

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 27 » сентября 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Геомеханика
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ специалитет
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 21.05.04 Горное дело
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Горные машины и оборудование (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: ознакомление студентов с основными теоретическими и практическими методами решения геомеханических проблем при подземном и открытом способе добычи полезных ископаемых, формирование навыков решения задач горного производства.

Задачи:

- формирование знаний о методах анализа физических явлений в массиве горных пород;
- формирование знаний о особенностях процессов физико-химического воздействия на состояние полезного ископаемого;
- формирование изучение параметров состояния породных массивов;
- формирование умения оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых;
- формирование умения проводить геомеханическую оценку месторождения;
- формирование умения определять нагрузки на конструкции подземных сооружений;
- формирование навыков владеть приемами работы с пространственно – геометрическими данными;
- формирование навыков геомеханического контроля состояния горных выработок и земной поверхности на всех стадиях освоения недр;
- формирование навыков разработки, обоснования и применения методов расчета и оценки устойчивости горных выработок;
- формирование навыков разработки нормативной документации по соблюдению требований безопасности при ведении горных работ.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- массив горных пород;
- подземные и поверхностные сооружения;
- механические свойства грунтов;
- природные и техногенные структурно – механические особенности массива горных пород;
- прочностные свойства горных пород;
- деформирование и разрушение горных пород.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК–1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает горно-геологические условия залегания полезных ископаемых, способы определения их механических свойств и использования в расчётах, методы расчёта устойчивости объектов горных работ, принципы рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, основные принципы строительства и эксплуатации подземных объектов с позиции их устойчивого состояния, IT-технологии	Знает горно-геологические условия залегания полезных ископаемых, объекты профессиональной деятельности, принципы рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, основные принципы строительства и эксплуатации подземных объектов, IT-технологии	Экзамен
ПК–1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет анализировать горно-геологические условия ведения горных работ, проводить контроль состояния устойчивости горных выработок, бортов карьеров, откосов, обрабатывать и интерпретировать результаты маркшейдерских наблюдений с целью контроля деформационных процессов с использованием IT-технологии.	Умеет анализировать горно-геологические условия, проводить контроль состояния, обрабатывать и интерпретировать результаты наблюдений при обосновании решений по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, в том числе с использованием IT-технологии	Отчёт по практическом у занятию
ПК–1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками расчёта напряжённо-деформированного состояния массива горных пород, оценки критического состояния подземных выработок и бортов карьеров с целью обоснования оптимальных их параметров для наиболее рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых	Владеет навыками проводить контроль состояния объектов профессиональной деятельности, обосновывать решения по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает методы проведения экспериментальных исследований по определению физико-механических свойств пород, законы исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и способы их использования	Знает объекты профессиональной деятельности, задачи исследований, методы проведения экспериментальных исследований	Экзамен
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет проводить обработку и анализ результатов экспериментов по определению физико-механических свойств и исходного напряженно-деформированного состояния массива горных пород.	Умеет проводить обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Отчёт по практическому занятию
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками проведения лабораторных экспериментов и полевых исследований, составления отчётов.	Владеет навыками проведения исследований объектов профессиональной деятельности, составления отчетов по выполненным исследованиям и разработкам	Отчёт по практическому занятию

