

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 27 » мая 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: _____ 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 21.05.05 Физические процессы горного или
нефтегазового производства
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Физические процессы горного или нефтегазового
производства (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний об основных закономерностях развития геомеханических процессов в массивах горных пород.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний о геомеханических процессах при добыче полезных ископаемых; законах исследования напряженно-деформированного состояния горных пород, грунтов, строительных материалов и конструкций; способах управления геомеханическими процессами при ведении подземных горных работ; методы исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов;

- формирование умений выполнять расчеты параметров технологических процессов добычи полезных ископаемых;

- формирование навыков проведения прочностного расчета элементов строительных конструкций и исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты: массив горных пород; элементы системы разработки; механические свойства горных пород; геомеханические процессы; методы изучения механических свойств горных пород; методы контроля напряженно-деформированного состояния 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	<p>Знает геологическое строение массивов горных пород; физико-химические и физико-механические свойства горных пород, грунтов и строительных материалов; геомеханические процессы вокруг горных выработок и подземных сооружений; естественное поле напряжений массива горных пород; физические и аналитические методы моделирования геомеханических процессов; методы исследования напряженного состояния массива горных пород и его изменений во времени.</p>	<p>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</p>	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	<p>Умеет определять необходимую мощность междупластья для оценки сближенности пластов; определять размеры породных целиков различного назначения, строить поперечные разрезы очистных выработок; определять степень нагружения целиков в условиях калийных рудников; определять допустимые прогибы слоев водозащитной толщи; определять параметры зоны смягчения; определять время устойчивого состояния кровли камер: умеет управлять состоянием массива горных пород с использованием анкерной и рамной крепи; рассчитывать нагрузки на крепь в</p>	<p>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</p>	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		горизонтальных выработках; рассчитывать напряжения в краевых частях угольного массива у прямоугольной очистной выработки, в пласте угля вблизи выработки небольшой ширины; выполнять приближенный расчет параметров опорного давления в лаве.		
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет методами исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов; методами геомеханического мониторинга состояния породного массива; методами прочностного расчета элементов строительных конструкций и исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов.	Владеет навыками проводить контроль состояния объектов профессиональной деятельности, обосновывать решения по рациональному и комплексному освоению месторождений полезных ископаемых	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает геомеханический мониторинг состояния массива горных пород и подземных сооружений; основные принципы обеспечения устойчивости выработок; методы определения допустимого пролета незакрепленных выработок; геомеханическое обоснование параметров крепления горных выработок и разработка планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду; принципы определения нагрузки на целики;	Знает нормативно правовые акты в области обеспечения безопасности ведения работ при добыче, переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений, включая обязательные требования охраны труда и безопасности производства, промышленной и экологической безопасности	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		методы расчета породных целиков; методы оценки и прогнозирования напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов.		
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет определять необходимую мощность междупластья для оценки сближенности пластов; определять размеры породных целиков различного назначения, строить поперечные разрезы очистных выработок; определять степень нагружения целиков в условиях калийных рудников; определять допустимые прогибы слоев водозащитной толщи; определять параметры зоны смягчения; определять время устойчивого состояния кровли камер: умеет управлять состоянием массива горных пород с использованием анкерной и рамной крепи; рассчитывать нагрузки на крепь в горизонтальных выработках; рассчитывать напряжения в краевых частях угольного массива у прямоугольной очистной выработки, в пласте угля вблизи выработки небольшой ширины; выполнять приближенный расчет параметров опорного давления в лаве.	Умеет использовать знания нормативно правовых актов в области обеспечения безопасности ведения работ при добыче, переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений, включая обязательные требования охраны труда и безопасности производства, промышленной и экологической безопасности	Отчёт по практическому занятию
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками выбора способа управления состоянием массива.	Владеет навыками разрабатывать необходимую техническую и нормативную	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			документацию, регламентирующую порядок, качество и безопасность выполнения работ и охрану труда, занятого на этих работах персонала	

