МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Физические процессы при добыче полезных ископаемых

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта**

Учебный план 210505_26_1 фпгнп г.plx
Специальность 21.05.05 - РФ, 630004 - КР Физические процессы горного или нефтегазового производства_ Специализация "Физические процессы горного производства"

Квалификация **специалист**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 144

самостоятельная работа 71,6

Виды контроля в семестрах:

зачет с оценкой 6,7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**6 (3.2)**		**7 (4.1)**		Итого	
Недель	18		18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36	72	72
Практические	36	36	36	36	72	72
Контактная работа в период теоретического обучения	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4
В том числе в форме практ.подготовки	4	4			4	4
Итого ауд.	72	72	72	72	144	144
Контактная работа	72,2	72,2	72,2	72,2	144,4	144,4
Сам. работа	35,8	35,8	35,8	35,8	71,6	71,6
Итого	108	108	108	108	216	216

Программу составил(и):
к.т.н., доцент, Савинков Василий Дмитриевич _____
преподаватель, Фёдорова Наталья Владимировна _____

Рецензент(ы):
Бишкек Центральный аппарат Министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики, начальник Управления регулирования промышленной безопасности, Гильфанов Ильдар Вазифович _____

Согласовано РОП: Физические процессы горного или нефтегазового производства Фёдорова Н.В. _____

Рабочая программа дисциплины
Физические процессы при добыче полезных ископаемых

разработана в соответствии с ФГОС 3++:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 981)

составлена на основании учебного плана:

Специальность 21.05.05 - РФ, 630004 - КР Физические процессы горного или нефтегазового производства
Специализация "Физические процессы горного производства"
утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании
Высшей школы Пртродопользования, мехатроники и транспорта

Протокол от 02.09. 2026 г. № 1
Срок действия программы: 2026-2031 уч.г.
Руководитель подразделения: Алсеитов Мирлан Тилегенович

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Физические процессы при добыче полезных ископаемых

наименование дисциплины

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Целью освоения дисциплины «Физические процессы при добыче полезных ископаемых» является формирование у обучающихся системного представления о физических закономерностях процессов, протекающих в горных породах, массивах и горнотехнических системах при разработке месторождений полезных ископаемых, а также приобретение знаний и практических умений, необходимых для анализа, расчёта, прогнозирования и управления параметрами технологических процессов горного производства с учётом требований эффективности, промышленной и экологической безопасности. Дисциплина направлена на формирование профессионального инженерного подхода к исследованию физических процессов, сопровождающих добычу полезных ископаемых, включая механические, геомеханические, динамические, волновые, гидрогазодинамические, тепловые, электромагнитные и физико-химические процессы. Особое внимание уделяется установлению взаимосвязи между физическими свойствами горных пород, состоянием массива, параметрами внешнего и технологического воздействия и эффективностью применяемых технологий добычи полезных ископаемых.
1.2	Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих задач: изучение физических свойств горных пород и закономерностей изменения их состояния под воздействием природных и техногенных факторов; изучение закономерностей деформирования и разрушения горных пород и массивов; изучение динамических, колебательных и волновых процессов, возникающих при ведении горных работ; формирование представлений о физических основах механического, взрывного, гидравлического, теплового, электромагнитного и физико-химического воздействия на горные породы; формирование умений определять и рассчитывать основные физические параметры процессов добычи полезных ископаемых; освоение методов анализа и прогнозирования состояния массива горных пород при технологических воздействиях; формирование умений оценивать влияние физических процессов на промышленную и экологическую безопасность горного производства; освоение экспериментальных, расчётно-аналитических и компьютерных методов исследования физических процессов; формирование способности использовать результаты исследований и расчётов для обоснования и корректировки технологических параметров горного производства; формирование навыков принятия инженерных решений при организации и планировании технологических процессов с учётом физических закономерностей их протекания.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.1
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Б1.О.2.04. Физика
2.1.2	Б1.О.2.05. Химия
2.1.3	Б1.О.2.09. Гидромеханика
2.1.4	Б1.О.2.08. Теоретическая и прикладная механика
2.1.5	Б1.О.2.12. Геология
2.1.6	Б1.В.2.01. Физика горных пород
2.1.7	Б1.В.1.08. Гидрогеология и инженерная геология
2.1.8	Информатика (Модуль цифровых компетенций (Digital))
2.1.9	Б1.О.1.05. Безопасность жизнедеятельности
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Б1.В.1.09. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело
2.2.2	Б1.В.1.05. Комплексное освоение минеральных ресурсов
2.2.3	Б1.В.2.02. Геотехнология
2.2.4	Б1.В.1.ДВ.01.01. Проектирование разработки полезных ископаемых традиционными способами
2.2.5	Б2.О.05(П). Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности 1
2.2.6	Б2.О.06(Пд). Преддипломная практика
2.2.7	Б2.В.01(П). Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности 2
2.2.8	Б3.О.03(Д). Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-4: Способность разрабатывать оперативный план и проводить организационные работы в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	
Знать:	
Уровень 1	Основные принципы оперативного планирования технологических процессов горного производства и состав исходных физико-технических данных.

Уровень 2	Методы расчёта и прогнозирования параметров физических и технологических процессов, необходимых для оперативного планирования горных работ.
Уровень 3	Принципы разработки и корректировки оперативных решений с учётом изменения физического состояния массива, горно-геологических условий, технологических параметров, производственных ограничений и требований безопасности.
Уметь:	
Уровень 1	Использовать исходные данные о свойствах горных пород, состоянии массива и параметрах технологических процессов при решении задач оперативного планирования.
Уровень 2	Выполнять физико-технические расчёты, необходимые для обоснования параметров и последовательности выполнения производственных операций.
Уровень 3	Разрабатывать и корректировать оперативные решения на основе результатов расчётов, мониторинга и моделирования физических процессов; обосновывать организационно-технические мероприятия при изменении производственных условий.
Владеть:	
Уровень 1	Методами подготовки и систематизации физико-технической информации для решения задач оперативного планирования.
Уровень 2	Методами расчётного и аналитического обоснования параметров технологических процессов и организационно-технических решений.
Уровень 3	Методами комплексного обоснования и корректировки оперативных планов с использованием результатов физико-технических расчётов, мониторинга и моделирования процессов горного производства.

