



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
И.А. Пыталев

13.02.2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА***

Направление подготовки (специальность)  
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы  
Открытые горные работы

Уровень высшего образования - специалитет


Форма обучения  
заочная

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

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых  
09.02.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой  С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
13.02.2023 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры РМПИ, канд. техн. наук  В.Ю. Заляднов

Рецензент:  
зав. лаборатории ООО УралГеоПроект, канд. техн. наук  В.Ш. Галямов

## Лист актуализации рабочей программы

---

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 2027 - 2028 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 2028 - 2029 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 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

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

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

Целями освоения дисциплины «Управление состоянием массива» являются: 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 Управление состоянием массива входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Процессы открытых горных работ  
Технология производства работ  
Безопасность ведения горных работ  
Геомеханика

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

Обоснование проектных решений  
Технология производства работ  
Проектирование карьеров

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Управление состоянием массива» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать разделы проектов строительства, реконструкции и технического перевооружения объектов открытых горных работ, проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности
ПК-1.1	Обосновывает главные параметры карьера, вскрытие карьерного поля, системы открытой разработки, режим горных работ, технологию и механизацию открытых горных работ, методы профилактики аварий и способы ликвидации их последствий
ПК-1.2	Проектирует природоохранную деятельность при открытых горных работах
ПК-1.3	Использует информационные технологии при проектировании карьеров

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,2 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 127,9 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - курсовой проект, 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 дисциплинами	5	0,5		0,5	1	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
1.2 Современные тенденции развития отрасли		0,5		0,5	1	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		1		1	2			
2. Горно-технические условия отработки месторождения								
2.1 Характеристика состояния участка недр	5	0,5		0,5	2	Подготовка к тестированию	Тестирование	
2.2 Проектные и перспективные параметры карьера и отвалов		0,5		0,5	6	Подготовка к тестированию	Тестирование	
2.3 Анализ геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических особенностей приоткосного массива					6	Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу		1		1	14			
3. Обследование состояния уступов и бортов карьера								
3.1 Визуальное обследование состояния устойчивости уступов и бортов карьера	5	0,5		0,5/0,5И	6	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
3.2 Наблюдения за устойчивостью бортов карьера по реперам наблюдательных станций. Оценка состояния устойчивости по результатам наблюдений.		0,5		0,5/0,5И		Подготовка к тестированию	Тестирование	
Итого по разделу		1		1/И	6			

4. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния массива								
4.1 Подготовка исходных данных	5	0,5		1/0,5И	6	Подготовка к тестированию	Тестирование	
4.2 Оценка напряженно-деформированного состояния прибортового массива горных пород		0,5		2/0,9И	6	Подготовка к тестированию	Тестирование	
4.3 Графические и аналитические расчеты устойчивости приоткосного массива					6	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
4.4 Оценка устойчивости отвалов					10	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		1		3/1,4И	28			
5. Обоснование устойчивых параметров откосов карьера и отвалов с учетом проектной глубины разработки месторождения								
5.1 Подготовка исходных данных	5				20	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
5.2 Расчет устойчивых параметров откосов и предоставление данных					17,9	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу					37,9			
6. Мероприятия по мониторингу устойчивости бортов карьера в условиях его эксплуатации								
6.1 Нормативные документы	5				20	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	
6.2 Примеры из практики					20			
Итого по разделу					40			
7. Экзамен								
7.1 Управление состоянием массива	5					Подготовка	Зачет с оценкой	
Итого по разделу								
Итого за семестр		4		6/2,4И	127,9		зао,кп	
Итого по дисциплине		4		6/2,4И	127,9		курсовой проект, зачет с оценкой	

## **5 Образовательные технологии**

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

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Управление состоянием 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 всестороннее освещение проблемы за счет дополнения и уточнения преподавателем, а также подведением итогов в конце лекции с формулированием основных выводов. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении 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 (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Казикаев, Д.М., Козырев, А.А., Каспарьян, Э.В., Иофис, М.А. Управление геомеханическими 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 геотехнологии [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. 9. 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 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
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Autodesk Inventor Professional 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
Autodesk AutoCad 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

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

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



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

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. Цели и задачи дисциплины «Управление состоянием массива»
2. Современные тенденции развития отрасли
3. Обследование состояния горных работ и устойчивости откосов техногенных объектов
4. Методики расчета устойчивости прибортового массива
5. Методики расчета устойчивости отвалов

