: 1- DdB; 2 - CcDd; 3 - OacC. Для каждого блока находят центр тяжести (точки 1,2,3) и проектируют их вертикально на линию скольжения (точки 1',2',3'). Для этих точек рассчитывают нормальные напряжения</p> $\sigma_i = \bar{\gamma}_i * h_i * \cos^2 \beta_i \quad (8)$ <p>где <math>\bar{\gamma}_i</math> - средний удельный вес пород <math>i</math>-го блока Н/м<sup>3</sup>  <math>h_i</math> - высота <math>i</math>-го блока, замеренная по вертикале, проходящей через проекции центров тяжести 1',2',3' м;  <math>\beta_i</math> - угол наклона линии скольжения в <math>i</math>-й точке <math>i</math>-го блока</p> <p>Удельный вес пород в каждом блоке должен быть усредненным, если в него попадают различные слои</p> $\bar{\gamma}_i = \frac{m}{f_i} \sum_{\gamma=1}^m \frac{f_{\gamma}}{f_i} * \gamma_{\gamma} \quad (9)$ <p>где <math>f_i</math> - площадь <math>i</math>-го блока в поперечном сечении, м<sup>2</sup>;  <math>f_{\gamma}</math> - площадь, занимаемая <math>\gamma</math>-й породой в <math>i</math>-м блоке, м<sup>2</sup>;  <math>\gamma_{\gamma}</math> - удельный вес <math>\gamma</math>-й породы, Н/м<sup>3</sup>;  <math>m</math> - число слоев пород, входящих в вертикальный <math>i</math>-й блок. Например, для второго блока</p> $\bar{\gamma} = \frac{f_{cCdD}}{f_{CDE}} * \gamma_2 + \frac{f_{cCdD}}{f_{CEDd}} * \gamma_1 \quad (10)$ <p>где <math>\gamma_1</math> - глинистые породы, Н/м<sup>3</sup>;  <math>\gamma_2</math> - песчано-глинистые породы, Н/м<sup>3</sup>.  Величина усредненного угла внутреннего трения</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$\bar{\varphi} = \operatorname{arctg} \frac{\sum_{i=1}^n l_i \cdot \sigma_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i}{\sum_{i=1}^n l_i \cdot \sigma_i} \quad (10)$ $\bar{\varphi} = \operatorname{arctg} \frac{\sum_{i=1}^n l_i \cdot \sigma_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i}{\sum_{i=1}^n l_i \cdot \sigma_i} \quad (10)$
<p><b>ПК-7</b></p> <p>умением определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты</p>		
<p>Знать:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- условия применения известных способов проектирования карьеров, обеспечивающих их безопасную эксплуатацию при минимуме вскрышных работ</li> <li>- условия использования инженерных способов укрепления уступов и упрочнения их пород</li> <li>- основные способы и дренажные схемы</li> </ul>	<p><b>Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конструкция борта карьера</li> <li>2. Расчет параметров устойчивых бортов с учетом их криволинейности в плане</li> </ol> <p><b>Выполнение теста</b></p> <p>Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Результирующий угол откоса выпуклого профиля борта карьера и угол устойчивого плоского откоса для одних и тех же инженерно-геологических условий:             <ol style="list-style-type: none"> <li>а) равны;</li> <li>б) угол плоского откоса больше;</li> <li>в) угол плоского откоса меньше.</li> </ol> </li> <li>2. Причинами деформации суффозии в откосах являются:             <ol style="list-style-type: none"> <li>а) несоответствие угла устойчивого откоса его высоте;</li> <li>б) трещинные подземные воды в скальных породах;</li> <li>в) трещинные подземные воды в скальных породах;</li> <li>г) подземные воды в</li> </ol> </li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	предохранения массива бортов от воды	<p>б) трещиноватость пород; слабо связных породах.</p> <p>3. Деформации обрушения характерны для:</p> <p>а) сыпучих пород; в) скальных и полускальных трещиноватых пород.</p> <p>б) мягких связных пород;</p> <p>4. Свайное укрепление уступов используют:</p> <p>а) для укрепления откосов глинистых пород; б) для укрепления отдельных структурных блоков;</p> <p>в) для укрепления рыхлых пород.</p> <p>5. Необходимая дополнительная удерживающая сила <math>\Delta F</math>, создаваемая механическим креплением откосов, определяется:</p> <p>а) <math>\Delta F = (K_{3y}^{факт} - K_{3y}^H) \cdot F_{сдв}</math> ;</p> <p>б) <math>\Delta F = (K_{3y}^H - K_{3y}^{факт}) \cdot F_{сдв}</math> ;</p> <p>в) <math>\Delta F = (K_{3y}^{факт} - K_{3y}^H) \cdot F_{уд}</math> .</p> <p>6. Анкерное укрепление уступов нельзя использовать для:</p> <p>а) мягких и рыхлых пород; в) полускальных слабо трещиноватых пород.</p> <p>б) скальных средне трещиноватых пород;</p>