ПК-3: Способен организовать работу производства в процессе решения конкретных профессиональных задач в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	
Знать:	
Уровень 1	Основные технологические процессы горного производства и физические закономерности, определяющие условия их осуществления.
Уровень 2	Принципы взаимосвязи параметров технологических процессов, характеристик горных пород, состояния массива, применяемого оборудования и условий производства.
Уровень 3	Принципы организации технологических процессов с учётом результатов физико-технических расчётов, мониторинга состояния массива, требований эффективности, надёжности и безопасности горного производства.
Уметь:	
Уровень 1	Анализировать исходные горно-геологические и физико-технические данные, необходимые для решения профессиональных производственных задач.
Уровень 2	Определять последовательность выполнения технологических операций с учётом физических характеристик пород, состояния массива и параметров технологического воздействия.
Уровень 3	Организовывать выполнение производственных задач на основе результатов расчётов и моделирования физических процессов; принимать инженерные решения при изменении горно-геологических и технологических условий.
Владеть:	
Уровень 1	Методами сбора, систематизации и первичного анализа исходной информации о физических и технологических параметрах горного производства.
Уровень 2	Методами инженерного обоснования параметров и последовательности выполнения технологических процессов.
Уровень 3	Методами комплексного принятия и обоснования организационно-технических решений с учётом физического состояния массива, технологических ограничений и требований безопасности.

ПК-2: Способен выполнять работы по контролю экологической и промышленной безопасности работ при проведении технологических процессов производства в соответствии с требованиями по разработке полезных ископаемых	
Знать:	
Уровень 1	Основные физические факторы опасности при ведении горных работ; природу механических, динамических, сейсмических, вибрационных, тепловых, гидрогазодинамических и иных воздействий.
Уровень 2	Закономерности формирования опасных состояний массива горных пород; физические предпосылки потери устойчивости, разрушения, горных ударов, динамических проявлений горного давления, пыле- и газовыделения, изменения гидрогеологических и температурных условий.
Уровень 3	Методы мониторинга, прогнозирования и оценки опасных физических процессов; физические основы мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций и снижению техногенного воздействия горного производства на окружающую среду.
Уметь:	
Уровень 1	Идентифицировать опасные физические процессы и факторы, возникающие при разработке месторождений полезных ископаемых.

Уровень 2	Оценивать параметры опасных процессов, анализировать состояние массива и определять отклонения контролируемых физических параметров от допустимых значений.
Уровень 3	Обосновывать инженерно-технические мероприятия по снижению воздействия опасных физических факторов; использовать результаты мониторинга и расчётов при оценке промышленной и экологической безопасности технологических процессов.
Владеть:	
Уровень 1	Методами контроля основных физических параметров состояния горных пород, массива и производственной среды
Уровень 2	Методами обработки и интерпретации результатов наблюдений, измерений и экспериментальных исследований для оценки безопасности горных работ.
Уровень 3	Методами комплексной оценки, прогнозирования и контроля опасных физических процессов и обоснования мероприятий по повышению промышленной и экологической безопасности.

ПК-1: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	
Знать:	
Уровень 1	Основные физические свойства горных пород и минералов; физическую сущность процессов, протекающих в горных породах и массивах при добыче полезных ископаемых; основные механические, геомеханические, волновые, тепловые, гидрогазодинамические, электромагнитные и физико-химические процессы горного производства.
Уровень 2	Закономерности изменения состояния горных пород и массива под воздействием природных и техногенных факторов; взаимосвязь физико-механических свойств пород с параметрами технологических процессов; физические основы механического, взрывного, гидравлического, теплового и физико-химического воздействия на горные породы.
Уровень 3	Методы анализа, расчёта, моделирования и прогнозирования физических процессов горного производства; закономерности управления параметрами технологических процессов на основе оценки состояния массива и результатов физико-технических расчётов.
Уметь:	
Уровень 1	Определять основные физические и физико-механические характеристики горных пород; выявлять физические процессы, определяющие протекание конкретного технологического процесса.
Уровень 2	Выполнять расчёты параметров физических процессов при добыче полезных ископаемых; анализировать влияние свойств пород, горно-геологических условий и внешних воздействий на показатели технологического процесса.
Уровень 3	Обосновывать и корректировать параметры технологических процессов на основании результатов расчётов, экспериментальных исследований и моделирования; выбирать рациональные способы физического воздействия на массив применительно к конкретным горно-геологическим условиям.
Владеть:	
Уровень 1	Методами определения и анализа физических и физико-механических характеристик горных пород.
Уровень 2	Методами инженерного расчёта и анализа физических параметров технологических процессов добычи полезных ископаемых.
Уровень 3	Методами комплексного обоснования, моделирования и корректировки технологических параметров на основе физических закономерностей процессов горного производства.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	Уровень 1. Основные физические свойства горных пород и минералов; физическую сущность и основные закономерности механических, геомеханических, динамических, волновых, гидрогазодинамических, тепловых, электромагнитных и физико-химических процессов, протекающих в горных породах и массивах при добыче полезных ископаемых.
3.1.2	Уровень 2. Закономерности изменения состояния массива горных пород под воздействием природных и техногенных факторов; взаимосвязь физико-механических свойств пород, горно-геологических условий и параметров технологических процессов; физические основы обеспечения промышленной и экологической безопасности горного производства.
3.1.3	Уровень 3. Методы исследования, расчёта, моделирования, мониторинга и прогнозирования физических процессов горного производства; принципы обоснования, управления и корректировки параметров технологических процессов, организации и оперативного планирования горных работ с учётом состояния массива, эффективности и требований безопасности.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	Уровень 1. Определять и анализировать основные физические и физико-механические характеристики горных пород; выявлять физические процессы и факторы, влияющие на состояние массива и параметры технологических процессов.

3.2.2	Уровень 2. Выполнять расчёты параметров физических и технологических процессов; анализировать влияние свойств горных пород, состояния массива и горно-геологических условий на эффективность и безопасность горных работ; обрабатывать и интерпретировать результаты измерений и наблюдений.
3.2.3	Уровень 3. Использовать результаты расчётов, экспериментальных исследований, мониторинга и моделирования для обоснования и корректировки параметров технологических процессов, оценки и прогнозирования опасных состояний массива, разработки организационно-технических решений и оперативного планирования горных работ.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	Уровень 1. Определения, систематизации и анализа физических, физико-механических и технологических параметров, характеризующих свойства горных пород, состояние массива и условия ведения горных работ.
3.3.2	Уровень 2. Выполнения инженерных расчётов, обработки и интерпретации экспериментальных данных, оценки параметров физических процессов и их влияния на эффективность, промышленную и экологическую безопасность технологических процессов.
3.3.3	Уровень 3. Комплексного анализа, моделирования и прогнозирования физических процессов горного производства; обоснования и корректировки технологических параметров; принятия организационно-технических решений и разработки оперативных мероприятий с учётом горно-геологических условий, состояния массива и требований безопасности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Физические свойства и состояние горных пород и массивов							
1.1	Предмет, задачи и структура дисциплины. Физические процессы при добыче полезных ископаемых /Лек/	6	2	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.2	Горная порода и массив как физические системы. Структура, текстура, трещиноватость /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.3	Плотностные, пористостные и структурные свойства горных пород /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.4	Механические и деформационные свойства горных пород /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.5	Влияние влажности, температуры, давления и трещиноватости на свойства пород /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.6	Методы определения и оценки физических свойств горных пород /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.7	Расчёт плотности, пористости и влажности горных пород /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.8	Определение упругих характеристик горных пород /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.9	Расчёт прочностных характеристик горных пород /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.10	Построение и анализ диаграмм деформирования пород /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.11	Оценка влияния природных факторов на физические свойства пород /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