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

1. Горно-технические условия отработки месторождения
2. Обследование состояния уступов и бортов карьера
3. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния массива
4. Обоснование устойчивых параметров откосов
5. Мероприятия по мониторингу устойчивости бортов карьера и отвалов

## Задания для самостоятельной работы

### Тест

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

#### 1. Для построения наиболее вероятной линии скольжения требуется определить:

- а) Высоту вертикального обнажения пород
- б) Угол сдвига
- в) Средний угол наклона линии скольжения
- г) Все ответы правильные

Ответ - г

#### 2. Сумма удерживающих сил ( $\sum F_{уд}$ ), действующих по наиболее вероятной линии скольжения приоткосного массива, это:

- |                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| а) сумма нормальных сил; | в) сумма касательных сил;        |
| б) сумма сил сцепления   | г) сумма сил трения и сцепления. |

Ответ - г

#### 3. Коэффициент запаса устойчивости приоткосного массива показывает:

- а) степень предельного равновесия пород
- б) степень превышения сдвигающих сил над удерживающими
- в) степень превышения удерживающих сил над сдвигающими

Ответ - в

#### 4. Что означает когда коэффициент запаса устойчивости ( $K_{зу}$ ) исследуемого откоса равен единице:

- а) откос в устойчивом состоянии
- б) откос в предельно устойчивом состоянии
- в) откос в неустойчивом состоянии

Ответ - б

5. Для откосов бортов карьеров рекомендуется величина коэффициента запаса устойчивости:

а) 1,5 – 2,0;

б) 1,3 – 1,5;

в) 1,1 – 1,2.

Ответ - б

6. По графику Фисенко можно определить:

а) Угол устойчивого откоса

б) Высоту устойчивого откоса

в) Оба варианта правильные

Ответ - в

7. В чем сущность метода касательных напряжений при определении устойчивости откосов

а) в определении касательных и нормальных напряжений

б) в определении удерживающих и сдвигающих сил

в) в определении касательных напряжений и сдвигающих сил

Ответ - а

**Задания и исходные данные для выполнения практических работ по дисциплине «Управление состоянием массива».**

#### Задача №1

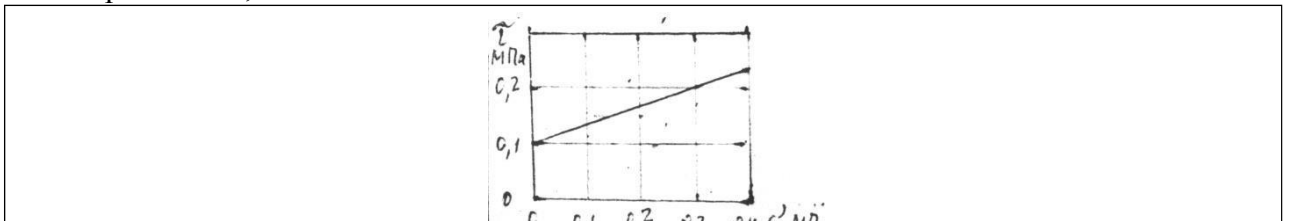
Определить графическим методом ширину призмы возможного обрушения в уступе высотой 36 м и с углом откоса  $45^\circ$ , если удельное сцепление пород в массиве 0,06 МПа, угол внутреннего трения  $30^\circ$ , удельный вес пород  $30 \text{ кН/м}^3$  (строить в М 1:500).

#### Задача №2

Рассчитать высоту вертикального откоса с коэффициентом запаса устойчивости 2, если удельный вес пород  $30 \text{ кН/м}^3$ , угол сдвига пород  $31^\circ$ , удельное сцепление в массиве 0,3 МПа.