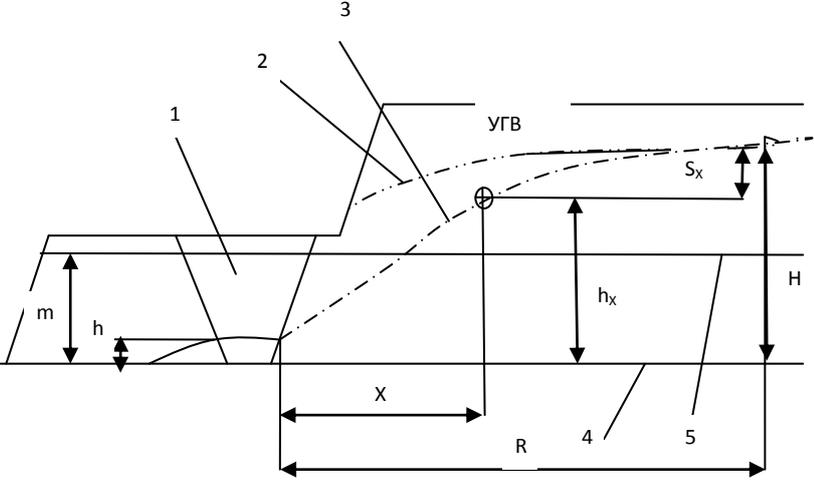


Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>б) безнапорного пласта; пластов.</p> <p>12. Силы сопротивления, возникающие при движении воды через горную породу характеризует:</p> <p>а) коэффициент водопроницаемости; в) коэффициент фильтрации.</p> <p>б) коэффициент уровнепроводности;</p> <p>13. Скважины пройденные из карьера для снятия высоких напоров в подошве карьера и в прибортовой зоне называются:</p> <p>а) самоизливающимися скважинами;</p> <p>б) поглощающими скважинами</p> <p>14. Для предохранения рабочего уступа и призабойного пространства от подземных вод используются:</p> <p>а) прибортовая дренажная траншея; в) открытый водоотлив.</p> <p>б) контрфорс;</p>
Уметь:	<p>- выполнять расчеты по укреплению уступов;</p> <p>- выполнять расчеты и обоснование схем укрепления уступов;</p> <p>- выполнять расчеты и обоснование схем укрепления</p>	<p>Рассчитать параметры и составить паспорт свайного укрепления на участке уступа длиной 120 м. Длина укрепляемого участка 150 м. Прочность бетона на срез 5 МПа. Прочностные свойства поверхности ослабления и плотность пород уточнить у преподавателя. Параметры уступа и поверхности ослабления показаны на рис.2.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	уступов; параметров дренажных схем;	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Рис.2. Схема поперечного сечения уступа: 1- откос; 2 - поверхность ослабления</p>
Владеть :	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками расчета укрепления уступов;</li> <li>- современными методами управления состоянием массива горных пород;</li> <li>- Навыками использования специализированных программных комплексов по управлению состоянием массива горных</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Определение оптимального угла результирующего откоса борта</b></p> <p>Между высотой откоса и его углом наклона к горизонтали существует связь, зависящая от свойств пород массива <math>\alpha=f(\bar{H}, \bar{C}, \bar{\gamma}, \bar{\varphi})</math> Эта зависимость представлена графически в нормативной документации.</p> <p>Для определения оптимального угла откоса требуется определить масштаб графика (относительную высоту откоса)</p> $\dot{H} = \frac{H}{H_{90(p)}} \quad (11)$ <p>где <math>H</math> - высота откоса проектируемого борта, м;  <math>H_{90(p)}</math> - высота вертикального обнажения пород с учетом необходимого запаса устойчивости, м.</p> <p>Величина <math>H_{90(p)}</math> определяется расчетными свойствами усредненных пород <math>C_p</math> и <math>\varphi_p</math>:</p> $\dot{H} = \frac{c}{K_{3y}}; \quad \varphi_p = \arctg \frac{tg \bar{\varphi}}{K_{3y}} \quad (12)$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	пород.	<p>где <math>K_{3y}</math>- коэффициент запаса устойчивости, принятый в соответствии со сроком службы откоса</p> $H_{90(p)} = \frac{2c_p}{\gamma} * ctg(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \quad (14)$
<p><b>ПСК-3.4</b></p> <p>способностью разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ, проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности</p>		
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Перечень нормативной документации по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ</li> <li>- Нормативную документацию по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ;</li> <li>- Особенности оформления технической документации в соответствии с требованиями нормативной</li> </ul>	<p><b><i>Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обеспечение устойчивости при ведении БВР</li> <li>2. Механические способы укрепления откосов</li> <li>3. Упрочнение массива горных пород и изоляция пород откосов</li> <li>4. Методы обеспечения устойчивости отвалов</li> <li>5. Виды воды в горных породах</li> <li>6. Основные представления о движении подземных вод</li> <li>7. Расчеты водопритоков к карьерам и дренажным системам</li> <li>8. Технические средства осушения</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	документации.	