1.12	Комплексная оценка свойств пород применительно к условиям разработки месторождения /Пр/	6	2	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		1	
1.13	Сравнительный анализ физико-механических характеристик основных типов горных пород. Подготовка расчётно-аналитического задания по модулю /Ср/	6	12	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	Раздел 2. Механические и геомеханические процессы в массиве горных пород							
2.1	Естественное напряжённое состояние массива горных пород /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.2	Техногенное изменение напряжённо-деформированного состояния массива /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.3	Закономерности деформирования горных пород и массивов /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.4	Критерии прочности и условия разрушения горных пород /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.5	Трещинообразование, зоны разрушения и перераспределение напряжений /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.6	Устойчивость массива и управление геомеханическими процессами /Лек/	6	2	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.7	Определение напряжений в массиве горных пород /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.8	Расчёт деформаций массива /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.9	Оценка прочности пород по основным критериям разрушения /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.10	Расчёт параметров зон трещинообразования и разрушения /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.11	Оценка устойчивости элементов массива /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		1	
2.12	Анализ геомеханической ситуации и обоснование инженерного решения /Пр/	6	2	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.13	Факторы формирования напряжённого состояния массива. Анализ геомеханических нарушений при ведении горных работ. Решение задач по напряжённо-деформированному состоянию массива. Методы управления состоянием массива /Ср/	6	12	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	Раздел 3. Динамические, волновые и геодинамические процессы							

3.1	Колебательные процессы в горных породах и горнотехнических системах /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.2	Упругие волны. Продольные и поперечные волны в горных породах /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.3	Распространение, отражение, преломление и затухание волн /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.4	Динамические воздействия при ведении горных работ /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.5	Горные удары, техногенные и сейсмические воздействия /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.6	Мониторинг и прогнозирование динамического состояния массива /Лек/	6	2	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.7	Расчёт параметров гармонических колебаний /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.8	Расчёт скорости распространения упругих волн /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.9	Определение напряжений и деформаций по параметрам волн /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		1	
3.10	Расчёт затухания динамического воздействия в массиве /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.11	Оценка параметров сейсмического и техногенного воздействия /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		1	
3.12	Оценка динамической опасности и разработка защитных мероприятий /Пр/	6	2	ПК-3 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.13	Виды колебаний и источники динамического воздействия. Волновые процессы в различных типах горных пород. Затухание и рассеяние энергии волн в трещиноватом массиве. Горные удары и другие динамические проявления горного давлени. Методы сейсмического и акустического мониторинга массива /Ср/	6	11,8	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.14	/КрТО/	6	0,2					
	Раздел 4. Физические процессы разрушения и технологического воздействия на горные породы							
4.1	Физические основы разрушения горных пород /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.2	Механическое разрушение горных пород /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

4.3	Физические процессы при бурении горных пород /Лек/	7	2	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.4	Физические основы взрывного разрушения массива /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.5	Дробление и перемещение разрушенной горной массы /Лек/	7	2	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.6	Управление параметрами разрушения горных пород /Лек/	7	2	ПК-4 ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.7	Расчёт энергетических характеристик разрушения пород /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.8	Расчёт параметров механического разрушения /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.9	Расчёт основных параметров процесса бурения /Пр/	7	2	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.10	Определение параметров взрывного воздействия на массив /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.11	Оценка степени дробления горной массы /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.12	Обоснование и корректировка параметров технологического воздействия /Пр/	7	2	ПК-4 ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.13	Современные способы разрушения горных пород . Энергоёмкость процессов разрушения. Влияние свойств пород на эффективность бурения. Физические процессы при взрывном воздействии. Сравнительный анализ способов разрушения пород /Ср/	7	11	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	Раздел 5. Гидро-, тепло-, электромагнитные и физико-химические процессы							
5.1	Гидромеханические процессы в горных породах и массивах /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.2	Газодинамические процессы при разработке месторождений /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.3	Тепловые и термомеханические процессы /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.4	Электрические и электромагнитные процессы в горных породах /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.5	Физико-химические процессы воздействия на полезные ископаемые /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.6	Комбинированные физические методы и специальные геотехнологии /Лек/	7	2	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.7	Расчёт параметров фильтрации жидкости в массиве /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

5.8	Расчёт параметров газового потока /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.9	Расчёт тепловых процессов в горных породах /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.10	Расчёт параметров электрического и электромагнитного поля /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.11	Расчёт параметров физико-химического воздействия /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.12	Выбор и сравнительная оценка специальных физических методов добычи /Пр/	7	2	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.13	Фильтрационные свойства горных пород. Газодинамические явления в массиве. Теплофизические свойства пород. Электрофизические свойства горных пород. Физико-химические и специальные геотехнологии /Ср/	7	11	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	Раздел 6. Исследование, моделирование, мониторинг и управление физическими процессами горного производства							
6.1	Методы экспериментального исследования физических процессов /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.2	Средства измерения и регистрация физических параметров /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.3	Физическое и математическое моделирование процессов /Лек/	7	2	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.4	Численное и компьютерное моделирование состояния массива /Лек/	7	2	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.5	Мониторинг и прогнозирование физических процессов /Лек/	7	2	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.6	Управление физическими процессами и использование результатов мониторинга при оперативном планировании /Лек/	7	2	ПК-4 ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.7	Обработка результатов экспериментальных измерений /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.8	Статистическая обработка физико-технических данных /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.9	Построение математической модели физического процесса /Пр/	7	2	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.10	Компьютерное моделирование состояния массива /Пр/	7	2	ПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.11	Анализ данных мониторинга и прогнозирование состояния массива /Пр/	7	2	ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

6.12	Комплексное инженерное задание: обоснование и корректировка технологического решения /Пр/	7	2	ПК-4 ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.13	Современные методы экспериментального исследования. Методы обработки экспериментальных данных. Разработка расчётной модели физического процесса. Анализ современных систем геомеханического мониторинга. Подготовка комплексного инженерного задания. Подготовка к итоговому модульному контролю /Ср/	7	13,8	ПК-4 ПК-3 ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.14	/КрТО/	7	0,2					

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Текущий контроль направлен на проверку степени освоения теоретического материала, сформированности умений выполнять физико-технические расчеты, анализировать состояние горных пород и массивов, оценивать параметры физических процессов и обосновывать инженерные решения. Формы текущего контроля: устный и письменный опрос, тестирование, решение расчетных задач, выполнение практических и индивидуальных заданий, анализ производственных ситуаций, защита расчетно-графических работ, модульный контроль.

