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

УТВЕРЖДАЮ

Директор Политехнического института

_____ Лоцев Г.В.
(ФИО)

02.09.2026 г.

Физические процессы при добыче полезных ископаемых

рабочая программа дисциплины (модуля)

Разработано **Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта**

Учебный план 210504_26_1 гд огр.plx
Специальность 21.05.04 - РФ, 630003 - КР Горное дело
Специализация "Открытые горные работы"

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.тн., 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:
Абдурахмонов Г.А.

Рабочая программа дисциплины
Физические процессы при добыче полезных ископаемых

разработана в соответствии с ФГОС 3++:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

составлена на основании учебного плана:

Специальность 21.05.04 - РФ, 630003 - КР Горное дело
Специализация "Открытые горные работы"
утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании Высшей школы Природопользования, 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 разработке полезных ископаемых» является формирование у обучающихся системных знаний о физических закономерностях процессов, протекающих в горных породах, массивах и горнотехнических системах при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, а также приобретение практических умений по анализу, расчету, моделированию и управлению параметрами технологических процессов открытых горных работ с учетом требований эффективности и безопасности производства. Дисциплина направлена на подготовку обучающихся к решению профессиональных задач, связанных с: исследованием физических и физико-механических свойств горных пород и массивов; анализом напряженно-деформированного состояния прибортового массива карьера; исследованием механических, геомеханических, динамических и волновых процессов при ведении открытых горных работ; анализом физических закономерностей бурения и взрывного разрушения горных пород; оценкой процессов дробления, экскавации, перемещения и складирования горной массы; анализом гидрогеомеханических, тепловых и других физических процессов, влияющих на ведение открытых горных работ; применением расчетных и компьютерных методов для анализа и моделирования технологических процессов; использованием результатов мониторинга и моделирования при организации, планировании и корректировке параметров горных работ.
1.2	Задачи освоения дисциплины. В результате изучения дисциплины необходимо обеспечить: изучение физических и физико-механических свойств горных пород и закономерностей их изменения под воздействием природных и техногенных факторов; изучение механических и геомеханических процессов, протекающих в массиве при формировании уступов, бортов и траншей карьера; формирование представлений о напряженно-деформированном состоянии и устойчивости прибортовых массивов; изучение динамических и волновых процессов, возникающих при взрывных и других технологических воздействиях; изучение физических закономерностей разрушения горных пород при бурении и взрывной подготовке горной массы; формирование умений рассчитывать и анализировать основные физические параметры процессов открытой разработки; изучение физических закономерностей процессов выемки, перемещения и складирования горных пород; формирование навыков оценки влияния физических процессов на эффективность и безопасность открытых горных работ; освоение методов обработки экспериментальных и производственных данных, моделирования и мониторинга состояния массива; формирование способности использовать специализированное программное обеспечение для анализа, моделирования и обоснования параметров технологических процессов; использование результатов расчетов и моделирования при разработке оперативных решений и планировании горных работ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.1
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Б1.О.2.12. Геология
2.1.2	Б1.О.2.04. Физика
2.1.3	Б1.О.2.05. Химия
2.1.4	Б1.О.2.08. Теоретическая и прикладная механика
2.1.5	Б1.В.1.13. Геодезия и маркшейдерия
2.1.6	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.2.01. Технология и комплексная механизация открытых горных работ
2.2.2	Б1.В.2.03. Процессы открытых горных работ
2.2.3	Б1.В.2.05. Технология и безопасность взрывных работ
2.2.4	Б1.В.1.23. Геомеханическое обеспечение горных и горно-строительных работ
2.2.5	Б1.В.1.02. Проектная деятельность

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1: Способен организовывать и контролировать горные и взрывные работы при разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов.	
Знать:	
Уровень 1	Основные физические и физико-механические свойства горных пород и массивов; физическую сущность процессов деформирования, разрушения и перемещения горных пород при ведении открытых горных работ.
Уровень 2	Закономерности механических, геомеханических, динамических и волновых процессов в массиве; физические основы бурения и взрывного разрушения горных пород; влияние прочности, трещиноватости, обводненности и других свойств массива на параметры горных и взрывных работ.
Уровень 3	Методы расчета, исследования, контроля и оценки физических параметров горных и взрывных процессов; закономерности управления разрушением массива и качеством подготовки горной массы с учетом горно-геологических условий, эффективности и безопасности открытых горных работ.

