



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)**

***УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ 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

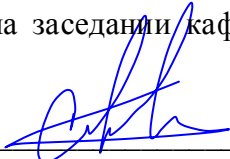
Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Разработки месторождений полезных ископаемых
Курс	5
Семестр	9

Магнитогорск  
2020 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. лаборатории ООО УралГеоПроект, канд. техн. наук  
 В.Ш. Галямов

## Лист актуализации рабочей программы

---

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

---

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

### 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 базовую часть учебного плана 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:

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

### 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:

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	- Использовать справочную литературу для определения свойств горных пород и устойчивых параметров выработок - проводить испытания горных пород и строительных материалов при исследовании их физико-механических свойств, обосновывать параметры устойчивых выработок; - анализировать инженерно-геологические условия разработки месторождений, обосновывать параметры устойчивых откосов бортов и уступов карьеров, определять запас устойчивости откосов открытых горных выработок и отвалов
Владеть	- современными методами исследования физико-механических свойств горных пород и строительных материалов; - геомеханическими методами обоснования высоты и угла откосов - современными методами оценки устойчивости откосов уступов и бортов карьеров;

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 программ-ных 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 программ-ных комплексов автоматизированного проектирования.</li> </ul>

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 58,1 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 14,2 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - 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 дисциплинами	9	0,5		0,5		Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	ПСК-3.4, ПК-7
1.2 Современные тенденции развития отрасли		0,5		0,5		Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	ПСК-3.4, ПК-7
Итого по разделу		1		1				
2. Горно-технические условия отработки месторождения								
2.1 Характеристика состояния участка недр	9	4		2/1И	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	ПСК-3.4, ПК-7
2.2 Проектные и перспективные параметры карьера и отвалов		2		1	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	ПСК-3.4, ПК-7
2.3 Анализ геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических особенностей приоткосного массива		2		1	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	ПСК-3.4, ПК-7
Итого по разделу		8		4/1И	3			
3. Обследование состояния уступов и бортов карьера								
3.1 Визуальное обследование состояния устойчивости уступов и бортов карьера	9	2		2		Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	ПСК-3.4, ПК-7
3.2 Наблюдения за устойчивостью бортов карьера по реперам наблюдательных станций. Оценка состояния устойчивости по результатам наблюдений.		4		2/1И		Подготовка к тестированию	Тестирование	ПСК-3.4, ПК-7
Итого по разделу		6		4/1И				

4. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния массива								
4.1 Подготовка исходных данных	9	2		1	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	ПСК-3.4, ПК-7
4.2 Оценка напряженно-деформированного состояния прибортового массива горных пород		2		1/И	1	Подготовка к тестированию	Тестирование	ПСК-3.4, ПК-7
4.3 Графические и аналитические расчеты устойчивости приоткосного массива		2		1	1	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	ПСК-3.4, ПК-7
4.4 Оценка устойчивости отвалов		2		1	1	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	ПСК-3.4, ПК-7
Итого по разделу		8		4/И	4			
5. Обоснование устойчивых параметров откосов карьера и отвалов с учетом проектной глубины разработки месторождения								
5.1 Подготовка исходных данных	9	4		2	2	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	ПСК-3.4, ПК-7
5.2 Расчет устойчивых параметров откосов и предоставление данных		4		2/И	4	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	ПСК-3.4, ПК-7
Итого по разделу		8		4/И	6			
6. Мероприятия по мониторингу устойчивости бортов карьера в условиях его эксплуатации								
6.1 Нормативные документы	9	4		1/И	1,2	Подготовка к семинарскому занятию	Устный опрос (собеседование)	ПСК-3.4, ПК-7
6.2 Примеры из практики		1						ПСК-3.4, ПК-7
Итого по разделу		5		1/И	1,2			
7. Экзамен								
7.1 Экзамен	9					Подготовка к экзамену	Экзамен	
Итого по разделу								
Итого за семестр		36		18/И	14,2		экзамен	
Итого по дисциплине		36		18/И	14,2		экзамен	ПСК-3.4, ПК-7

## **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 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 (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 рас-четно-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>
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

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;
- б) сумма сил сцепления
- в) сумма касательных сил;
- 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 (Кзу) 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**