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	52	52	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	56	56	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
Введение	1	0	0	2
Содержание и задачи дисциплины. Значение дисциплины в практической деятельности маркшейдерской и технологической служб горных предприятий. Современные отечественные и зарубежные центры изучения геомеханических проблем. Выдающиеся ученые России и других стран.				
Горные породы и их свойства	1	0	0	2
Механика горных пород как основа для изучения процессов напряженно-деформированного состояния горных массивов. Классификация горных пород по степени деформирования и разрушения. Структура пород и комплексов. Сплошность и трещиноватость, методы их определения. Крупные тектонические нарушения. Районирование территорий по нарушенности горных пород.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Природные и техногенные структурно-механические особенности массива горных пород	1	0	0	2
Основы механики твердого деформируемого тела. Тензор напряжений. Понятие о главных нормальных напряжениях. Физико-механические характеристики горных пород. Природные и техногенные структурно-механические особенности массива горных пород. Тензор де-формаций. Распределение упругих напряжений в горном массиве.				
Начальное напряженное состояние породных и грунтовых массивов	2	0	2	4
Гипотеза А.Н. Динника, ее соответствие с действительностью. Тектонические поля напряжений, их влияние на устойчивость конструктивных элементов систем разработки.				
Моделирование геомеханических процессов	1	0	2	4
Модели сплошных сред, их применение в расчетах горного давления. Упругая, жесткопластическая, упругопластическая и вязкоупругая модели сплошных сред. Основные определяющие управления этих моделей, структурные схемы. Примеры работы элементов выработок в рамках этих моделей.				
Условие предельного равновесия горных пород	1	0	2	4
Уравнения на наклонной площадке в случае плоского и объемного напряженного состояния, круг напряжений Мора, условия предельного равновесия горных пород. Критерий Хоека-Брауна.				
Деформируемость и прочность массивов	1	0	2	4
Деформационные и прочностные свойства горных пород. Реологические свойства. Определение физико-механических свойств пород в образце. Методы определения физико-механических свойств, применяемые приборы и оборудование. Определение необходимого числа испытаний. Переход от прочностных характеристик образца к характеристикам по-род в массиве.				
Деформирование и разрушение пород при объемном нагружении	2	0	4	4
Элементы механики разрушения горных пород. Лабораторные и натурные испытания образцов на прочность. Характер развития трещин в образцах и характер их разрушения. Результаты экспериментов Хоека, Бенявского, Ставрогина, Протосени, Шемякина. Необходи-мые приборы и оборудование. Элементы критериев Хоека-Брауна. Разрушение изотропных и трещиноватых пород.				
Механические свойства грунтов	1	0	4	4

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модуль упругости и модуль деформаций, пористость, объемный вес, коэффициент сжимаемости, коэффициент пластичности, природная и весовая влажность грунтов. Методы определения.				
Особенности механического состояния грунтовых массивов.	2	0	0	4
Компрессионная кривая. Одномерная задача уплотнения. Распределение напряжений в грунтовом массиве. Осадка консолидирующих грунтов. Давление грунта на подпорную стенку. Устойчивость земляных откосов.				
Устойчивость элементов открытых горных разработок	4	0	4	8
Коэффициент запаса устойчивости борта карьера, откоса, отвала. Построение наиболее напряженной поверхности скольжения. Расчеты устойчивости бортов в реальных горно-геологических условиях. Методы укрепления откосов и бортов карьеров.				
Геомеханические процессы вокруг выработок и подземных сооружений	4	0	4	8
Распределение упругих напряжений около одиночных выработок. Формулы для упругих напряжений для круглой выработки, особенности распределения напряжений в случае гидростатического и анизотропного исходного напряженного состояния. Формулы для упругих напряжений для эллиптической выработки. Формулы для разрушения пород вокруг одиночных выработок. Упругопластическое распределение напряжений вокруг одиночной выработки. Упругопластическое распределение напряжений вокруг одиночной выработки при условии пластичности Кулона-Мора. Определение радиуса зоны пластических деформаций. Образование зоны разрушения.				
Геомеханические процессы под влиянием горных работ	2	0	0	4
Основные параметры и элементы процесса сдвижения горных пород. Угловые и линейные параметры сдвижения.				
Методы изучения процесса сдвижений, обработка результатов наблюдений	1	0	0	2
Типы наблюдательных станций на поверхности и в шахтах. Методика инструментальных наблюдений. Расчет проекта наблюдательной станции. Вынос проекта в натуру и привязка станции к геодезическим пунктам. Обработка результатов наблюдений. Построение графиков.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 8-му семестру	24	0	24	56
ИТОГО по дисциплине	24	0	24	56

