

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Горный факультет  
Кафедра Открытых горных работ

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Горный факультет

Авдеев Павел Борисович

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.42 Геомеханика открытых горных работ  
на 288 часа(ов), 8 зачетных(ые) единиц(ы)  
для направления подготовки (специальности) 21.05.04 - Горное дело

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г. №\_\_\_\_\_

Профиль – Открытые горные работы (для набора 2021)  
Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Формирование у студентов комплексного понятия о прочности, устойчивости и деформируемости массивов горных пород и горнотехнических объектов в условиях ведения открытых горных работ и способности принятия технических решений по параметрам устойчивых откосов, уступов и бортов карьера на основе информации о свойствах и состоянии горных массивов пород.

Задачи изучения дисциплины:

изучение основных методов и средств определения физико-механических свойств горных пород и нормативных документов по расчету параметров устойчивых откосов в различных горно-геологических и горнотехнических условиях

изучение основных положений теорий прочности горных пород, закономерностей формирования напряженного состояния массива вблизи открытых горных выработок, а также об изменении напряженно-деформированного состоянии массива при ведении открытых горных работ

изучение закономерностей, определяющих устойчивость бортов и откосов, факторов, определяющих устойчивость бортов карьеров и откосов отвалов, а также способов и средств обеспечения устойчивости бортов и откосов.

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин как "Физика", "Высшая математика", "Прикладная механика", а также имеет тесную логическую взаимосвязь с курсами специальных дисциплин "Физика горных пород", "Процессы открытых горных работ" и "Проектирование карьеров"

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы), 288 часов.

Виды занятий	Семестр 7	Семестр 8	Всего часов
Общая трудоемкость			288
Аудиторные занятия, в т.ч.	51	64	115
Лекционные (ЛК)	17	32	49
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0	0

Лабораторные (ЛР)	34	32	66
Самостоятельная работа студентов (СРС)	57	80	137
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-5	<p>ОПК-5.1. Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов;</p> <p>ОПК-5.2. Умеет пользоваться методами оценки состояния горных пород и управления горным массивом при добыче и переработке полезных ископаемых;</p> <p>ОПК-5.3. Владеет навыками решения производственных задач управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых на основе внедрения современных технологий.</p>	<p>Знать: основные положения теорий прочности горных пород, закономерности формирования силовых полей в массиве и закономерности, определяющих устойчивость бортов и откосов</p> <p>Уметь: пользоваться нормативными документами и стандартными методиками оценки состояния массивов горных пород при ведении открытых горных работ</p> <p>Владеть: навыками практического расчета параметров устойчивого откоса горных выработок в различных горно-геологических и горно-технологических условиях, а также практического определения механических свойств горных пород в лабораторных условиях</p>
ОПК-13	ОПК-13.1. Знает виды	Знать: основные виды технической

	<p>технической документации и основных отчетных документов, сроков предоставления и алгоритма формирования отчетов; ОПК-13.2. Способен корректировать и оперативно устранять нарушения производственных процессов, с учетом реальной ситуации; ОПК-13.2. Владеет навыками ведения документации и отчетности, анализа оперативных и текущих показателей производства, обоснования предложений по совершенствованию организации производства.</p>	<p>документации, касающейся мониторинга за геомеханическими процессами в массиве и ее использовании в проектировании</p> <p>Уметь: прогнозировать возникновение геомеханических нарушений на предприятии и оперативно принимать меры по их предотвращению.</p> <p>Владеть: навыками анализа геомеханического состояния массива горных пород, используя современные технологии его разупрочнения или повышения прочности.</p>
ПК-3	<p>ПК-3.1. Знает технику и технологию проведения проектирования технологических процессов, технологические комплексы, используемые на производстве, в частности системы диспетчерского управления, промышленного контроля и т.д., стандартные компьютерные программы для расчета технических средств и технологических решений.</p> <p>ПК-3.2. Умеет анализировать и обобщать опыт разработки технических и технологических проектов, использовать стандартные программные средства при проектировании производственных и технологических процессов в горной отрасли.</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками проектирования отдельных разделов технических и технологических проектов.</p>	<p>Знать: нормативные аналитические методики расчета параметров геомеханического состояния массива, применяемые методики и техническое обеспечение за сдвижением массивов при ведении открытых горных работ</p> <p>Уметь: анализировать и обобщать опыт разработки проектных решений при обосновании параметров устойчивых откосов при освоении месторождений открытым способом в различных горно-геологических условиях</p> <p>Владеть: навыками проектирования разделов геомеханического обоснования параметров устойчивых откосов выработок</p>