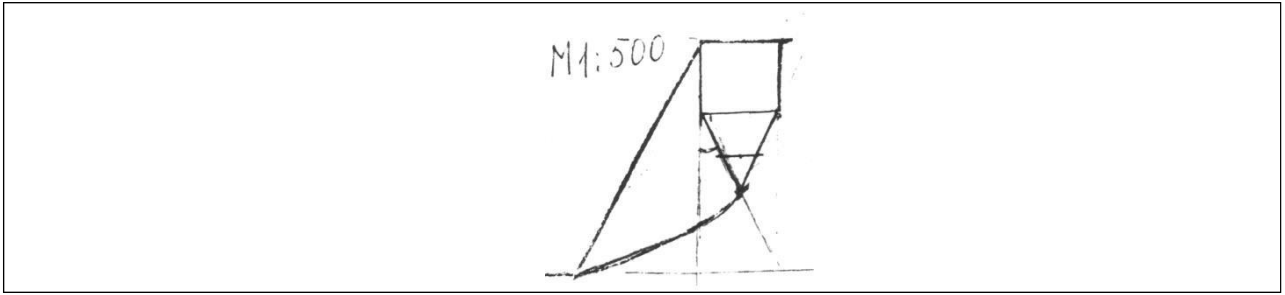
#### Задача №3

На чертеже дан паспорт прочности породы. Определить с помощью круга Мора величину наименьшего главного напряжения в точке массива, где наибольшее главное напряжение 0,4 МПа.



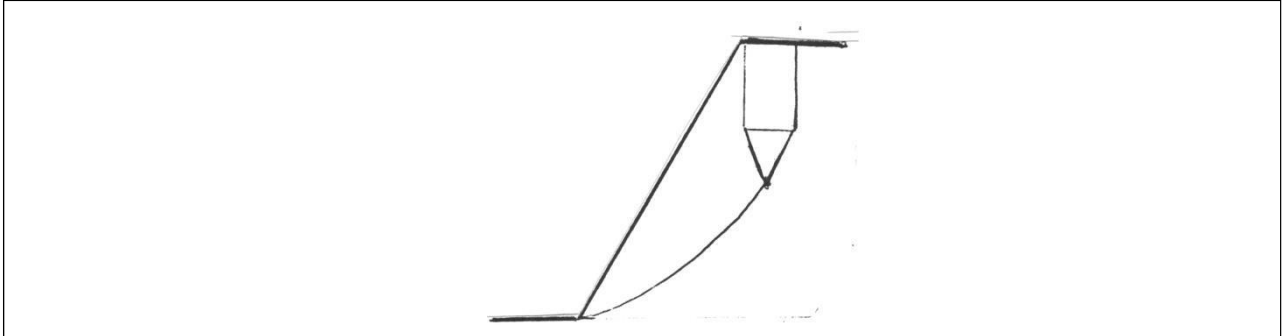
#### Задача №4

Построить паспорт прочности пород откоса, используя схему линии скольжения.  $\gamma = 3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$ .



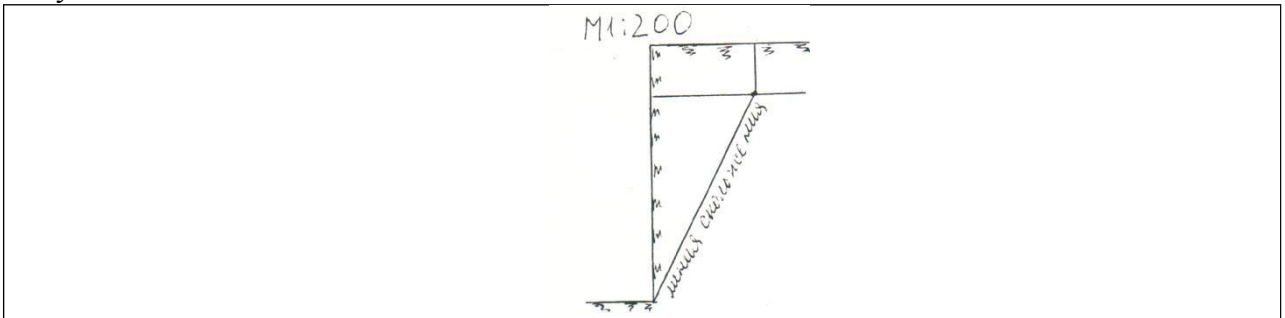
**Задача №5**

Удельный вес пород  $30 \text{ кН/м}^3$ . Определить: а) угол внутреннего трения пород; б) удельное сцепление пород в массиве. Масштаб чертежа 1:200.