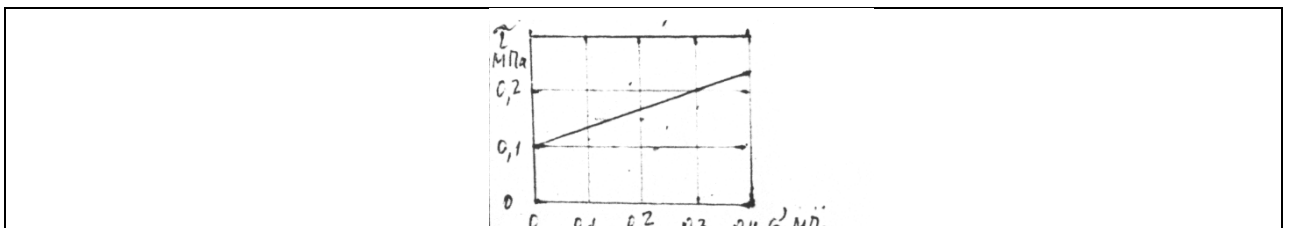
Определить графическим методом ширину призмы возможного обрушения в уступе высотой 36 м и с углом откоса  $45^\circ$ , если удельное сцепление пород в массиве 0,06 МПа, угол внутреннего трения  $30^\circ$ , удельный вес пород  $30 \text{ кН/м}^3$  (строить в М 1:500).

**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.

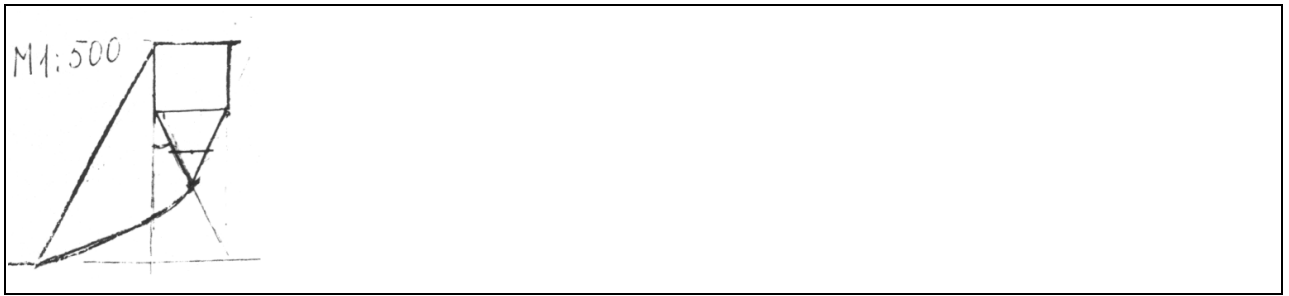
**Задача №3**

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.