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Обработка результатов лабораторных экспериментов и построение паспорта прочности
2	Расчет упругих напряжений вокруг выработки круглого сечения
3	Расчет зон разрушения вокруг выработки круглого сечения при условии прочности Кулона-Мора
4	Определение наиболее напряженной поверхности в борту карьера плоского профиля
5	Определение коэффициента запаса устойчивости откоса методом алгебраического сложения сил и методом касательных напряжений

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

<p>Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.</p> <p>Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции.</p>

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически. 2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. 3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу. 4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Баклашов И. В. Геомеханика. Основы геомеханики. М. : Изд-во МГГУ, 2004. 208 с.	23
2	Геомеханика : учебное пособие для вузов / Каспарьян Э. В., Козырев А. А., Иофис М. А., Макаров А. Б. М. : Высш. шк., 2006. 503 с.	14
3	Николаевский В. Н. Геомеханика и флюидодинамика (с приложениями к проблемам газовых и нефтяных пластов). Москва : Недра, 1996. 447 с.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Булычев Н. С. Механика подземных сооружений : учебник для вузов. Москва : Недра, 1982. 272 с.	10
2	Геомеханика : учебное пособие для вузов / Каспарьян Э. В., Козырев А. А., Иофис М. А., Макаров А. Б. М. : Высш. шк., 2006. 503 с.	14
3	Кашников Ю. А., Ашихмин С. Г. Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья. Москва : Недра, 2007. 467 с.	2
4	Макаров А.Б. Практическая геомеханика : пособие для горных инженеров. М. : Горная кн., 2006. 391 с.	4
5	Певзнер М. Е., Иофис М. А., Попов В. Н. Геомеханика : учебник для вузов. Москва : Изд-во МГГУ, 2005. 438 с.	1
2.2. Периодические издания		
1	Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых : научный журнал. Новосибирск : Ин-т горн. дел СО РАН, 1965 - .	1
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Геомеханика : метод. указания / сост.: Ю. А. Кашников, С. В. Гладышев, С.Г. Ашихмин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 115 с.	20
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Кашников Ю. А., Ашихмин С. Г., Лебедева О. О. Прикладные задачи механики грунтов : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. 94 с. 6,0 усл. печ. л.	5

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Прикладные задачи механики грунтов	https://elib.pstu.ru/docview/5159	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ABINS.NET каф.СПМиТМ
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Surfer 11 GoldenSoftware (лиц.дог., сер.номер.)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
БД приложения ABINS.NET (Kontr71) каф.СПМиТМ	pstu.ru
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук, проектор, экран настенный, доска аудиторная	1
Практическое занятие	Ноутбук, проектор, экран настенный, доска аудиторная	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
"Геомеханика"
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	21.05.04 «Горное дело»
Направленность (профиль) образовательной программы	21.05.04.54 Горные машины и оборудование
Квалификация выпускника:	Специалитет
Выпускающая кафедра:	Горная электромеханика
Форма обучения:	Очная
Форма промежуточной аттестации	Экзамен

Пермь 2022 г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-го семестра базового учебного плана) и разбито на несколько учебных разделов. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Рубежный	Промежуточная аттестация Экзамен
Усвоенные знания			
З.1 Знает горно-геологические условия залегания полезных ископаемых, способы определения их механических свойств и использования в расчётах, методы расчёта устойчивости объектов горных работ, принципы рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых, основные принципы строительства и эксплуатации подземных объектов с позиции их устойчивого состояния, IT-технологии	ТО		ТВ
З.2 Знает методы проведения экспериментальных исследований по определению физико-механических свойств пород, законы исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и способы их использования			
Освоенные умения			
У.1 Умеет анализировать горно-геологические условия ведения горных работ, проводить контроль состояния устойчивости горных выработок, бортов карьеров,		ПЗ1	КЗ