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:	60	60	
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)	32	32	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	84	84	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 1. Основные понятия и определения геомеханики. Геологическое строение и свойства массивов горных пород.	3	0	6	14
Введение. Цель, предмет и сущность дисциплины. Основные понятия, термины и определения. Основные направления и задачи дисциплины. Объект и общая методология исследований в геомеханике. История развития геомеханики. Тема 1. Геологическое строение массивов горных пород. Геологическое строение массивов горных пород. Строение Земли и литосферы. Тектонические структуры земной коры и верхней мантии. Структурная неоднородность породных массивов. Блочная модель массива горных пород. Структурно-механические особенности массивов горных пород. При-родные и техногенные структурно-механические особенности массивов горных пород. Классификации массивов горных пород. Тема 2. Физико-химические и физико-механические свойства горных пород, грунтов и строительных материалов. Механические свойства пород и грунтов. Деформационные и прочностные свойства горных пород. Реологические свойства горных пород. Деформирование и разрушение горных пород при объемном нагружении. Методы оценки изменения физико-механических и физико-химических свойств горных пород под воздействием внешних факторов.				
Раздел 2. Геомеханические процессы вокруг горных выработок и подземных сооружений.	3	0	8	20
Тема 3. Геомеханические процессы вокруг капитальных горных выработок и подземных сооружений. Общие сведения о геомеханических процессах вокруг горных выработок. Особенности геомеханических процессов в окрестности забоя и сопряжений горных выработок. Геомеханические процессы вокруг подземных выработок и сооружений камерного типа. Тема 4. Геомеханические процессы в окрестности очистных выработок. Проявления горного давления в лавах. Особенности деформирования и разрушения непосредственной и основной кровли. Зоны концентрации напряжений и разгрузки в подстилающей толще. Тема 5. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями. Формирование нагрузки на крепь выработок от локальных вывалов и при сплошном сводообразовании. Формирование нагрузки в условиях совместного				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
деформирования крепи и массива.				
Раздел 3. Естественное напряженное состояние массивов горных пород. Техногенные поля напряжений. Методы моделирования напряженно-деформированного состояния горных пород.	3	0	2	8
Тема 6. Естественное поле напряжений массива горных пород. Гипотезы горного давления. Напряженное состояние верхней части земной коры. Гравитационная и тектоническая составляющая полного тензора напряжений массива горных пород. Распределение напряжений вокруг подготовительных и очистных выработок. Тема 7. Физические методы моделирования геомеханических процессов. Основные положения теории подобия. Метод центробежного моделирования. Метод эквивалентных материалов. Поляризационно-оптический метод моделирования. Тема 8. Аналитические методы моделирования геомеханических процессов. Математические модели массива горных пород. Приближенные методы вычисления параметров напряженно-деформированного состояния горных пород вокруг системы выработок.				
Раздел 4. Инструментальные методы изучения напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Геомеханический мониторинг состояния породных массивов.	3	0	0	4
Тема 9. Методы исследования напряженного состояния массива горных пород и его изменений во времени. Методы измерения статических напряжений. Методы измерения динамических напряжений. Методы диагностики и определения полного тензора начальных напряжений массива горных пород. Акустические и ультразвуковые методы исследования состояния массива. Акустическая эмиссия. Метод электрометрии. Сейсмические методы. Геофизическое исследование скважин. Тема 10. Геомеханический мониторинг состояния массива горных пород и подземных сооружений. Сущность и назначение работ по организации мониторинга. Автоматизированные системы геоконтроля состояния массива горных пород.				
Раздел 5. Оценка и прогнозирование напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов.	3	0	0	2
Тема 11. Предварительная оценка напряженно-деформированного состояния горных пород. Оценка напряженного состояния массива на основе				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>геологического и геотектонического анализа района. Оценка напряженного состояния массива на основе визуального об-следования горных выработок. Оценка напряженного состояния массива по дискванию керна в скважинах.</p> <p>Тема 12. Прогнозирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород и геомеханических процессов. Цель и основные задачи геомеханического прогнозирования. Сравнительно-геологический метод прогнозирования. Прогнозирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород на основе использования физического и математического моделирования.</p>				
Раздел 6. Оценка устойчивости незакрепленных горных выработок.	3	0	0	4
<p>Тема 13. Основные принципы обеспечения устойчивости выработок. Классификация горных пород по устойчивости. Устойчивость выработок проводимых в различных направлениях. Прогнозирование долговременной устойчивости выработок. Определение допустимого расстояния между двумя параллельными выработками.</p> <p>Тема 14. Определение допустимого пролета незакрепленных выработок. Определение предельных размеров обнажений незакрепленных выработок. Определение пролета камер исходя из гипотезы свода. Определение устойчивости обнажений при разработке наклонных и крутопадающих месторождений.</p>				
Раздел 7. Геомеханическое обоснование параметров крепления горных выработок и разработка планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду.	3	0	8	18
<p>Тема 15. Крепление горных выработок. Основные типы крепи. Определение категории устойчивости и выбор типа крепи горных выработок, проводимых в различных породах. Определение параметров крепей на основе глубинного упрочнения вмещающих пород. Определение параметров крепи регулируемого сопротивления.</p> <p>Тема 16. Определение нагрузки на крепь горных выработок. Определение нагрузки на крепь выработки в породах I категории устойчивости. Определение толщины монолитной бетонной крепи с использованием принципа «технологической податливости». Определение нагрузки на металлобетонную крепь. Определение нагрузок на крепь выработок камерного типа.</p> <p>Тема 17. Разработка планов мероприятий по</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду. Оценка состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по добыче полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. Мероприятия по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду.				
Раздел 8. Поддержание подработанного массива горных пород целиками.	3	0	8	14
Тема 18. Принципы определения нагрузки на целики. Взаимодействие целика с вмещающими породами. Напряженное состояние и несущая способность целика. Коэффициент нагружения целика. Запас прочности целиков. Тема 19. Методы расчета породных целиков. Расчет целиков по методу Турнера-Шевякова. Расчет целиков на основании гипотезы свода давления. Расчет целиков при наклонном и крутом падении рудных тел. Погашение целиков и ликвидация пустот.				
ИТОГО по 8-му семестру	24	0	32	84
ИТОГО по дисциплине	24	0	32	84