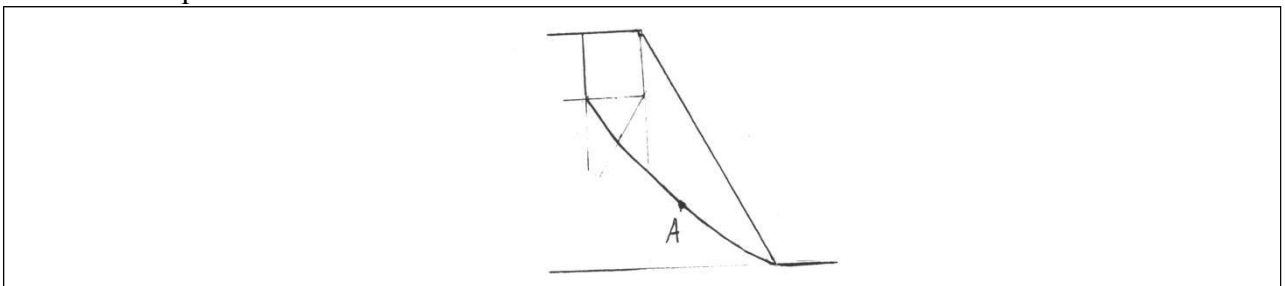
**Задача №6**

Удельный вес пород вертикального уступа  $30 \text{ кН/м}^3$ . Определить коэффициент запаса устойчивости откоса.



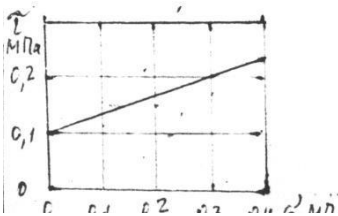
**Задача №7**

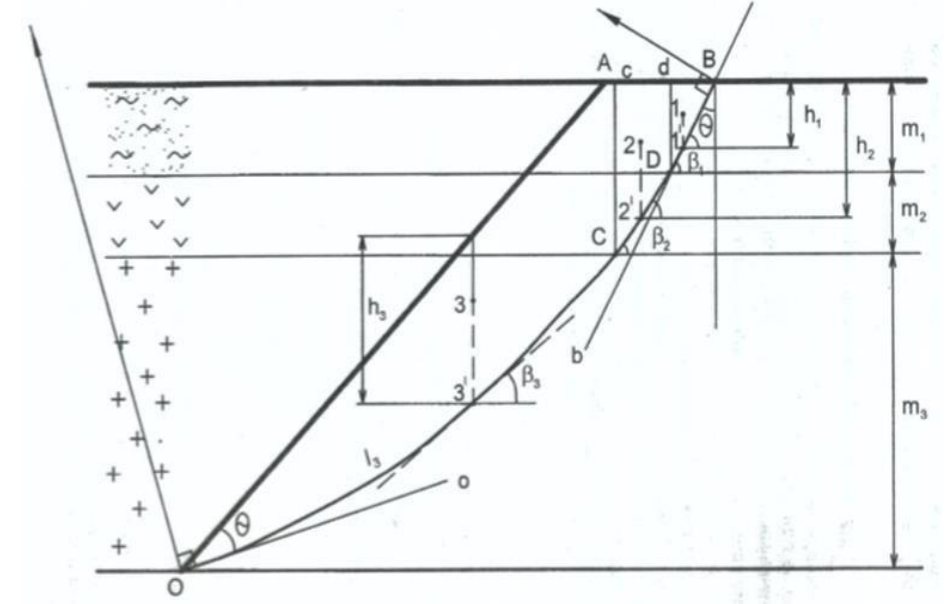
Удельный вес пород  $30 \text{ кН/м}^3$ . Определить сопротивление пород сдвигу в точке А. Масштаб чертежа 1:200.



## Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

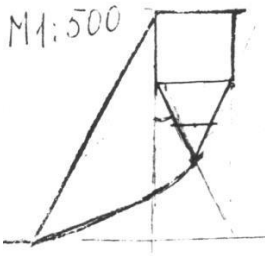
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1: Способен разрабатывать разделы проектов строительства, реконструкции и технического перевооружения объектов открытых горных работ, проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности		
ПК-1.1: Обосновывает главные параметры карьера, вскрытие карьерного поля, системы открытой разработки, режим горных работ, технологию и механизацию открытых горных работ, методы профилактики аварий и способы ликвидации их последствий		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-механические свойства и классификации горных пород и характеристики породных массивов</li> <li>- методы испытаний горных пород и строительных материалов</li> <li>- основные закономерности развития деформаций откосов открытых выработок</li> </ul>	<p><b>Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Горно-технические условия отработки месторождения</li> <li>2. Обследование состояния уступов и бортов карьера</li> <li>3. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния массива</li> <li>4. Обоснование устойчивых параметров откосов</li> <li>5. Мероприятия по мониторингу устойчивости бортов карьера и отвалов</li> </ol> <p><b>Выполнение теста</b></p>
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</li> </ul>	<p>На чертеже дан паспорт прочности породы. Определить с помощью круга Мора величину наименьшего главного напряжения в точке массива, где наибольшее главное напряжение 0,4 МПа.</p> 