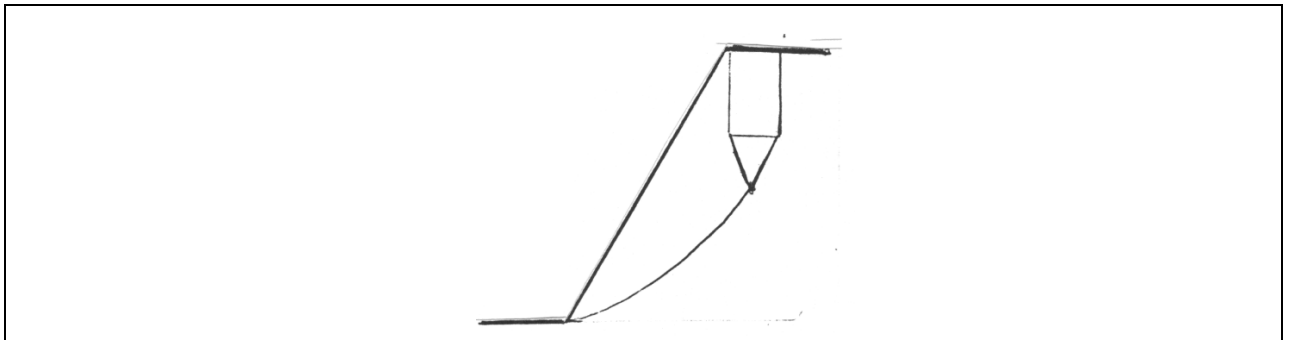
**Задача №4**

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



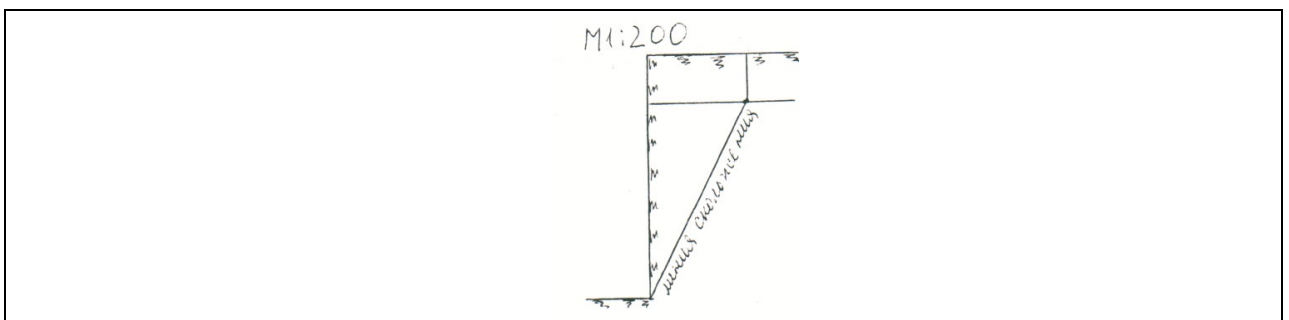
### Задача №5

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



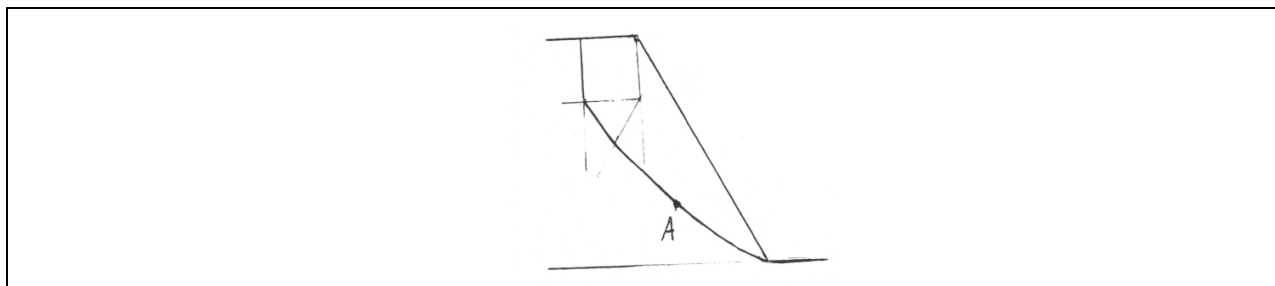
### Задача №6

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



**Задача №7**

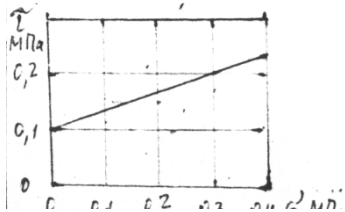
Удельный вес пород 30 кН/м<sup>3</sup>. Определить сопротивление пород сдвигу в точке А.  
Масштаб чертежа 1:200.



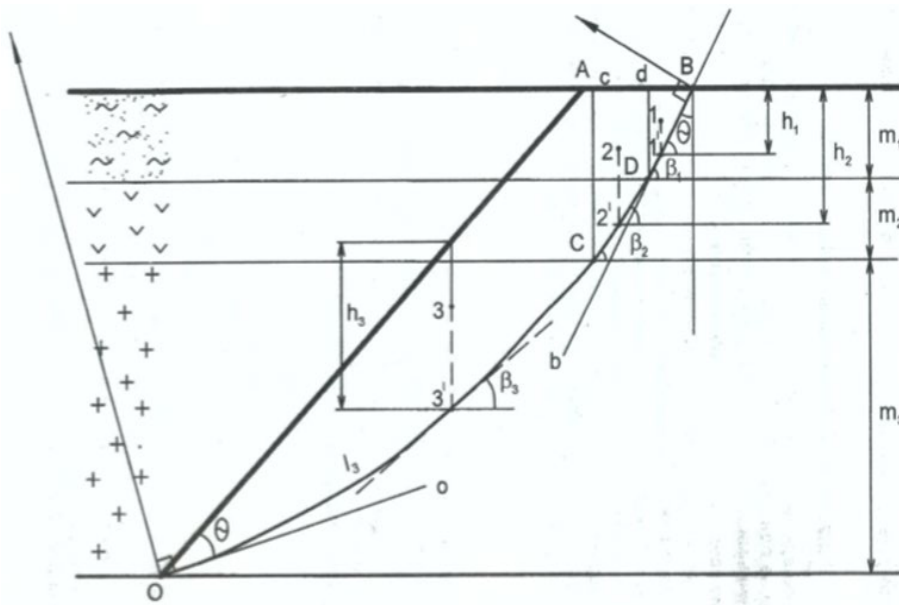
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<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>	<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><i>Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:</i></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>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<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 инженерно-геологические условия разработки месторождений, обосновывать параметры устойчивых откосов бортов и уступов карьеров, определять запас устойчивости откосов открытых горных выработок и отвалов</li> </ul>	<p>На чертеже дан паспорт прочности породы. Определить с помощью круга Моры величину наименьшего главного напряжения в точке массива, где наибольшее главное напряжение 0,4 МПа.</p> 
<p>Владеть:</p>	<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> </ul>	<p><b>Усреднение свойств пород в массиве</b>  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>, <math>\bar{\gamma}</math>.  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</p>