Уметь:	
Уровень 1	Определять основные физические и физико-механические характеристики горных пород и анализировать их влияние на технологические процессы открытой разработки.
Уровень 2	Выполнять расчеты параметров деформирования и разрушения горных пород, анализировать динамические процессы и оценивать влияние свойств массива на эффективность буровых и взрывных работ.
Уровень 3	Обосновывать и корректировать параметры технологического воздействия на массив с учетом его физико-механического состояния; анализировать результаты контроля горных и взрывных работ и разрабатывать инженерные мероприятия по повышению их эффективности и безопасности.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками определения и анализа физических и физико-механических параметров горных пород.
Уровень 2	Навыками выполнения инженерных расчетов параметров разрушения, деформирования и динамического воздействия на массив, обработки и интерпретации результатов наблюдений и измерений.
Уровень 3	Навыками комплексной оценки физических процессов при ведении горных и взрывных работ, обоснования их параметров и принятия инженерных решений с учетом состояния массива, технологических условий и требований безопасности.

ПК-3: Способен разрабатывать, внедрять и контролировать выполнение оперативных и стратегических планов горных работ.	
Знать:	
Уровень 1	Основные технологические процессы открытой разработки месторождений и физические факторы, определяющие условия их выполнения.
Уровень 2	Взаимосвязь физико-механических свойств пород, состояния массива и параметров буровзрывных, выемочно-погрузочных, транспортных и отвальных процессов; основные факторы, влияющие на последовательность и эффективность выполнения горных работ.
Уровень 3	Принципы использования результатов физических исследований, инженерных расчетов, мониторинга и прогнозирования состояния массива при обосновании, корректировке и контроле оперативных и стратегических планов открытых горных работ.
Уметь:	
Уровень 1	Анализировать исходные горно-геологические и физико-механические данные, необходимые для планирования технологических процессов открытой разработки.
Уровень 2	Оценивать влияние свойств и состояния массива на параметры и последовательность выполнения горных работ; анализировать отклонения фактических параметров физических и технологических процессов от расчетных значений.
Уровень 3	Использовать результаты расчетов, мониторинга и прогнозирования для обоснования и корректировки оперативных решений; устанавливать взаимосвязь между изменением состояния массива и необходимостью изменения параметров и последовательности горных работ.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками сбора, систематизации и анализа исходных данных о свойствах горных пород и условиях ведения открытых горных работ.
Уровень 2	Навыками анализа физических и технологических параметров, необходимых для обоснования последовательности и режимов выполнения горных работ.
Уровень 3	Навыками подготовки инженерно обоснованных решений для разработки и корректировки оперативных планов горных работ на основе результатов расчетов, наблюдений, мониторинга и анализа состояния массива.

ПК-6 : Способен применять специализированное ПО для проектирования и оценки технико-экономических показателей.	
Знать:	
Уровень 1	Назначение и основные возможности программных средств, применяемых для выполнения инженерных расчетов, обработки данных и графического представления результатов при открытой разработке месторождений.
Уровень 2	Основные принципы компьютерного моделирования физических и технологических процессов; способы задания исходных данных, расчетных параметров, граничных условий и представления результатов моделирования.
Уровень 3	Возможности специализированного программного обеспечения для моделирования состояния массива, проектирования элементов открытых горных работ, анализа технологических решений и оценки их технических и технико-экономических показателей.
Уметь:	
Уровень 1	Вводить, систематизировать и обрабатывать исходные данные; выполнять базовые инженерные расчеты и представлять результаты в табличной и графической форме.
Уровень 2	Использовать программные средства для расчетов и моделирования физических процессов, обработки экспериментальных и производственных данных, построения графиков, схем и расчетных моделей.