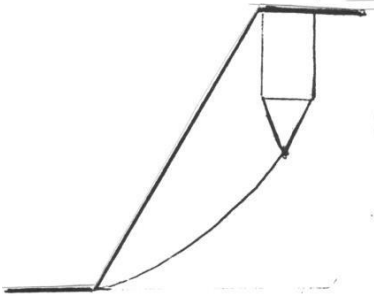
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	открытых горных выработок и отвалов	
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методами исследования физико-механических свойств горных пород и строительных материалов;</li> <li>- геомеханическими методами обоснования высоты и угла откосов</li> <li>- современными методами оценки устойчивости откосов уступов и бортов карьеров;</li> </ul>	<p style="text-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}</math>, <math>\bar{\varphi}</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>  <p>От точки А откладывают горизонтальное расстояние от верхней бровки, примерно равное <math>0,25H</math> (точка В), и проводят плавную дугу ВО таким образом, чтобы касательные к ней в точках О и В составляли угол, равный величине.</p> $\theta' = 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \quad (5)$

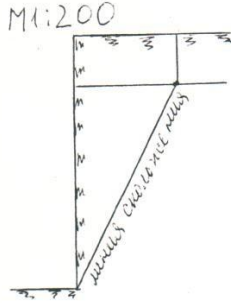
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>где <math>\varphi</math>- угол внутреннего трения тех пород, которые составляют большую часть массива, град.</p> <p>Для этого строят лучи Оо и Вв и восстанавливают к ним в точках О и В перпендикуляры. Точка пересечения перпендикуляров является центром дуги ОВ.</p> <p>Усредненное удельное сцепление</p> $\frac{\sum_{i=1}^n C_i * P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} (6)$ <p>где <math>C_i</math>- удельное сцепление в массиве тех пород, которые соответствуют 1-м отрезкам построенной линии скольжения, МПа;</p> <p><math>P_i</math>- длина i-го участка линии скольжения, который соответствует 1-му типу пород, м;</p> <p>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> $\bar{\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i * \gamma_i}{\sum_{i=1}^n m_i} (7)$ <p>где <math>m_i</math> - вертикальная мощность i-го слоя пород, м;</p> <p><math>\bar{\gamma}</math>- удельный вес пород i-го слоя, Н/м<sup>3</sup>;</p> <p>n - 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 - ОасС. 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> $\sigma_i = \bar{\gamma} * h_i * \cos^2 \beta_i (8)$ <p>где <math>\bar{\gamma}</math> средний удельный вес пород i-го блока Н/м<sup>3</sup></p> <p><math>h_i</math>-высота i-го блока, замеренная по вертикале, проходящей через проекции центров тяжести 1',2',3' м;</p> <p><math>\beta_i</math>-угол наклона линии скольжения в i-й точке i-го блока</p> <p>Удельный вес пород в каждом блоке должен быть усредненным, если в него попадают</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>различные слои</p> $\bar{\gamma} = \sum_{i=1}^m \frac{f_{i\gamma}}{f_i} * \gamma \quad (9)$ <p>где <math>f_i</math> - площадь i-го блока в поперечном сечении, м<sup>2</sup>;  <math>f_{i\gamma}</math> - площадь, занимаемая у -й породой в i-м блоке, м<sup>2</sup>;  <math>\gamma_{\gamma}</math> - удельный вес у-й породы, Н/м<sup>3</sup>; m  m - число слоев пород, входящих в вертикальный i-й блок. Например, для второго блока</p> $\bar{\gamma} = \frac{f_{CDE}}{f_{CDE}} * \gamma_2 + \frac{f_{EDD}}{f_{EDD}} * \gamma_1 \quad (10)$ <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> $\bar{\varphi} = \arctg \frac{\sum_{i=1}^n P_i * \sigma_i * tg \varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_i * \sigma_i} \quad (10)$ $\bar{\varphi} = \arctg \frac{\sum_{i=1}^n P_i * \sigma_i * tg \varphi_i}{\sum_{i=1}^n P_i * \sigma_i} \quad (10)$
ПК-1.2: Проектирует природоохранную деятельность при открытых горных работах		
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>	<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>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять расчеты по укреплению уступов;</li> <li>- выполнять расчеты и обоснование схем</li> </ul>	<p>Построить паспорт прочности пород откоса, используя схему линии скольжения. <math>\gamma = 3 \cdot 10^4</math> Н/м<sup>3</sup>.</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	укрепления уступов; - выполнять расчеты и обоснование схем укрепления уступов; параметров дренажных схем;	