6 семестр
Модуль 1. Физические свойства и состояние горных пород и массивов
Контрольные вопросы:
1.Предмет, цель и задачи дисциплины «Физические процессы при добыче полезных ископаемых».
2.орная порода и массив горных пород как физические системы.
3.Структура и текстура горных пород и их влияние на физические свойства.
4.Плотность и объемная масса горных пород.
5.Пористость горных пород и методы ее определения.
6.Влажность, водопоглощение и водонасыщение горных пород.
7.Основные механические свойства горных пород.
8.Упругие свойства пород. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона.
9.Пластические и реологические свойства горных пород.
10.Прочность пород при сжатии, растяжении и сдвиге.
11.Влияние трещиноватости на свойства массива.
12.Влияние температуры, влажности и давления на физико-механические характеристики пород.
13.Методы лабораторного определения свойств горных пород.
14.Методы исследования свойств пород в натурных условиях.
15.Значение физических свойств пород при выборе параметров технологических процессов добычи.
Контрольные задания:
1.По заданным массе и объему образца определить его плотность.
2.Рассчитать пористость породы по заданным исходным данным.
3.Определить влажность и степень водонасыщения образца.
4.По экспериментальной диаграмме «напряжение — деформация» определить основные механические характеристики породы.
5.Сравнить две горные породы по комплексу физико-механических характеристик и обосновать различия в условиях их разрушения.
6.Проанализировать влияние трещиноватости и водонасыщения на устойчивость массива.
Компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Модуль 2. Механические и геомеханические процессы в массиве горных пород
Контрольные вопросы:
1.Понятие напряженно-деформированного состояния массива.
2.Естественные напряжения в массиве горных пород.
3.Гравитационная и тектоническая составляющие напряженного состояния.
4.Техногенное изменение напряжений при ведении горных работ.
5.Нормальные и касательные напряжения.
6.Деформации горных пород и их классификация.
7.Упругое, пластическое и хрупкое деформирование.

8.Основные критерии прочности горных пород.
9.Условия возникновения трещин в массиве.
10.Механизм развития зон разрушения.
11.Перераспределение напряжений вблизи горных выработок.
12.Факторы, определяющие устойчивость массива.
13.Геомеханические процессы при открытой и подземной разработке.
14.Методы контроля напряженно-деформированного состояния.
15.Основные способы управления геомеханическим состоянием массива.
Контрольные задания:
1.Определить вертикальную составляющую естественного напряжения на заданной глубине.
2.Рассчитать напряжения и деформации для заданных характеристик массива.
3.Проверить выполнение заданного критерия прочности.
4.Оценить устойчивость элемента массива по исходным физико-механическим характеристикам.
5.Проанализировать изменение напряженного состояния при создании горной выработки.
6.По заданной геомеханической ситуации предложить мероприятия по снижению риска нарушения устойчивости массива.
Компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Модуль 3. Динамические, волновые и геодинамические процессы
Контрольные вопросы:
1.Понятие динамического процесса в горном массиве.
2.Основные источники динамических воздействий при добыче полезных ископаемых.
3.Основные параметры колебательного процесса.
4.Амплитуда, период, частота и фаза колебаний.
5.Свободные и вынужденные колебания.
6.Резонанс и его значение для горнотехнических систем.
7.Упругие волны в горных породах.
8.Продольные и поперечные волны.
9.Скорость распространения упругих волн.
10.Отражение и преломление волн.
11.Затухание и рассеяние энергии волн в массиве.
12.Влияние трещиноватости массива на распространение волн.
13.Горные удары и предпосылки их возникновения.
14.Сейсмические и техногенные динамические воздействия.
15.Методы сейсмического и акустического мониторинга.
16.Принципы прогнозирования динамической опасности.
17.Мероприятия по снижению последствий динамических воздействий.
Контрольные задания:
1.Рассчитать период и частоту гармонического колебания.
2.Определить скорость распространения продольной и поперечной волн.
3.Рассчитать изменение амплитуды волны с учетом заданного коэффициента затухания.
4.Определить параметры динамического воздействия по заданной зависимости ускорения от времени.
5.Проанализировать влияние изменения свойств массива на скорость распространения упругих волн.
6.Оценить заданную динамическую ситуацию и предложить способы контроля и снижения опасности.
Компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Промежуточная аттестация за 6 семестр. Форма промежуточной аттестации — зачет с оценкой.

Для аттестации целесообразно использовать комплексные вопросы, объединяющие материал трех модулей:
1.Физические свойства горных пород и их влияние на технологические процессы добычи.
2.Структурные особенности массива и их влияние на его физико-механическое состояние.
3.Напряженно-деформированное состояние массива и факторы его формирования.
4.Закономерности деформирования и разрушения горных пород.
5.Критерии прочности и их применение при оценке состояния массива.
6.Геомеханические процессы при ведении горных работ.
7.Физическая природа колебательных и волновых процессов в массиве.
8.Закономерности распространения и затухания упругих волн.
9.Динамические проявления горного давления.
10.Сейсмические и техногенные воздействия на горнотехнические системы.
11.Методы контроля и мониторинга состояния массива.
12.Использование физических параметров для оценки безопасности горных работ.

7 семестр
Модуль 4. Физические процессы разрушения и технологического воздействия на горные породы
Контрольные вопросы
1.Физическая сущность разрушения горных пород.
2.Основные стадии процесса разрушения.
3.Хрупкое и пластическое разрушение.
4.Энергетические характеристики разрушения.