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Механические и деформационные свойства горных пород	Основные понятия геомеханики Механические свойства горных пород Деформационные свойства горных пород	52	8	0	16	28
	1.2	Массивы горных пород и их механические характеристики	Напряженное состояние горных пород в массиве Механические характеристики массивов горных пород Определение механических свойств горных пород в полевых и лабораторных условиях	54	9	0	16	29
2	2.1	Деформации бортов и уступов	Классификация деформаций карьерных откосов Характеристика деформаций карьерных откосов	20	8	0	2	10
	2.2	Устойчивость бортов и уступов в карьерах	Геологическая информация для геомеханических расчетов. Расчет устойчивости предельных параметров откосов на карьере. Аналитические методы расчета предельных параметров откосов. Параметры и технология формирования устойчивых отвалов.	66	14	0	18	34
	2.3	Обеспечение устойчивости карьерных откосов	Конструирование бортов карьера Горные работы в приконтурной зоне карьера Укрепление откосов	48	10	0	12	26

Итого	240	49	0	64	127
-------	-----	----	---	----	-----

### 3.2. Содержание разделов дисциплины

#### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Основные понятия геомеханики	Понятие геомеханики, основные геомеханические факторы и процессы. Цели и задачи геомеханики как горной науки. Геомеханическое обеспечение на горных предприятиях	2
	1.1	Механические свойства горных пород	Классификация горных пород по прочности. Напряженное состояние образца горных пород. Теории прочности и критерии разрушения. Критерий Кулона-Мора	2
	1.1	Деформационные свойства горных пород	Основные параметры упругости, пластические и реологические свойства горных пород. Влияние времени на устойчивость массивов горных пород.	2
	1.2	Напряженное состояние горных пород в массиве	Классификация массивов по сопротивляемости сдвигу. Напряженное состояние горных пород до проведения в них выработок и в бортах выработок	4
	1.2	Механические характеристик и массивов горных пород	Структура и нарушенность массивов, коэффициент структурного ослабления. Влияние поверхностей ослабления на свойства массива. Сцепление и угол внутреннего трения в образце и массиве горных пород. Показатель выхода керна.	2
	1.2	Определение механических свойств горных пород в полевых и лабораторных условиях	Классификация методов определения прочностных и деформационных свойств горных пород в образце и массиве. Лабораторные и полевые методы. Аналитические методы.	3

2	2.1	Классификация деформаций карьерных откосов	Допредельное, предельное и запредельное состояния массива. Классификация деформаций для открытых горных работ по Г.Л. Фисенко. Геомеханическая классификация крупномасштабных деформаций откосов	2
	2.1	Характеристика деформаций карьерных откосов	Обрушения, понятие, причины, основные схемы. Оползни, понятие и причины образования. Осыпания, просадки, оплывины, промоины.	6
	2.2	Геологическая информация для геомеханических расчетов	Требования к исходным данным для расчетов. Основные требования к геологической документации, планы и разрезы. Инженерно-геологические изыскания. Трещиноватость, изучение трещиноватости. Гидрогеологические исследования.	4
	2.2	Расчет устойчивости предельных параметров откосов на карьере	Положение в массиве потенциальной поверхности скольжения. Гипотетическая поверхность скольжения. Круглоцилиндрическая поверхность скольжения. Плоская поверхность скольжения. Коэффициент запаса устойчивости. Принципы расчета коэффициента запаса устойчивости методами алгебраического сложения сил и многоугольника сил.	4
	2.2	Аналитические методы расчета предельных параметров откосов	Принципы расчета предельных параметров откоса, расчет параметров по характеристикам сопротивления пород сдвигу. Определение ширины бермы безопасности в различных горно-геологических условиях.	2
	2.2	Параметры и технология формирования устойчивых отвалов.	Классификация отвалов вскрышных горных пород. Основные параметры отвала. Призма оползания. Виды деформаций откосов отвалов. Классификация отвалов и их деформируемость. Принципы расчета устойчивости отвалов.	4
	2.3	Конструирование	Горнотехнические и природные	4