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение необходимой мощности междупластья для оценки сближенности пластов.
2	Определение размеров породных целиков различного назначения. Построение поперечного разреза очистных выработок.
3	Определение степени нагружения целиков в условиях калийных рудников.
4	Определение допустимых прогибов слоев водозащитной толщи.
5	Определение параметров зоны смягчения.
6	Определение времени устойчивого состояния кровли камер.
7	Управление состоянием массива горных пород с использованием анкерной крепи.
8	Управление состоянием массива горных пород с использованием рамной крепи.
9	Расчет нагрузок на крепь в горизонтальных выработках.
10	Расчет напряжений в краевых частях угольного массива у прямоугольной очистной выработки.
11	Расчет напряжений в пласте угля вблизи выработки небольшой ширины.
12	Приближенный расчет параметров опорного давления в лаве.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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.

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.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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, лабораторным работам 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	Зерцалов М. Г. Геомеханика. Введение в механику скальных грунтов : учебник. Москва : Изд-во АСВ, 2014. 349 с. 22,0 усл. печ. л.	2
2	Казикаев Д. М. Геомеханика подземной разработки руд : учебник для вузов. 2-е изд., стер. М. : Изд-во МГГУ, 2009. 542 с.	5
3	Певзнер М. Е., Иофис М. А., Попов В. Н. Геомеханика : учебник для вузов. Москва : Изд-во МГГУ, 2005. 438 с.	1
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Гальперин А. М. Геомеханика открытых горных работ : учебник для вузов. Москва : Изд-во МГГУ, 2003. 473 с.	6

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	Проскураков Н. М. Управление состоянием массива горных пород : учебник для вузов. Москва : Недра, 1991. 368 с.	16
4	Рыльникова М. В., Зотеев О. В. Геомеханика : учебное пособие для вузов. Москва : Руда и Металлы, 2003. 239 с.	5
5	Турчанинов И. А., Иофис М. А., Каспарьян Э. В. Основы механики горных пород. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Недра, 1989. 488 с.	22
2.2. Периодические издания		
1	Горный журнал : научно-технический и производственный журнал. Москва : Руда и металлы, 1825 - .	
2	Известия высших учебных заведений. Горный журнал. Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 1958 - .	
3	Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых : научный журнал. Новосибирск : Ин-т горн. дел СО РАН, 1965 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Баклашов И. В. Геомеханика Геомеханические процессы : учебник. Москва : Горная книга, 2004. 249 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lan3287	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Баклашов И. В. Геомеханика Основы геомеханики : учебник. Москва : Горная книга, 2004. 208 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lan3286	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Гальперин А. М. Геомеханика открытых горных работ : учебник для вузов. Москва : Изд-во МГГУ, 2003. 473 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lan3261	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Геомеханика : учебное пособие для вузов / Каспарьян Э. В., Козырев А. А., Иофис М. А., Макаров А. Б. М. : Высш. шк., 2006. 503 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-142614	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Турчанинов И. А., Иофис М. А., Каспарьян Э. В. Основы механики горных пород. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград : Недра, 1989. 488 с.	https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-142614	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	База знаний горняка	http://basemine.ru	сеть Интернет; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (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