5.Механические способы разрушения пород.
6.Физические процессы взаимодействия рабочего инструмента с породой.
7.Физические основы процесса бурения.
8.Влияние свойств пород на эффективность бурения.
9.Физические основы взрывного разрушения.
10.Формирование и распространение волн напряжений при взрыве.
11.Образование зон дробления и трещинообразования.
12.Факторы, определяющие степень дробления горной массы.
13.Физические процессы при перемещении разрушенной горной массы.
14.Энергоемкость разрушения.
15.Принципы управления параметрами технологического воздействия.
Контрольные задания
1.Рассчитать удельную энергоемкость разрушения заданной породы.
2.Определить параметры механического воздействия на породу.
3.Рассчитать основные параметры процесса бурения.
4.Оценить параметры взрывного воздействия на массив.
5.Проанализировать влияние физико-механических свойств пород на качество дробления.
6.Выбрать рациональный способ разрушения для заданных горно-геологических условий и обосновать решение.
Компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

Модуль 5. Гидро-, тепло-, электромагнитные и физико-химические процессы
Контрольные вопросы
1.Гидромеханические свойства горных пород.
2.Фильтрационные процессы в массиве.
3.Закон Дарси и область его применения.
4.Влияние трещиноватости на фильтрацию.
5.Газодинамические процессы в горном массиве.
6.Факторы газопроницаемости пород.
7.Теплофизические свойства горных пород.
8.Теплопроводность и температуропроводность.
9.Термомеханические процессы в массиве.
10.Электрические свойства горных пород.
11.Электропроводность и диэлектрические свойства.
12.Электромагнитные процессы в горных породах.
13.Физико-химическое воздействие на горные породы и полезные ископаемые.
14.Процессы растворения и выщелачивания.
15.Гидравлические способы воздействия на массив.
16.Тепловые методы воздействия.
17.Комбинированные физические методы.
18.Физические основы специальных геотехнологий.
Контрольные задания
1.Рассчитать расход фильтрующейся жидкости по закону Дарси.
2.Оценить изменение фильтрационных параметров при повышении трещиноватости.
3.Рассчитать основные параметры теплопередачи в горной породе.
4.Определить электрическое сопротивление образца по заданным параметрам.
5.Выполнить сравнительный анализ двух физических методов воздействия на массив.
6.Выбрать физический метод воздействия для заданного типа полезного ископаемого и обосновать его применение.
Компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Модуль 6. Исследование, моделирование, мониторинг и управление физическими процессами горного производства
Контрольные вопросы
1.Цели и задачи экспериментального исследования физических процессов.
2.Лабораторные и натурные методы исследования.
3.Основные виды измерительных преобразователей и датчиков.
4.Требования к измерению физических параметров.
5.Погрешности измерений и методы их оценки.
6.Обработка результатов экспериментальных исследований.
7.Понятие физической и математической модели.
8.Этапы построения математической модели.
9.Основные принципы численного моделирования.
10.Компьютерное моделирование физических процессов.
11.Верификация и оценка адекватности модели.
12.Понятие мониторинга состояния горного массива.
13.Системы геомеханического мониторинга.
14.Анализ и интерпретация результатов мониторинга.
15.Прогнозирование изменения состояния массива.
16.Управление физическими процессами горного производства.
17.Использование мониторинга при корректировке технологических процессов.

18.Использование результатов моделирования при принятии инженерных решений.
19.Физические критерии промышленной безопасности.
20.Использование физико-технических данных при организации и оперативном планировании горных работ.
Контрольные задания
1.Выполнить статистическую обработку заданной серии экспериментальных измерений.
2.Построить графическую зависимость исследуемого физического параметра и выполнить ее интерпретацию.
3.Составить структурную схему математической модели заданного физического процесса.
4.Проанализировать результаты мониторинга состояния массива и определить характер изменения контролируемого параметра.
5.Сформулировать прогноз изменения состояния массива по заданным данным наблюдений.
6.Разработать рекомендации по корректировке технологического процесса на основании результатов мониторинга.
7.Выполнить комплексное инженерное задание по схеме: исходные данные → физический процесс → расчет → оценка безопасности → технологическое решение → корректировка параметров.
Компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

Промежуточная аттестация за 7 семестр. Форма промежуточной аттестации — зачет с оценкой.
Контрольные вопросы:
1.Физические закономерности разрушения горных пород.
2.Механические способы разрушения и область их рационального применения.
3.Физические процессы при бурении горных пород.
4.Физические основы взрывного разрушения массива.
5.Энергетическая оценка процессов разрушения.
6.Гидромеханические и фильтрационные процессы в массиве.
7.Газодинамические процессы при разработке месторождений.
8.Тепловые и термомеханические процессы.
9.Электрические и электромагнитные свойства и процессы в горных породах.
10.Физико-химические методы воздействия на полезные ископаемые.
11.Комбинированные и специальные физические методы добычи.
12.Экспериментальные методы исследования физических процессов.
13.Математическое и компьютерное моделирование.
14.Мониторинг и прогнозирование состояния массива.
15.Управление физическими процессами горного производства.
16.Использование результатов мониторинга для корректировки технологических процессов.
17.Физико-техническое обоснование мероприятий промышленной и экологической безопасности.
18.Использование результатов расчетов и моделирования при организации производства.
19.Принципы принятия инженерных решений при изменении состояния массива.
20.Использование физико-технических данных при оперативном планировании горных работ.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Темы письменных работ (эссе, рефераты, расчетно-аналитические и индивидуальные работы)
В рамках освоения дисциплины «Физические процессы при добыче полезных ископаемых» обучающимся могут предлагаться эссе, рефераты, аналитические обзоры, расчетно-графические и индивидуальные задания. Тематика письменных работ направлена на углубление теоретических знаний, развитие навыков анализа физических процессов горного производства и обоснования инженерных решений.

6 семестр

Модуль 1. Физические свойства и состояние горных пород и массивов — ПК-1, ПК-2, ПК-3
1.Горная порода как сложная физическая система.
2.Влияние минерального состава и структуры на физические свойства горных пород.
3.Пористость и трещиноватость как факторы формирования свойств массива.
4.Влияние влажности на физико-механические свойства горных пород.
5.Температурные изменения физических свойств горных пород.
6.Упругие, пластические и реологические свойства горных пород.
7.Анизотропия физических свойств горных пород и ее практическое значение.
8.Методы лабораторного исследования физико-механических свойств пород.
9.Современные методы натурного исследования состояния массива.
10.Влияние физических свойств пород на выбор технологии разработки месторождения.

Модуль 2. Механические и геомеханические процессы в массиве горных пород — ПК-1, ПК-2, ПК-3
1.Формирование естественного напряженного состояния массива горных пород.
2.Влияние горных работ на напряженно-деформированное состояние массива.
3.Закономерности деформирования горных пород.
4.Современные критерии прочности горных пород.
5.Трещинообразование и разрушение массива при техногенном воздействии.
6.Геомеханические процессы вокруг подземных горных выработок.
7.Геомеханические процессы при открытой разработке месторождений.
8.Факторы устойчивости горных выработок и элементов массива.