<p>откосов, обрабатывать и интерпретировать результаты маркшейдерских наблюдений с целью контроля деформационных процессов с использованием ИТ-технологии.</p> <p>У.2 Умеет проводить обработку и анализ результатов экспериментов по определению физико-механических свойств и исходного напряженно-деформированного состояния массива горных пород.</p>			
Приобретенные владения			
<p>В.1 Владеет навыками расчёта напряжённно-деформированного состояния массива горных пород, оценки критического состояния подземных выработок и бортов карьеров с целью обоснования оптимальных их параметров для наиболее рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых</p> <p>В.2 Владеет навыками проведения лабораторных экспериментов и полевых исследований, составления отчётов.</p>		<p>ПЗ2 ПЗ3 ПЗ4 ПЗ5</p>	<p>КЗ</p>

ТО – теоретический опрос; ОЛР – отчет по лабораторной работе; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание).

Итоговой оценкой освоения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри тем дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль усвоения материала проводится в форме свободного теоретического опроса студентов по каждой теме в формате обсуждения и закрепления пройденного материала. А также текущий контроль проводится по двум тестам, которые предметно разбивают дисциплину на два смысловых блока в соответствии с контролируемыми результатами освоения дисциплины.

2.1.1. Тестирование

Тест состоит из 10 вопросов и задач с открытыми вариантами ответов.

2.1.1.1. Типовые вопросы на тестировании

1. Определите значения деформаций ϵ_x , ϵ_y , ϵ_z по закону Гука. Округлите до десятых по математическим правилам.

$$\sigma_x = 23 \text{ МПа}, \sigma_y = 51 \text{ МПа}, \sigma_z = 12 \text{ МПа}, E = 42 \text{ МПа}, \nu = 0.1$$

2. Паспорт прочности – это...

а. зависимость предельных разрушающих касательных напряжений от

действующих в горной породе нормальных напряжений, графически представляющая собой огибающую серии предельных кругов напряжений.

б. зависимость предельных разрушающих касательных напряжений от действующих в горной породе нормальных напряжений.

с. зависимость предельных разрушающих нормальных напряжений от действующих в горной породе касательных напряжений, графически представляющая собой огибающую серии предельных кругов напряжений.

д. круги напряжений Мора, полученные по результатам различных испытаний на прочность горных пород.

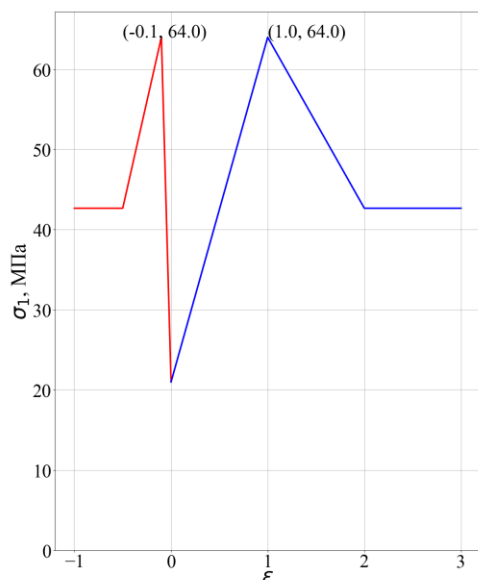
3. Определите величину горизонтального напряжения в мегапаскалях по гипотезе Итона

$$\nu = 0.3, H = 683\text{м}, \gamma = 0.028 \text{ МН/м}^3, \alpha = 0.9$$

4. Показатель паспорта прочности горной породы, равный углу наклона касательной к кривой паспорта прочности в данной точке – это...

- а. угол внутреннего трения
- б. сцепление
- с. предел прочности породы
- д. наиболее благоприятный угол разрушения

5. Определите значение модуля упругости (в Мегапаскалях), коэффициента Пуассона (кратно 0.1), предела прочности на сжатие (в Мегапаскалях), обжима (в Мегапаскалях).