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
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/
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Интерактивная доска	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Компьютер (ноутбук)	1
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Интерактивная доска	1
Практическое занятие	Компьютер (ноутбук)	1
Практическое занятие	Проектор	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:	21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
Направленность образовательной программы:	Физические процессы горного или нефтегазового производства
Направление подготовки:	21.05.04 Горное дело
Направленность образовательной программы:	Подземная разработка рудных месторождений
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Выпускающая кафедра:	«Разработка месторождений полезных ископаемых»
Форма обучения:	Очная
Курс: 4	Семестр: 8
Трудоёмкость:	
Кредитов по базовому учебному плану:	5 ЗЕ
Часов по базовому учебному плану:	180 ч.
Виды промежуточной аттестации:	
Экзамен: 8 семестр	

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 учебного плана) и разбито на 8 учебных модулей (разделов). В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении заданий практических работ и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			Итоговый
	Текущий	Рубежный		
	ТО	КР	ОПЗ	Экзамен
Усвоенные знания				
3.1. знает геологическое строение массивов горных пород	ТО1	КР1		ТВ
3.2. знает физико-химические и физико-механические свойства горных пород, грунтов и строительных материалов	ТО2	КР1		ТВ
3.3. знает геомеханические процессы вокруг горных выработок и подземных сооружений	ТО3- ТО5	КР2		ТВ
3.4. знает естественное поле напряжений массива горных пород	ТО6	КР3		ТВ
3.5. знает физические и аналитические методы моделирования геомеханических процессов	ТО7, ТО8	КР3		ТВ
3.6. знает методы исследования напряженного состояния массива горных пород и его изменений во времени	ТО9	КР4		ТВ
3.7. знает геомеханический мониторинг состояния массива горных пород и подземных сооружений	ТО10	КР4		ТВ
3.8. знает основные принципы обеспечения устойчивости выработок	ТО13	КР6		ТВ
3.9. знает методы определения допустимого пролета незакрепленных выработок	ТО14	КР6		ТВ
3.10. знает геомеханическое обоснование параметров крепления горных выработок и разработка планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду	ТО15, ТО16, ТО17	КР7		ТВ
3.11. знает принципы определения нагрузки на целики	ТО18	КР8		ТВ
3.12. знает методы расчета породных целиков	ТО19	КР8		ТВ
3.13. знает методы оценки и прогнозирования напряженно-деформированного состояния горных пород и	ТО11, ТО12	КР5		ТВ

грунтов				
Освоенные умения				
У.1 умеет определять необходимую мощность междупластья для оценки сближенности пластов			ОП31	ПЗ
У.2 умеет определять размеры породных целиков различного назначения, строить поперечные разрезы очистных выработок			ОП32	ПЗ
У.3 умеет определять степень нагружения целиков в условиях калийных рудников			ОП33	ПЗ
У.4 умеет определять допустимые прогибы слоев водозащитной толщи			ОП34	ПЗ
У.5 умеет определять параметры зоны смягчения			ОП35	ПЗ
У.6 умеет определять время устойчивого состояния кровли камер			ОП36	ПЗ
У.7. умеет управлять состоянием массива горных пород с использованием анкерной и рамной крепи.			ОП37,ОП38	ПЗ
У.8. умеет рассчитывать нагрузки на крепь в горизонтальных выработках.			ОП39	ПЗ
У.9 умеет рассчитывать напряжения в краевых частях угольного массива у прямоугольной очистной выработки, в пласте угля вблизи выработки небольшой ширины			ОП310, ОП311	ПЗ
У.10. умеет выполнять приближенный расчет параметров опорного давления в лаве			ОП312	ПЗ
Приобретенные владения				
В.1 владеет методами исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов			ОП31-ОП37	ПЗ
В.2. владеет методами геомеханического мониторинга состояния породного массива			ОП31-ОП37	ПЗ
В.3 владеет навыками выбора способа управления состоянием массива			ОП31-ОП37	ПЗ
В.4. владеет методами прочностного расчета элементов строительных конструкций и исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов			ОП31-ОП37	ПЗ

ТО1- ТО18 – теоретический опрос;

КР1-КР8– рубежная контрольная работа;

ОП31-ОП39 – отчет по практической работе;

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом 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, рефератов, эссе и т.д.