9.Методы контроля напряженно-деформированного состояния массива.
10.Управление геомеханическими процессами при разработке месторождений.

Модуль 3. Динамические, волновые и геодинамические процессы — ПК-1, ПК-2, ПК-3
1.Колебательные процессы в горных породах и горнотехнических системах.
2.Закономерности распространения упругих волн в горных породах.
3.Влияние структуры и трещиноватости массива на распространение упругих волн.
4.Затухание и рассеяние энергии волн в горном массиве.
5.Динамические воздействия при ведении горных работ.
6.Физическая природа горных ударов.
7.Техногенная сейсмичность при разработке месторождений.
8.Сейсмические воздействия на горные выработки и горнотехнические системы.
9.Акустические методы исследования состояния массива.
10.Сейсмический и микросейсмический мониторинг горных массивов.
7 семестр

Модуль 4. Физические процессы разрушения и технологического воздействия на горные породы — ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4
1.Физическая природа разрушения горных пород.
2.Энергетические закономерности разрушения горных пород.
3.Механическое разрушение пород и факторы его эффективности.
4.Физические процессы взаимодействия рабочего инструмента с горной породой.
5.Физические процессы при бурении горных пород.
6.Влияние физико-механических свойств пород на показатели бурения.
7.Физические основы взрывного разрушения массива.
8.Распространение волн напряжений при взрыве.
9.Формирование зон дробления и трещинообразования при взрывном воздействии.
10.Управление параметрами разрушения горных пород при добыче полезных ископаемых.

Модуль 5. Гидро-, тепло-, электромагнитные и физико-химические процессы — ПК-1, ПК-2, ПК-3
1.Фильтрационные процессы в массиве горных пород.
2.Влияние трещиноватости на гидродинамические свойства массива.
3.Газодинамические процессы при разработке месторождений.
4.Теплофизические свойства горных пород.
5.Тепловые и термомеханические процессы в горном массиве.
6.Электрофизические свойства горных пород.
7.Электромагнитные методы воздействия на горные породы.
8.Физико-химические процессы при разработке месторождений.
9.Физические основы подземного и кучного выщелачивания.
10.Комбинированные физические методы воздействия на массив и перспективы специальных геотехнологий.

Модуль 6. Исследование, моделирование, мониторинг и управление физическими процессами горного производства — ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4
1.Современные методы экспериментального исследования физических процессов горного производства.
2.Измерительные системы и датчики в геомеханических исследованиях.
3.Методы обработки экспериментальных данных в горном деле.
4.Физическое моделирование процессов в горном массиве.
5.Математическое моделирование физических процессов горного производства.
6.Численные методы исследования напряженно-деформированного состояния массива.
7.Компьютерное моделирование геомеханических процессов.
8.Современные системы геомеханического мониторинга.
9.Прогнозирование опасных состояний массива по данным мониторинга.
10.Управление физическими процессами горного производства на основе мониторинга и моделирования.

5.3. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств предназначен для контроля и оценки результатов освоения дисциплины «Физические процессы при добыче полезных ископаемых», уровня сформированности компетенций обучающихся, предусмотренных образовательной программой, а также знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, приобретаемых в процессе изучения дисциплины.
ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости, контроля по модулям и промежуточной аттестации обучающихся.
В рамках дисциплины формируются:
ПК-1 — способность осуществлять и корректировать технологические процессы производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.
ПК-2 — способность выполнять работы по контролю экологической и промышленной безопасности работ при проведении технологических процессов производства в соответствии с требованиями по разработке полезных ископаемых.
ПК-3 — способность организовать работу производства в процессе решения конкретных профессиональных задач в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

ПК-4 — способность разрабатывать оперативный план и проводить организационные работы в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности.

Оценочные средства для текущего контроля - 6 семестр

Модуль 1. Физические свойства и состояние горных пород и массивов
Теоретический контроль: физические свойства горных пород; плотность; пористость; влажность; прочность; упругость; пластичность; реологические свойства; влияние температуры, давления, влажности и трещиноватости.
Примеры расчетных заданий:
Задание 1. Масса сухого образца горной породы составляет 520 г, объем — 200 см³. Определить плотность породы.
Задание 2. Истинная плотность минерального вещества составляет 2,75 г/см³, объемная плотность породы — 2,42 г/см³. Определить общую пористость.
Задание 3. По экспериментальной диаграмме «напряжение — деформация» определить модуль деформации, предел прочности и характер разрушения образца.
Ситуационное задание: сравнить два типа горных пород по заданным физико-механическим характеристикам и определить, какая из них потребует большей энергии разрушения.
Оцениваются: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Модуль 2. Механические и геомеханические процессы
Теоретический контроль: естественное и техногенное поле напряжений; деформации; критерии прочности; трещинообразование; разрушение; устойчивость массива.
Расчетное задание. Определить вертикальное напряжение в массиве. При заданных физико-механических характеристиках выполнить оценку прочности и сделать заключение о состоянии массива.
Ситуационное задание: в результате проведения горной выработки наблюдается увеличение трещиноватости и деформаций окружающих пород. Необходимо определить возможные физические причины, оценить развитие процесса и предложить инженерные мероприятия.
Оцениваются: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Модуль 3. Динамические, волновые и геодинамические процессы
Теоретический контроль: колебания; частота; период; амплитуда; упругие волны; скорости P- и S-волн; отражение; преломление; затухание; горные удары; сейсмические воздействия.
Расчетные задания: При частоте колебаний f=10 Гц определить период колебаний. По известным упругим характеристикам и плотности определить скорость распространения продольной волны. Определить изменение амплитуды динамического воздействия при заданном коэффициенте затухания.
Ситуационное задание: по данным сейсмического мониторинга выявлено устойчивое увеличение интенсивности микросейсмических событий. Необходимо интерпретировать изменение состояния массива и предложить мероприятия по дальнейшему контролю.
Оцениваются: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Оценочные средства текущего контроля — 7 семестр
Модуль 4. Физические процессы разрушения горных пород
Контролируются знания физических закономерностей механического, бурового и взрывного разрушения; умение определять энергетические характеристики и выбирать параметры воздействия.
Пример задания: для заданных физико-механических характеристик массива сравнить механический и взрывной способы разрушения и обосновать область их рационального применения.
Инженерное задание: определить влияние прочности, трещиноватости и абразивности пород на параметры процесса бурения и предложить необходимые изменения технологического режима.
Оцениваются: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