<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбрать необходимый нормативный документ соответствующий разрабатываемой части проекта;</li> <li>- Разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ;</li> <li>- Разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ, проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности.</li> </ul>		<p>Рассчитать параметры контурной (кольцевой) дренажной завесы из вертикальных совершенных скважин, обеспечивающих достаточное понижение уровня грунтовых вод в центре системы до конца строительства карьера.</p> <p>Начертить схему завесы в масштабе 1:2000.</p> <p>Определить время от начала дренажа до достижения расчетного понижения.</p> <p>Скважины расположены по контуру карьера на расстоянии 40 м от контура карьера. Осушенный водоносный пласт имеет вертикальную мощность 42 м. Исходные параметры для расчетов задаются преподавателем.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Рис.3. Схема кольцевой дренажной завесы а) в безнапорных условиях; б) в напорных условиях: СУГВ - статический уровень подземных вод; 1 - диаметрально расположенные дренажные скважины кольцевой завесы; 2 - карьер на момент сдачи его в эксплуатацию</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>На обводненном рабочем уступе глинистых песков пройдена опережающая дренажная траншея. Требуется построить на поперечном сечении уступа конечное и промежуточные положения депрессионных кривых через время <math>t</math>, <math>t_1</math> и <math>t_2</math>. Расчетные точки депрессионных кривых принять на расстоянии <math>X_1</math> от траншеи: <math>X_1 = 0,3 \cdot R_t</math>; <math>X_2 = 0,5 R_t</math>; <math>X = R_t</math> где <math>R_t</math> - расчетный радиус депрессионной воронки, м. Определить притоки воды на <math>t_1</math>-е, <math>t_2</math>-е и <math>t_3</math>-е сутки. Исходные условия задаются преподавателем.</p> <p>Опережающая дренажная траншея на рабочем уступе предотвращает попадание подземных вод в область призмы скольжения уступа.</p> <p>Наибольшая эффективность осушения достигается заглублением дна траншеи в подошву водоносного пласта (рис.4).</p>  <p>Рис.4. Схема осушения дренажной траншеей: 1 - опережающая дренажная траншея; 2,3 - депрессионные кривые до и после осушения; 4- подошва водоносного пласта; 5 - кровля водоносного пласта в напорных условиях</p>
Владеть :	- Базой нормативной документации по строительству,	<p>Расчёт сумм сдвигающих и удерживающих сил по наиболее вероятной линии скольжения:</p> <p>Удельный вес пород в вертикальном блоке определяется как средневзвешенная величина</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ;</p> <p>- Навыками оформления отдельных частей проектной документации;</p> <p>- Навыками использования специализированных программных комплексов автоматизированного проектирования.</p>	$\gamma_{\text{бл}} = \frac{\gamma_1 * S_1 + \gamma_2 * S_2}{S} \quad (20)$ <p>где <math>\gamma_1</math> - и <math>\gamma_2</math> - удельный вес пород, слагающих вертикальный блок призмы скольжения, МН/м<sup>3</sup>;  <math>S_1</math> и <math>S_2</math>- площадь сечения блока, занимаемая соответствующими породами, м<sup>2</sup>;  <math>S</math>- общая площадь сечения блока.  Упрощенно можно определить</p> $\gamma_{\text{бл}} = q_1 * \gamma_1 + q_2 * \gamma_2 \quad (21)$ <p>где <math>q_1</math> и <math>q_2</math>- приблизительная доля площади блока, занимаемая соответствующим типом пород, доли ед.  Сила тяжести, МН</p> $P_i = b_i * h_i * \gamma_i \quad (22)$ <p>Угол сдвига <math>\beta</math> определяют замером угла между касательной в средней точке основания блока и горизонталью (см. рис. 8)  Касательная сила является составляющей силы тяжести (см. рис. 8) и определяется</p> $T_i = P_i * \sin \beta_i \quad (23)$ <p>Нормальная составляющая силы тяжести</p> $N_i = P_i * \cos \beta_i \quad (24)$ <p>Сила трения</p> $F_{\tau i} = N_i * \operatorname{tg} \varphi_i \quad (25)$ <p>Угол внутреннего трения принимают тот, который соответствует породам в основании вертикального блока.  Длина линии скольжения <math>\ell</math> равна длине основания блока (см. рис. 8).  Удельное сцепление, МПа, в каждом блоке определяют породы основания блока.  Сила сцепления</p> $F_{ci} = \ell_i * C_i \quad (26)$ <p>Удерживающими силами являются силы трения и сцепления</p> $\sum_{i=1}^n F_{уд} = \sum_{i=1}^n F_T + \sum_{i=1}^n F_c \quad (27)$ <p>Сдвигающими силами являются касательные <math>T</math>.</p> <p>Суммы сил определяют суммированием расчётных величин соответствующих граф табл. 4. Тогда коэффициент запаса устойчивости борта</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$K_{3y} = \frac{\sum_{i=1}^n F_T + \sum_{i=1}^n F_c}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (28)$ <p>Где n-число расчётных вертикальных блоков в призме скольжения (n=10-12).</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 3 теоретических вопроса.

*Показатели и критерии оценивания экзамена:*

- 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.