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>	<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 style="text-align: center;">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> $\dot{H} = \frac{c}{K_{3y}} ; \varphi_p = \arctg \frac{tg\varphi}{K_{3y}} \quad (12)$ <p>где <math>K_{3y}</math> - коэффициент запаса устойчивости, принятый в соответствии со сроком службы откоса</p> $H_{90(p)} = \frac{2c_p}{\gamma} * ctg(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \quad (14)$
ПК-1.3: Использует информационные технологии при проектировании карьеров		
Знать:	- Перечень нормативной документации по строительству, реконструкции и	<p style="text-align: center;"><b>Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:</b></p> <p style="text-align: center;">1. Обеспечение устойчивости при ведении БВР</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>переворужению объектов открытых горных работ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Нормативную документации по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ;</li> <li>- Особенности оформления технической документации в соответствии с требованиями нормативной документации.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <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> <p><b>Выполнение теста</b></p>
<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>Удельный вес пород <math>30 \text{ кН/м}^3</math>. Определить: а) угол внутреннего трения пород; б) удельное сцепление пород в массиве. Масштаб чертежа 1:200.</p>  <p>Удельный вес пород вертикального уступа <math>30 \text{ кН/м}^3</math>. Определить коэффициент запаса устойчивости откоса.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		
<p>Владеть:</p>	<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>	<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> $\gamma_{\text{бл}} = \frac{\gamma_1 \cdot S_1 + \gamma_2 \cdot S_2}{S} \quad (20)$ <p>где <math>\gamma_1</math>- и <math>\gamma_2</math>- удельный вес пород, слагающих вертикальный блок призмы скольжения, МН/м<sup>3</sup>;</p> <p><math>S_1</math> и <math>S_2</math> - площадь сечения блока, занимаемая соответствующими породами, м<sup>2</sup>;</p> <p><math>S</math> - общая площадь сечения блока.</p> <p>Упрощенно можно определить</p> $\gamma_{\text{бл}} = q_1 \cdot \gamma_1 + q_2 \cdot \gamma_2 \quad (21)$ <p>где <math>q_1</math> и <math>q_2</math> - приблизительная доля площади блока, занимаемая соответствующим типом пород, доли ед.</p> <p>Сила тяжести, МН</p> $P_i = b_i \cdot h_i \cdot \gamma_i \quad (22)$ <p>Угол сдвига <math>\beta</math> определяют замером угла между касательной в средней точке основания блока и горизонталью (см. рис. 8)</p> <p>Касательная сила является составляющей силы тяжести (см. рис. 8) и определяется</p> $T_i = P_i \cdot \sin \beta_i \quad (23)$ <p>Нормальная составляющая силы тяжести</p> $N_i = P_i \cdot \cos \beta_i \quad (24)$ <p>Сила трения</p> $F_{\tau i} = N_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i \quad (25)$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Угол внутреннего трения принимают тот, который соответствует породам в основании вертикального блока.</p> <p>Длина линии скольжения <math>l</math> равна длине основания блока (см. рис. 8).</p> <p>Удельное сцепление, МПа, в каждом блоке определяют породы основания блока.</p> <p>Сила сцепления</p> $F_{ci} = P_i * C_i \quad (26)$ <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> $K_{зу} = \frac{\sum_{i=1}^n F_T + \sum_{i=1}^n F_c}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (28)$ <p>Где <math>n</math>-число расчётных вертикальных блоков в призме скольжения (<math>n=10-12</math>).</p>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Управление состоянием массива» 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.