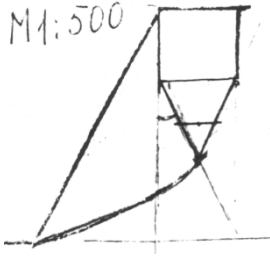


Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>- современными методами оценки устойчивости откосов уступов и бортов карьеров;</p>	<p>линию результирующего откоса ОА (рис. 2).</p>  <p>От точки А откладывают горизонтальное расстояние от верхней бровки, примерно равное <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> $\Theta' = 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \quad (5)$ <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>

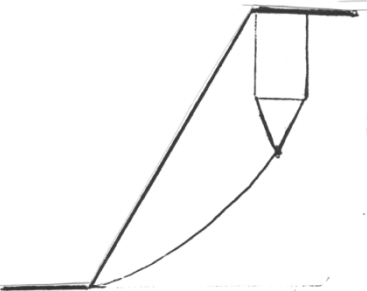
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Усредненное удельное сцепление</p> $\frac{\sum_{i=1}^n C_i * \ell_i}{\sum_{i=1}^n \ell_i} \quad (6)$ <p>где <math>C_i</math>- удельное сцепление в массиве тех пород, которые соответствуют 1-м отрезкам построенной линии скольжения, МПа;  <math>\ell_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> $\bar{\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i * \gamma_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (7)$ <p>где <math>m_i</math> - вертикальная мощность i-го слоя пород, м;  <math>\bar{\gamma}</math>- удельный вес пород i-го слоя, Н/м<sup>3</sup>;  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 - 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> $\sigma_i = \bar{\gamma}_i * h_i * \cos^2 \beta_i \quad (8)$

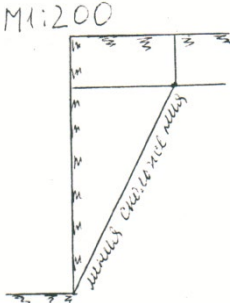
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>где <math>\bar{\gamma}_i</math> - средний удельный вес пород <math>i</math>-го блока Н/м<sup>3</sup></p> <p><math>h_i</math> - высота <math>i</math>-го блока, замеренная по вертикале, проходящей через проекции центров тяжести 1', 2', 3' м;</p> <p><math>\beta_i</math> - угол наклона линии скольжения в <math>i</math>-й точке <math>i</math>-го блока</p> <p>Удельный вес пород в каждом блоке должен быть усреднённым, если в него попадают различные слои</p> $\bar{\gamma}_i = \sum_{\gamma=1}^m \frac{f_{\gamma}}{f_i} * \gamma_{\gamma} \quad (9)$ <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> $\bar{\gamma} = \frac{f_{cCdD}}{f_{cDE}} * \gamma_2 + \frac{f_{cEdD}}{f_{cEDd}} * \gamma_1 \quad (10)$ <p>где <math>\gamma_2</math> - глинистые породы, Н/м<sup>3</sup>;  <math>\gamma_1</math> - песчано-глинистые породы, Н/м<sup>3</sup>.  Величина усредненного угла внутреннего трения</p> $\bar{\varphi} = \operatorname{arctg} \frac{\sum_{i=1}^n l_i * \sigma_i * \operatorname{tg} \varphi_i}{\sum_{i=1}^n l_i * \sigma_i} \quad (10)$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$\bar{\varphi} = \operatorname{arctg} \frac{\sum_{i=1}^n l_i \cdot \sigma_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i}{\sum_{i=1}^n l_i \cdot \sigma_i} \quad (10)$
<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>		
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><i>Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:</i></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 \text{ Н/м}^3</math>.</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><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> $\dot{H} = \frac{c}{K_{3y}}; \quad \varphi_p = \arctg \frac{tg \bar{\varphi}}{K_{3y}} \quad (12)$ <p>где <math>K_{3y}</math> - коэффициент запаса устойчивости, принятый в соответствии со сроком службы откоса</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$H_{90(p)} = \frac{2c_p}{\gamma} * ctg(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \quad (14)$
<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>		
<p>Знать:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Перечень нормативной документации по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ</li> <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>	<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 водопритокков к карьерам и дренажным системам</li> <li>8. Технические средства осушения</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<b>Выполнение теста</b>
<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>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>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> $F_{ri} = N_i * tg\varphi_i \quad (25)$ <p>Угол внутреннего трения принимают тот, который соответствует породам в основании вертикального блока.</p> <p>Длина линии скольжения <math>\ell</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> $F_{ci} = \ell_i * C_i \quad (26)$ <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 Т.</p> <p>Суммы сил определяют суммированием расчётных величин соответствующих граф табл. 4. Тогда коэффициент запаса устойчивости борта</p> $K_{зy} = \frac{\sum_{i=1}^n F_T + \sum_{i=1}^n F_c}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (28)$ <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 «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.