Уровень 3	Применять специализированное программное обеспечение для анализа вариантов технологических решений, моделирования физических процессов открытых горных работ и сопоставления вариантов по техническим и технико-экономическим показателям.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками компьютерной обработки исходных данных, выполнения инженерных расчетов и визуализации результатов.
Уровень 2	Навыками построения и анализа расчетных и компьютерных моделей физических процессов, интерпретации результатов моделирования и оценки достоверности полученных данных.
Уровень 3	Навыками применения специализированного программного обеспечения при решении комплексных инженерных задач открытой разработки, сравнении вариантов технологических решений и обосновании выбора рациональных параметров горных работ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	Основные технологические процессы открытой разработки месторождений и физические факторы, определяющие условия их выполнения. Взаимосвязь физико-механических свойств пород, состояния массива и параметров буровзрывных, выемочно-погрузочных, транспортных и отвальных процессов; основные факторы, влияющие на последовательность и эффективность выполнения горных работ. Принципы использования результатов физических исследований, инженерных расчетов, мониторинга и прогнозирования состояния массива при обосновании, корректировке и контроле оперативных и стратегических планов открытых горных работ.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	Анализировать исходные горно-геологические и физико-механические данные, необходимые для планирования технологических процессов открытой разработки. Оценивать влияние свойств и состояния массива на параметры и последовательность выполнения горных работ; анализировать отклонения фактических параметров физических и технологических процессов от расчетных значений. Использовать результаты расчетов, мониторинга и прогнозирования для обоснования и корректировки оперативных решений; устанавливать взаимосвязь между изменением состояния массива и необходимостью изменения параметров и последовательности горных работ.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	Навыками сбора, систематизации и анализа исходных данных о свойствах горных пород и условиях ведения открытых горных работ. Навыками анализа физических и технологических параметров, необходимых для обоснования последовательности и режимов выполнения горных работ. Навыками подготовки инженерно обоснованных решений для разработки и корректировки оперативных планов горных работ на основе результатов расчетов, наблюдений, мониторинга и анализа состояния массива.

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 горных пород и массивов при открытой разработке							
1.1	Физические процессы при открытой разработке месторождений. Предмет, задачи и значение дисциплины / Лек/	6	2	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 водно-физические свойства горных пород /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.4	Прочностные и деформационные свойства горных пород /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.5	Влияние природных факторов на свойства и состояние массива карьера /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

1.6	Методы определения и оценки физико-механических свойств пород для открытых горных работ /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.7	Определение плотности, пористости и влажности горных пород /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.8	Определение упругих и деформационных характеристик /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.9	Расчет и анализ прочностных характеристик горных пород / Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.10	Анализ диаграмм деформирования и разрушения пород /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.11	Оценка влияния трещиноватости, влажности и температурных факторов /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
1.12	Комплексная оценка свойств пород применительно к условиям карьера /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		1	
1.13	Классификация физических свойств горных пород. Взаимосвязь структуры и физико-механических свойств. Влияние трещиноватости и обводненности массива. Сравнительный анализ свойств различных типов пород. Расчетно-аналитическое задание по свойствам пород / Ср/	6	12	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	Раздел 2. Механические и геомеханические процессы в прибортовом массиве карьера							
2.1	Естественное напряженное состояние массива горных пород /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.2	Изменение напряженно-деформированного состояния при открытой разработке /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.3	Деформационные процессы в прибортовом массиве карьера / Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.4	Прочность массива и критерии разрушения /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.5	Устойчивость уступов и бортов карьера. Физические факторы нарушения устойчивости /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.6	Геомеханический мониторинг и управление состоянием прибортового массива /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.7	Расчет вертикальных и горизонтальных напряжений в массиве /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.8	Расчет деформационных параметров массива /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.9	Оценка прочности массива по заданным критериям /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

2.10	Анализ влияния трещиноватости на устойчивость уступа /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.11	Расчетно-аналитическая оценка устойчивости уступа и борта / Пр/	6	2	ПК-1 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		1	
2.12	Анализ геомеханической ситуации и разработка организационно-технических мероприятий /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
2.13	Формирование естественного поля напряжений. Техногенное изменение состояния прибортового массива. Физические механизмы оползней и обрушений. Факторы устойчивости уступов и бортов. Методы геомеханического мониторинга карьеров /Ср/	6	12	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	Раздел 3. Динамические и волновые процессы при открытых горных работах							
3.1	Колебательные процессы в горных породах и массивах / Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.2	Упругие 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 открытых горных работах /Лек/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.5	Сейсмическое действие массовых взрывов на массив и объекты карьера /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.6	Сейсмический и вибрационный контроль при производстве взрывных работ /Лек/	6	2	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.7	Расчет основных параметров колебаний /Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.8	Определение скорости распространения упругих волн / Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.9	Расчет параметров затухания волн в массиве /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		1	
3.10	Оценка динамического воздействия массового взрыва / Пр/	6	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.11	Анализ сейсмического воздействия на борта карьера и инженерные объекты /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		1	
3.12	Обработка и интерпретация результатов сейсмического контроля /Пр/	6	2	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