2.2. Рубежный контроль

Промежуточный контроль для комплексного оценивания усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме очной защиты практических работ. По каждой практической работе имеется список из нескольких вопросов (с разным уровнем сложности) для самостоятельной подготовки к защите. Успешный результат защиты оценивается отметкой «зачтено» и

фиксируются в ведомость преподавателя.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано пять практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится только после того, как преподаватель поставил отметку «к защите» по результатам правильного выполнения практической работы. Защита практической работы проходит индивидуально с каждым студентом в очном формате. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы.

2.2.1.1. Типовые вопросы для самостоятельной подготовки к защите практической работы (на примере практической работы №1)

1. Что такое напряжение?
2. Тензор напряжений.
3. Размерность напряжений.
4. Понятие главных напряжений.
5. Главные площадки.
6. Интенсивность напряжений.
7. Что такое деформация?
8. Тензор деформаций.
9. Размерность деформации.
10. Как определяется деформация?
11. В каких осях строится паспорт прочности.
12. Для каких пород строится паспорт прочности?
13. Закон Гука

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются наличие конспекта по всем лекциям дисциплины, прохождение двух тестирований, успешная сдача всех практических работ, оформленный итоговый отчет со всеми практическими работами и краткой пояснительной запиской.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса для проверки усвоенных знаний и одно индивидуальное задания для проверки приобретенных умений и владений. Оценка уровня приобретенных умений и владений может быть проведена по результатам текущего и рубежного контроля (выполнения практических заданий).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине (для примера)

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Напряженно-деформированное состояние. Тензор напряжений
2. Тензор деформаций. Уравнения Коши.
3. Упругость горных пород. Закон Гука.
4. Условие предельного равновесия горных пород.
5. Пластичность горных пород. Идеально пластическая, упругопластическая и жесткопластическая модели.

Типовые вопросы и индивидуальные задания для контроля освоенных умений:

1. Исходное напряженное состояние. Методы определения.
2. Механические свойства грунтов. Компрессионные испытания.
3. Напряжения в насыщенных пористых средах. Эффективные напряжения. Коэффициент Био.
4. Условие предельного равновесия откоса.
5. Мониторинг деформированного состояния бортов и уступов. Требования точности при мониторинге.

Типовые вопросы и индивидуальные задания для контроля освоенных владений (исходные данные прилагаются):

1. Круг напряжений Мора. Механика разрушения горных пород по Кулону-Мору.
2. Определение физико-механических свойств вмещающих пород.
3. Определение физико-механических свойств пород в откосе после обрушения.
4. Расчет откосов методом алгебраического сложения сил. Коэффициент структурного ослабления.
5. Зоны разрушения вокруг выработки кругового сечения.

Пример экзаменационных билетов по дисциплине представлен в Приложении 1. Полный перечень теоретических вопросов и индивидуальных заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на кафедре.

2.3.2 Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов на экзамене для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1 Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

3.2 Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы.

**ПЕРМСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

*Кафедра маркшейдерского дела, геодезии и
геоинформационных систем (МДГиГИС)*

Дисциплина – Геомеханика

Направление – 21.05.04

Специализация – Горные машины и оборудование

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Напряженно-деформированное состояние. Тензор напряжений.
2. Исходное напряженное состояние. Методы определения.
3. Круг напряжений Мора. Механика разрушения горных пород по Кулону-Мору.

30 марта 2022 г.

Зав.кафедрой МДГиГИС
Кашников Ю.А.

**ПЕРМСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

*Кафедра маркшейдерского дела, геодезии и
геоинформационных систем (МДГиГИС)*

Дисциплина – Геомеханика

Направление – 21.05.04.05 Маркшейдерское дело

Специализация – Горные машины и оборудование

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

1. Тензор деформаций. Уравнения Коши.
2. Механические свойства грунтов. Компрессионные испытания.
3. Определение физико-механических свойств вмещающих пород.

30 марта 2022 г.

Зав.кафедрой МДГиГИС
Кашников Ю.А.