		ние бортов карьера	факторы, влияющие на устойчивость. Принципы конструирования бортов. Рациональные профили борта карьера в различных условиях	
	2.3	Горные работы в приконтурной зоне карьера	Технология горных работ при заоткоске уступов. Экранирование законтурного массива. Заоткоска уступов в различных геологических условиях. Оборудование для контурного взрывания.	2
	2.3	Укрепление откосов	Способы укрепления карьерных откосов. Сваи, анкера, тросовые тяжи, подпорные стенки и контрофорсы. Принципы расчета поддерживающих сооружений. Упрочнение прибортовых массивов. Цементация, глинизация, силикатизация, битумизация, укрепление синтетическими смолами, осушение.	4

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Механические свойства горных пород	Определение предела прочности на одноосное сжатие Определение предела прочности на растяжение Определение предела прочности породы при срезе со сжатием	8
	1.1	Деформационные свойства горных пород	Определение деформационных свойств скальной горной породы при сжатии Определение деформационных свойств скальной горной породы по ее акустическим свойствам Определение прочностных и деформационных свойств дисперсных горных пород	8



	1.2	Напряженное состояние горных пород в массиве	Построение паспорта прочности горной породы по данным испытания на срез со сжатием Построение паспорта прочности горной породы аналитическим методом Расчет касательных и нормальных напряжений на произвольной площадке	8
	1.2	Механические характеристики и массивов горных пород	Определение реологических свойств горной породы Определение коэффициента структурного ослабления массива	4
	1.2	Определение механических свойств горных пород в полевых и лабораторных условиях	Определение коэффициента крепости горной породы Штамповые испытания дисперсных горных пород в полевых условиях	4
2	2.1	Характеристика деформаций карьерных откосов	Изучение механизмов возникновения обрушений и оползней.	2
	2.2	Геологическая информация для геомеханических расчетов	Построение карты трещиноватости массива горных пород	2
	2.2	Расчет устойчивости предельных параметров откосов на карьере	Построение плоской поверхности скольжения. Построение круглоцилиндрической поверхности скольжения Расчет коэффициента запаса устойчивости массива методом алгебраического сложения сил Расчет коэффициента запаса устойчивости методом многоугольника сил	10
	2.2	Аналитические методы расчета предельных параметров откосов	Определение предельных параметров устойчивых бортов в однородном массиве горных пород	4

	2.2	Параметры и технология формирования устойчивых отвалов.	Особенности расчета устойчивости откосов отвальных массивов	4
	2.3	Конструирование бортов карьера	Построение плоского и выпуклого профиля борта карьера	4
	2.3	Горные работы в приконтурной зоне карьера	Расчет параметров взрывных работ на конечном контуре карьера. Расчет параметров отрезной щели на конечном контуре карьера	4
	2.3	Укрепление откосов	Определение ширины бермы безопасности борта карьера Расчет параметров контрофорса	4

### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Связь геомеханики с другими науками. Механика грунтов. Понятие горных пород, массивов горных пород, образца. Свойства горных пород.	Составление опорного конспекта	4
	1.1	Зависимость прочности и деформируемости горных пород от состава, строения, структуры, нарушенности. Тензор гаппряжений. Деформация горных пород.	Составление опорного конспекта	12
	1.1	Деформационные свойства в геомеханических расчетах. Понятие модуля Юнга и коэффициента Пуассона. Модуль деформации. Реологические свойства	Составление опорного конспекта.	12

		массивов горных пород. Определение величины сцепления по параметрам деформации откоса.		
	1.2	Строение месторождений, формы рудных тел. Влияние геологического строения массивов на их устойчивость. Зависимость величины призмы возможного обрушения от угла откоса. Понятие специального предельного равновесия.	Составление опорного конспекта.	12
	1.2	Блочность массива. Модели типов блочности массивов скальных горных пород. Трещиноватость, понятие, классификация. Зеркальные и шероховатые контакты, их влияние на сцепление и угол внутреннего трения в массиве. Интегральный показатель сопротивления сдвигу в бортах сложенных породами с различными характеристиками. Определение качества скального грунта в массиве.	Составление опорного конспекта.	10
	1.2	Пробоотбор. Требования к образцам горных пород. Подготовка проб горных пород к испытаниям.	Составление опорного конспекта.	7
2	2.1	Природные и горнотехнические факторы деформирования карьерных откосов. Характеристика поверхностей ослабления	Составление опорного конспекта.	8