3.13	Виды колебаний и источники динамических воздействий. Волновые свойства горных пород. Затухание и рассеяние волн. Сейсмический эффект массовых взрывов. Методы регистрации и обработки вибрационных данных /Ср/	6	11,8	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
3.14	/КрТО/	6	0,2					
	Раздел 4. Физические процессы бурения и взрывного разрушения горных пород							
4.1	Физические основы разрушения горных пород /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.2	Механическое разрушение и взаимодействие инструмента с породой /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.3	Физические процессы при бурении взрывных скважин / Лек/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.4	Физические основы взрывного разрушения массива /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.5	Дробление массива и формирование зон разрушения при взрыве /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.6	Управление качеством взрывной подготовки горной массы /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.7	Расчет энергетических показателей разрушения /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.8	Определение параметров механического разрушения /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.9	Расчет и анализ параметров бурения /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.10	Расчет основных параметров взрывного разрушения /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.11	Анализ степени дробления горной массы /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.12	Выбор и корректировка параметров буровзрывной подготовки с применением расчетных средств /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-3 ПК-6	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-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	Раздел 5. Физические процессы выемки, перемещения и складирования горной массы							

5.1	Физические основы процесса экскавации горной массы /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.2	Сопротивление горных пород копанию и черпанию /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.3	Физические процессы погрузки и перемещения горной массы / Лек/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.4	Взаимодействие горной массы с транспортными средствами / Лек/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.5	Физические процессы отвалообразования и складирования /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.6	Влияние качества подготовки горной массы на производительность технологического комплекса / Лек/	7	2	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.7	Определение сопротивления горных пород экскавации /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.8	Анализ влияния кусковатости на процесс черпания /Пр/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.9	Расчет физических параметров погрузки горной массы /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.10	Анализ влияния свойств горной массы на транспортирование / Пр/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.11	Оценка физических факторов устойчивости отвала /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.12	Сравнение вариантов технологической цепи по техническим показателям /Пр/	7	2	ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
5.13	Физические закономерности процесса экскавации. Кусковатость и разрыхление горной массы. Физические свойства насыпных горных пород. Процессы перемещения горной массы. Устойчивость отвалов и складов. Аналитическое сравнение технологических вариантов /Ср/	7	11	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
	Раздел 6. Моделирование, мониторинг и управление физическими процессами открытых горных работ							
6.1	Методы экспериментального исследования физических процессов /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.2	Системы мониторинга состояния массива и технологических процессов карьера /Лек/	7	2	ПК-1 ПК-3	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.3	Физическое и математическое моделирование открытых горных работ /Лек/	7	2	ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			

6.4	Компьютерное моделирование физических и технологических процессов /Лек/	7	2	ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.5	Применение специализированного ПО при проектировании и анализе открытых горных работ /Лек/	7	2	ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.6	Использование результатов мониторинга и моделирования при оперативном и стратегическом планировании / Лек/	7	2	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.7	Обработка экспериментальных и производственных данных / Пр/	7	2	ПК-1 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.8	Построение и анализ графических зависимостей физических параметров /Пр/	7	2	ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.9	Формирование расчетной модели физического процесса / Пр/	7	2	ПК-1 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.10	Компьютерное моделирование технологического процесса /Пр/	7	2	ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.11	Сравнение вариантов технологических решений по техническим и технико-экономическим показателям / Пр/	7	2	ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.12	Комплексное задание: мониторинг → моделирование → корректировка параметров → оперативный план /Пр/	7	2	ПК-1 ПК-3 ПК-6	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
6.13	Современные методы мониторинга карьеров. Обработка и интерпретация производственных данных. Разработка расчетной модели выбранного физического процесса. Обзор специализированного ПО для открытых горных работ. Индивидуальное комплексное задание по анализу технологического варианта /Ср/	7	13,8	ПК-1 ПК-3 ПК-6	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.