Модуль 5. Гидро-, тепло-, электромагнитные и физико-химические процессы
Расчетное задание по фильтрации. Студент должен выполнить расчет, интерпретировать результат и оценить влияние изменения трещиноватости массива.
Аналитическое задание: сравнить гидравлический, тепловой и физико-химический способы воздействия на массив по эффективности, области применения и факторам безопасности.
Оцениваются: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Модуль 6. Исследование, моделирование, мониторинг и управление физическими процессами
Задание 1. Выполнить обработку серии экспериментальных измерений: определить среднее значение, отклонения и погрешность.
Задание 2. Построить зависимость исследуемого параметра от времени или внешнего воздействия и выполнить физическую интерпретацию.
Задание 3. Сформировать математическую модель заданного физического процесса: определить входные параметры, переменные состояния, выходные показатели и граничные условия.
Комплексное ситуационное задание: по данным мониторинга выявлено изменение физико-механического состояния массива. Необходимо:
- проанализировать исходные данные;
- установить характер физического процесса;
- определить опасные факторы;

- выполнить необходимые расчеты;
- оценить промышленную безопасность;
- предложить корректировку технологических параметров;
- разработать организационно-технические мероприятия.
Оцениваются: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

Примерные тестовые задания
1. Пористость горной породы характеризует:
а) отношение объема пор к общему объему породы;
б) предел прочности породы;
в) скорость распространения волны;
г) коэффициент трения.
2. Модуль Юнга характеризует:
а) фильтрационные свойства;
б) упругие свойства материала;
в) теплопроводность;
г) электропроводность.
3. Единицей механического напряжения в СИ является:
а) Н;
б) Дж;
в) Па;
г) Вт.
4. Продольная упругая волна характеризуется:
а) колебаниями частиц преимущественно вдоль направления распространения волны;
б) только вращательным движением частиц;
в) отсутствием деформации среды;
г) переносом вещества вместе с волной.
5. Увеличение трещиноватости массива в общем случае существенно влияет на:
а) его механические и фильтрационные свойства;
б) только химический состав минералов;
в) только цвет породы;
г) исключительно температуру плавления.
6. Основная задача геомеханического мониторинга заключается в:
а) систематическом контроле параметров состояния массива и выявлении их изменений;
б) определении стоимости оборудования;
в) учете рабочего времени;
г) определении химического состава топлива.

Письменные и индивидуальные оценочные работы
Для текущего контроля могут использоваться:
Реферат - Теоретический анализ выбранного физического процесса (Знать, уметь анализировать информацию)
Эссе - Аргументированное рассмотрение проблемного вопроса (Анализировать, формулировать выводы)
Расчетно-графическая работа - Расчет физических параметров и графическая интерпретация (Уметь выполнять инженерные расчеты)
Аналитический обзор - Сопоставление методов исследования или воздействия (Анализировать и обосновывать решения)
Индивидуальное задание - Решение профессиональной ситуации
Комплексное инженерное задание - Расчет → анализ → безопасность → технологическое решение

Темы письменных работ принимаются из сформированного банка по модулям.

Модульный контроль. В каждом семестре проводится три модульных контроля:
6 семестр: МК-1 — модули физических свойств пород; МК-2 — механические и геомеханические процессы; МК-3 — динамические и волновые процессы.
7 семестр: МК-4 — процессы разрушения; МК-5 — гидро-, тепло-, электромагнитные и физико-химические процессы; МК -6 — исследование, моделирование, мониторинг и управление.
Каждый модульный контроль целесообразно строить из трех частей: теоретические знания+расчетное задание+профессиональная ситуация

Промежуточная аттестация
Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой в 6 и 7 семестрах.
Зачетное задание рекомендуется формировать из трех компонентов:
1-й вопрос — теоретический. Проверяет знание физических закономерностей.
2-й вопрос — расчетный или аналитический. Проверяет умение применять физические закономерности и расчетные методы.
3-й вопрос — профессионально ориентированное ситуационное задание. Проверяет способность анализировать условия горного производства, оценивать безопасность, принимать и обосновывать инженерные решения.

Критерии оценивания промежуточной аттестации

Отлично - Обучающийся полно и системно раскрывает физическую сущность процессов; правильно использует терминологию и закономерности; самостоятельно выполняет расчеты; обоснованно интерпретирует результаты; устанавливает причинно-следственные связи и предлагает аргументированное инженерное решение
Хорошо - Материал освоен в целом правильно; основные закономерности раскрыты; расчеты выполнены преимущественно верно; имеются отдельные неточности, не изменяющие общего результата; инженерное решение обосновано
Удовлетворительно - Обучающийся демонстрирует базовые знания; раскрывает основные понятия, но допускает существенные неточности; расчет выполняет с помощью преподавателя или с отдельными ошибками; инженерное решение обосновано частично
Неудовлетворительно - Не раскрыта физическая сущность основных процессов; отсутствует понимание основных закономерностей; обучающийся не способен выполнить базовый расчет и интерпретировать результат или предложить обоснованное решение

Критерии оценивания отдельных видов работ
Вид работы Основные критерии
Устный/письменный опрос правильность, полнота, владение терминологией
Тест количество правильных ответов
Расчетная работа выбор метода, правильность формул и расчетов, единицы измерения, интерпретация
Практическая работа самостоятельность выполнения, правильность решения, анализ результата
Реферат/аналитическая работа раскрытие темы, научность, качество источников, анализ, выводы
Ситуационное задание выявление проблемы, анализ факторов, оценка безопасности, обоснованность решения
Комплексное инженерное задание корректность расчетов, системность анализа, технологическая обоснованность и безопасность решения

Для тестовых заданий можно установить: 90–100 % — «отлично»; 75–89 % — «хорошо»; 60–74 % — «удовлетворительно»; менее 60 % — «неудовлетворительно».

5.4. Перечень видов оценочных средств

Текущий контроль: устный и письменный опрос; тестирование; практические и расчетные задания; расчетно-графические работы; индивидуальные задания; рефераты и эссе; аналитические обзоры; ситуационные задачи; обработка экспериментальных данных; моделирование; анализ данных мониторинга; защита выполненных работ.

Модульный контроль: тестирование, расчетные задания, ситуационные задачи, задания по моделированию, комплексные инженерные задания и модульные контрольные работы.

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой в 6 и 7 семестрах, включающий теоретические вопросы и расчетные и/или профессионально ориентированные задания.