		массивов. Причины развития деформаций карьерных откосов.		
	2.1	Видимые проявления деформаций карьерных откосов. Причины обрушения уступов. Схемы обрушения в зависимости от формы поверхности скольжения. Влияние глины на оползневые процессы. Природные склоновые оползневые процессы. Выветривание горных пород, виды выветривания. Причины просадок на отвалах горных пород.	Составление опорного конспекта.	12
	2.2	Факторы влияющие на достоверность и надежность исходных данных. Принципы построения геологических планов и разрезов. Описание керна. Состав инженерно-геологических изысканий. Анализ влияния трещиноватости на устойчивость откосов.	Составление опорного конспекта.	6
	2.2	Потенциальная призма обрушения. Принципы построения круглоцилиндрической поверхности скольжения. Призматическая поверхность скольжения. Удерживающие и сдвигающие силы в массиве. Методы расчета коэффициента запаса устойчивости. Моделирование предельных параметров массива на ЭВМ.	Составление опорного конспекта.	14

	2.2	Влияние физико-механических свойств горных пород на угол и высоту откоса. Предельные параметры откоса. Устойчивость откоса. Схемы потенциально неустойчивых откосов.	Составление опорного конспекта.	8
	2.2	Технология отсыпки отвалов вскрышных пород. Гидроотвалы. Характеристика параметров отвалов. Понятие высокого отвала. Отвалы косогорного типа.	Составление опорного конспекта.	6
	2.3	Факторы влияющие на предельные параметры нерабочих бортов. Профили бортов карьера. Решения для придания нерабочему борту с заданной высотой предельного угла наклона. Влияние слоистости массивов на конструкцию бортов.	Составление опорного конспекта.	8
	2.3	Контурное взрывание, технология контурного взрывания. Конструкция контурных зарядов. Защитные щели, технология их устройства.	Составление опорного конспекта.	8
	2.3	Условия применения мероприятий по укреплению откосов. Оборудование и материалы для укрепления откосов и упрочнения массивов. Обоснование метода укрепления неустойчивого массива. Принципы расчета	Составление опорного конспекта.	10

		устойчивости поддерживающих сооружений. Своевременность укрепления откосов.		
--	--	---	--	--

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература**

###### **5.1.1. Печатные издания**

1. Макаров А.Б. Практическая геомеханика : пособие для горных инженеров. М: Горная книга, 2006. - 391 с.
2. Геомеханика: учеб.пособие / Каспарьян Эдуард Варужанович [и др.]. - М: Высшая школа, 2006. – 503 с.

###### **5.1.2. Издания из ЭБС**

1. Борщ-Компониец, В.И. Практическая механика горных пород. М: Горная книга, 2013.

##### **5.2. Дополнительная литература**

###### **5.2.1. Печатные издания**

1. Лабораторный практикум по дисциплине «Геомеханика" : учеб.-метод. пособие / Баклашов И.В. [и др.]. М: МГГУ, 2006. – 71 с.
2. Бабелло, В.А. Лабораторный практикум по дисциплинам «Механика грунтов» и "Геомеханика" / В. А. Бабелло. - Чита : ЗабГУ, 2016. – 112 с.

###### **5.2.2. Издания из ЭБС**

1. Гальперин, А.М. Геомеханика открытых горных работ. М: Горная книга, 2003. - Геомеханика открытых горных работ [Электронный ресурс]: Учебник для вузов / Гальперин А.М. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2003.

##### **5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Название	Ссылка

Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань».	<a href="https://e.lanbook.ru/">https://e.lanbook.ru/</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>

## **6. Перечень программного обеспечения**

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) Autodesk AutoCad 2015

2) Аскон Компас-3D LT

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для текущей аттестации	

## **8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных и лабораторных занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное выполнение заданий является важнейшим требованием и условием

формирования целостного и системного знания по дисциплине;

- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Методические указания обучающемуся по оформлению лабораторной работы

Состав заданий для лабораторной работы спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Оценки за выполнение лабораторных работ учитываются как показатели текущей успеваемости студентов.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- титульный лист;
- исходные данные лабораторной работы;
- последовательность выполнения;
- выводы.

Студенты, выполнившие лабораторную работу, составляют отчет, представляют его преподавателю и защищают.

Преподаватель оценивает отчет по конкретной работе как «зачет», «не зачет».

Студент, отсутствовавший на занятии, выполняет задание самостоятельно, консультируется у преподавателя.

Студент, выполнивший все лабораторные задания, представивший отчеты и получивший положительные оценки, допускается до экзамена по дисциплине.

Методические указания обучающемуся по самостоятельной работе

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- обработку данных, полученных в результате выполнения лабораторной работы, анализ результатов и написание отчета по лабораторной работе;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса.



Разработчик/группа разработчиков:  
Алексей Алексеевич Якимов

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.