Модуль 1
1. Физические свойства горных пород и их классификация.
2. Структура, текстура и трещиноватость массива.
3. Плотность, пористость и влажность.
4. Упругие и деформационные свойства.
5. Прочность при сжатии, растяжении и сдвиге.
6. Влияние природных факторов на свойства пород.
7. Методы определения физико-механических свойств.
8. Значение свойств пород для открытых горных работ.

Модуль 2
1. Естественное поле напряжений.
2. Изменение НДС при формировании карьера.
3. Деформации прибортового массива.
4. Критерии прочности.
5. Физические механизмы оползней и обрушений.
6. Устойчивость уступов и бортов.
7. Геомеханический мониторинг.
8. Управление состоянием прибортового массива.

Модуль 3
1. Параметры колебательного процесса.
2. Упругие волны в породах.
3. Отражение, преломление и затухание.
4. Динамические воздействия при ОГР.
5. Сейсмический эффект массовых взрывов.
6. Влияние трещиноватости на распространение волн.
7. Вибрационный контроль.
8. Мероприятия по снижению динамического воздействия.

Модуль 4
1. Физическая сущность разрушения.
2. Энергоемкость разрушения.
3. Механическое разрушение.
4. Физика бурения.
5. Влияние свойств пород на буримость.
6. Физические основы взрыва.
7. Формирование зон дробления.
8. Управление качеством взрывной подготовки.

Модуль 5
1. Физические основы экскавации.
2. Сопротивление копанию и черпанию.
3. Кусковатость и разрыхление.
4. Физические процессы погрузки.
5. Влияние свойств горной массы на транспорт.
6. Физика отвалообразования.
7. Устойчивость отвалов.
8. Влияние качества подготовки на производительность комплекса.

Модуль 6
1. Экспериментальные методы.
2. Мониторинг карьера.
3. Физическое и математическое моделирование.
4. Компьютерное моделирование.
5. Верификация модели.
6. Специализированное ПО.
7. Сравнение технологических вариантов.
8. Использование моделирования в 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.

ТЕМЫ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ
1. Физико-механические свойства горных пород и их влияние на технологию открытой разработки.
2. Трещиноватость массива как фактор устойчивости уступов и бортов карьера.
3. Современные методы геомеханического мониторинга карьеров.
4. Динамическое воздействие массовых взрывов на прибортовой массив.
5. Физические основы бурения взрывных скважин.
6. Энергетические закономерности разрушения горных пород.
7. Управление качеством дробления горной массы при взрывной подготовке.
8. Влияние кусковатости на экскавацию и транспортирование горной массы.
9. Физические процессы формирования и устойчивости отвалов.

10. Применение компьютерного моделирования при оценке состояния массива.
11. Специализированное программное обеспечение в проектировании открытых горных работ.
12. Использование данных мониторинга при корректировке оперативных планов карьера.

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.
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.
Устный/письменный опрос.Контроль понятий, закономерностей и терминологии. ПК-1, ПК-3
Тестирование. Контроль теоретической подготовки. ПК-1, ПК-3, ПК-6
Расчетные задачи. Расчет и интерпретация физических параметров. ПК-1, ПК-6
Практические работы. Решение инженерных задач открытых горных работ. ПК-1, ПК-3, ПК-6
Ситуационные задачи и кейсы. Анализ производственных ситуаций и обоснование решений. ПК-1, ПК-3
Расчетно-графические работы. Расчет, графическое представление и анализ. ПК-1, ПК-6
Задания по моделированию. Построение и анализ моделей. ПК-6
Комплексное инженерное задание. Анализ — расчет — моделирование — решение — план. ПК-1, ПК-3, ПК-6
Модульный контроль. Комплексная проверка результатов модуля. ПК-1, ПК-3, ПК-6
Зачет с оценкой. Промежуточная аттестация. ПК-1, ПК-3, ПК-6

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.

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.