Распределение по нашим шести модулям
Модуль 1 - Физические свойства и состояние горных пород и массивов опрос, тестирование, практические и расчетные задания, индивидуальная работа
Модуль 2 - Механические и геомеханические процессы расчетные задачи, тестирование, анализ геомеханической ситуации, модульная работа
Модуль 3 - Динамические, волновые и геодинамические процессы тестирование, расчетные задачи, анализ данных наблюдений, ситуационная задача
Модуль 4 - Физические процессы разрушения расчетные задания, сравнительный анализ, производственный кейс, комплексное инженерное задание
Модуль 5 - Гидро-, тепло-, электромагнитные и физико-химические процессы тестирование, расчетные задачи, аналитическое задание, сравнительная оценка методов
Модуль 6 - Исследование, моделирование, мониторинг и управление обработка экспериментальных данных, моделирование, анализ мониторинга, комплексное инженерное задание

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Мамбетов Ш.А.	Геомеханика. В 2-х т. Т. 1. Основы геомеханики: учебник	Бишкек: Изд-во КРСУ 2013
Л1.2	Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р.	Геомеханика. В 2-х т. Т. 2. Геомеханические процессы в породных массивах: учебник	Бишкек: Изд-во КРСУ 2013

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетов А.Ш.	Зональная и поэтапная оценка породного массива Тянь-Шаня: монография	Бишкек: Изд-во КРСУ 2003

6.1.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетов А.Ш.	Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Геомеханические процессы а породном массиве". Ч. I: методические указания	Бишкек: Изд-во КРСУ 2005
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"			
Э1	электронные учебные, учебно-методические и научные издания КРСУ, материалы «Вестника КРСУ» и другие образовательные ресурсы.		Электронная библиотека КРСУ
Э2	электронный каталог, электронная библиотека, научная и учебная литература, диссертации и авторефераты.		Российская государственная
Э3	специализированная учебная, научная и справочная литература по горному делу, геологии, геомеханике, горным технологиям и смежным направлениям.		Издательство «Горная книга»
Э4	официальный поиск действующих нормативных правовых актов Кыргызской Республики, используемых при изучении вопросов промышленной, экологической и производственной безопасности.		Централизованный банк данных правовой
Э5	официальные нормативные правовые акты Кыргызской Республики и средства их поиска.		Кабинет Министров Кыргызской Республики —

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий	
6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии	
6.3.1.1	Перечень программного обеспечения: операционная система Windows; офисный пакет Microsoft Office и/или LibreOffice; табличный процессор Microsoft Excel (LibreOffice Calc); расчетно-математические пакеты Mathcad, MATLAB; среда программирования Python; система автоматизированного проектирования AutoCAD; геоинформационная система QGIS; современные веб-браузеры.
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	
6.3.2.1	Электронная библиотека КРСУ - Поиск и использование учебной, учебно-методической и научной литературы по горному делу, физике горных пород, геомеханике и смежным дисциплинам
6.3.2.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - Поиск научных публикаций, журналов, материалов конференций и библиографической информации по горному делу и физико-техническим наукам
6.3.2.3	Российская государственная библиотека (РГБ), электронный каталог - Поиск книг, диссертаций, авторефератов, научной и справочной литературы
6.3.2.4	КиберЛенинка - Поиск и использование научных статей открытого доступа по горному делу, геомеханике, геологии, промышленной и экологической безопасности
6.3.2.5	Scopus - Поиск и анализ международных научных публикаций, цитирования и современных исследований в области горного дела, геомеханики и наук о Земле
6.3.2.6	Web of Science - Поиск научных публикаций и библиографических данных по физико-техническим, геологическим и горным направлениям
6.3.2.7	Google Scholar (Google Академия) - Поиск научных статей, монографий, диссертаций, материалов конференций и других научных публикаций
6.3.2.8	Централизованный банк данных правовой информации Кыргызской Республики - Поиск действующих нормативных правовых актов Кыргызской Республики по вопросам недропользования, промышленной, экологической и производственной безопасности
6.3.2.9	Информационная система законодательства Кыргызской Республики - Работа с нормативно-правовой и справочной информацией, необходимой при изучении требований к разработке месторождений полезных ископаемых
6.3.2.10	Федеральный информационный фонд стандартов Росстандарта - Поиск сведений о стандартах и нормативно-технических документах, применяемых в инженерной и производственной деятельности
6.3.2.11	Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов - Поиск нормативно-технической документации, стандартов, правил и справочной информации в области промышленной безопасности и горного производства
6.3.2.12	Роспатент — информационно-поисковые системы - Патентный поиск технических решений, устройств, способов и технологий, применяемых в горном производстве
6.3.2.13	WIPO PATENTSCOPE - Поиск международной патентной документации и анализ современных технических решений в области горных технологий
6.3.2.14	SpringerLink - Поиск научных публикаций и книг по геомеханике, механике горных пород, моделированию, геотехнологиям и смежным направлениям
6.3.2.15	ScienceDirect - Поиск научных публикаций по горному делу, механике горных пород, геомеханике, физическим процессам и инженерным технологиям

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, оснащенные учебной мебелью, доской, персональным компьютером (ноутбуком), мультимедийным проектором и экраном; компьютерный класс с персональными компьютерами и доступом к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-наглядные материалы (плакаты, схемы, таблицы, карты, разрезы, графические материалы); коллекции образцов горных пород и минералов; расчетно-справочные и нормативные материалы; измерительные средства и лабораторное оборудование, имеющееся на кафедре и используемое для исследования физических и физико-механических свойств горных пород. Для самостоятельной работы обучающихся предусматриваются рабочие места с компьютерной техникой, доступом к сети Интернет, электронным библиотечным системам и профессиональным информационным ресурсам.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Обучение по дисциплине «Физические процессы при добыче полезных ископаемых» предусматривает работу обучающихся на лекционных и практических занятиях, выполнение самостоятельных, расчетно-аналитических и индивидуальных заданий, работу с учебной и научной литературой, профессиональными базами данных, а также подготовку к модульному контролю и промежуточной аттестации. При изучении теоретического материала особое внимание уделяется пониманию физической сущности процессов, протекающих в горных породах и массивах, установлению взаимосвязи физико-механических свойств пород, состояния массива и параметров технологических процессов. Практические задания выполняются в последовательности: анализ исходных данных — выбор расчетной модели — расчет — проверка результата — физическая интерпретация — инженерный вывод. Самостоятельная работа предусматривает изучение дополнительной литературы, решение задач, выполнение письменных и расчетно-аналитических работ, обработку данных и подготовку к контролю. При использовании компьютерных средств обучающийся должен обосновывать выбранную модель и анализировать полученные результаты. Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется путем систематизации материала соответствующих модулей, повторения основных физических закономерностей, расчетных методов и решения профессионально ориентированных задач.