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

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме (ТО1-ТО19). Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ (ОЛР), защиты практических заданий (ОПЗ) и рубежных контрольных работ (КР) (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических заданий

Всего запланировано 7 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД. Каждый студент получает индивидуальное задание, включающее набор показателей, характеризующих условия ведения горных работ, механические свойства пород и т.д. В результате выполнения типовых работ практических занятий и самостоятельного анализа и обобщения полученных результатов для своих горно-геологических условий студент определяет безопасные условия ведения горных и горно-строительных работ. Защита практического задания проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 8 рубежных контрольных работ (КР1) после освоения студентами учебного модуля дисциплины.

Типовые вопросы первой рубежной контрольной работы К1 по разделу 1 «Основные понятия и определения геомеханики. Геологическое строение и свойства массивов горных пород»:

1. Какие природные и техногенные структурно-механические особенности массивов горных пород вы знаете?
2. Приведите классификацию массивов горных пород.
3. Перечислите реологические свойства горных пород.
4. Перечислите методы оценки изменения физико-механических свойств горных пород под воздействием внешних факторов
5. Перечислите методы оценки изменения физико-химических свойств горных пород под воздействием внешних факторов.

Типовые вопросы второй рубежной контрольной работы К2 по разделу 2 «Геомеханические процессы вокруг горных выработок и подземных сооружений»:

1. Геомеханические процессы запредельного деформирования и разрушения.
2. Какие особенности геомеханических процессов возникают в окрестности забоя и сопряжений горных выработок.

3. Перечислите и охарактеризуйте зоны концентрации напряжений и разгрузки в подстилающей толще.

4. Как проявляется горное давление в лавах? Приведите схему.

5. Сформулируйте формирование нагрузки на крепь выработок от локальных вывалов и при сплошном сводообразовании. Приведите схему.

Типовые вопросы третьей рубежной контрольной работы К3 по разделу 3 «Естественное напряженное состояние массивов горных пород. Техногенные поля напряжений. Методы моделирования напряженно-деформированного состояния горных пород»:

1. Перечислите гипотезы горного давления.

2. Перечислите основные положения теории подобия.

3. Охарактеризуйте метод центробежного моделирования.

4. Охарактеризуйте метод эквивалентных материалов.

5. Перечислите и охарактеризуйте математические модели массива горных пород.

Типовые вопросы четвертой рубежной контрольной работы К4 по разделу 4 «Инструментальные методы изучения напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Геомеханический мониторинг состояния породных массивов»:

1. Перечислите и охарактеризуйте методы измерения статических напряжений.

2. Перечислите и охарактеризуйте методы измерения динамических напряжений.

3. Перечислите и охарактеризуйте сейсмические методы.

4. Укажите сущность и назначение работ по организации мониторинга.

5. Приведите автоматизированные системы геоконтроля состояния массива горных пород.

Типовые вопросы пятой рубежной контрольной работы К5 по разделу 5 «Оценка устойчивости незакрепленных горных выработок»:

1. Приведите классификацию горных пород по устойчивости.

2. Как определить допустимое расстояние между двумя параллельными выработками.

3. Как определить предельные размеры обнажений незакрепленных выработок.

4. Как определить пролет камер исходя из гипотезы свода.

5. Как определить устойчивости обнажений при разработке наклонных и крутопадающих месторождений.

Типовые вопросы шестой рубежной контрольной работы К6 по разделу 6 «Геомеханическое обоснование параметров крепления горных выработок и разработка планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду»:

1. Как определить параметры крепей на основе глубинного упрочнения вмещающих пород.

2. Как определить параметры крепи регулируемого сопротивления.

3. Как определить нагрузку на крепь выработки в породах I категории устойчивости.

4. Как определить толщину монолитной бетонной крепи с использованием принципа «технологической податливости».

5. Какие мероприятия по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду вы знаете?

Типовые вопросы седьмой рубежной контрольной работы К7 по разделу 7 «Поддержание подработанного массива горных пород целиками»:

1. Взаимодействие целика с вмещающими породами.

2. Дайте определение коэффициенту нагружения целика.

3. Дайте определение запасу прочности целиков.

4. Охарактеризуйте метод Турнера-Шевякова.

5. Какие методы погашения целиков и ликвидация пустот вы знаете.

Типовые вопросы восьмой рубежной контрольной работы К8 по разделу 8 «Исследование напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов»:

1. Проведите оценку напряженного состояния массива на основе геологического и геотектонического анализа района.
2. Проведите оценку напряженного состояния массива на основе визуального обследования горных выработок.
3. Проведите оценку напряженного состояния массива по дискованию керн в скважинах.
4. В чем заключается суть сравнительно-геологический метода прогнозирования.
5. В чем заключается суть прогнозирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород на основе использования математического моделирования.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной (промежуточной) контрольной работы приведены в общей части ФОС программы специалитета.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, в 8-ом семестре проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические 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

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Структурная неоднородность породных массивов. Блочная модель массива горных по-род.
2. Классификации массивов горных пород
3. Геомеханические процессы вокруг подземных выработок и сооружений камерного типа.
4. Проявления горного давления в лавах.
5. Формирование нагрузки в условиях совместного деформирования крепи и массива.
6. Распределение напряжений вокруг подготовительных и очистных выработок.
7. Поляризационно-оптический метод моделирования.
8. Приближенные методы вычисления параметров напряженно-деформированного состо-яния горных пород вокруг системы выработок.
9. Геофизическое исследование скважин.
10. Автоматизированные системы геоконтроля состояния массива горных пород.
11. Прогнозирование долговременной устойчивости выработок. Определение допустимого расстояния между двумя параллельными выработками.
12. Определение устойчивости обнажений при разработке наклонных и крутопадающих месторождений.
13. Определение параметров крепи регулируемого сопротивления.
14. Определение нагрузки на металлобетонную крепь. Определение нагрузок на крепь выработок камерного типа.
15. Запас прочности целиков.
16. Погашение целиков и ликвидация пустот.
17. Оценка напряженного состояния массива по дискованию керн в скважинах.

18. Прогнозирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород на основе использования физического и математического моделирования

19. Общие сведения о геомеханических процессах вокруг горных выработок. Характеристика формирования зон допредельного деформирования и запредельного деформирования и разрушения.

20. Гравитационная и тектоническая составляющая полного тензора напряжений массива горных пород. Распределение напряжений вокруг подготовительных и очистных выработок.

21. Геомеханический мониторинг состояния массива горных пород и подземных сооружений. Сущность и назначение работ по организации мониторинга. Автоматизированные системы геоконтроля состояния массива горных пород.

22. Классификация горных пород по устойчивости. Зависимость устойчивости выработок от ориентировки поля напряжений ненарушенного массива и направления проходки относительно простирания рудных тел. Виды целиков. Взаимодействие целика с вмещающими породами. Напряженное состояние и несущая способность целика. Коэффициент нагружения целика. Запас прочности целиков. Расчет целиков по методу Турнера-Шевякова.

23. Погашение целиков и ликвидация пустот.

24. Классификация горных ударов. Условия возникновения горных ударов и представления об их механизме.

25. Прогноз внезапных выбросов пород и газа.

Типовые практические задания для контроля приобретенных умений и владений:

1. Определить оптимальную ширину ленточного междукамерного целика при камерной разработке сальвинитового пласта в аномальных геологических условиях для заданных условий.

2. Определить оптимальную ширину ленточного междукамерного целика при камерной разработке сальвинитового пласта в нормальных геологических условиях для заданных условий.

3. Определить оптимальную ширину междукамерного целика квадратной формы при камерной разработке сальвинитового пласта в нормальных геологических условиях для заданных условий.

3. Осуществить прогноз возможности проявления горных ударов в процессе отработки полезного ископаемого в скальных породах. Определить критическую глубину. Заданы: коэффициент концентрации напряжений вокруг выработок, объемный вес вышележащих пород, прочность вмещающих пород. Поле напряжений в рассматриваемом массиве относится к гравитационному типу.

4. Определить оптимальные параметры анкерной крепи для одиночной подготовительной выработки исходя из гипотезы свода давления проф. Протоdjeяконова. Заданы ширина выработки по кровле и прочность пород кровли при одноосном сжатии.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей 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 обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции*

обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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 образовательной программы.

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