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
(должность)

Лоцев Г.В.
(ФИО)

02.09.2026 г.

Обогащение и переработка полезных ископаемых

рабочая программа дисциплины (модуля)

Разработано **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 **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 100

самостоятельная работа 53

Виды контроля в семестрах:

экзамен 10

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**10 (5.2)**		Итого	
Недель	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	28	28	28	28
Лабораторные	18	18	18	18
Практические	54	54	54	54
Контактная работа в период экзаменационной сессии	0,3	0,3	0,3	0,3
В том числе инт.	4	4	4	4
В том числе в форме практ.подготовки	2	2	2	2
Итого ауд.	100	100	100	100
Контактная работа	100,3	100,3	100,3	100,3
Сам. работа	53	53	53	53
Часы на контроль	26,7	26,7	26,7	26,7
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):
преподаватель, Пихтовникова Александра Сергеевна _____;к.т.н., доцент, Савинков Василий Дмитриевич _____

Рецензент(ы):

Начальник управления регулирования промышленной безопасности Министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики, Гильфанов Ильдар Вазифович _____

Согласовано РОП: Физические процессы горного или нефтегазового производства – Федорова Наталья Владимировна _____

Рабочая программа дисциплины

Обогащение и переработка 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 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)

Обогащение и переработка полезных ископаемых

наименование дисциплины

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

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Основная цель освоения дисциплины "Обогащение и переработка полезных ископаемых" - это овладение студентами базовыми теоретическими знаниями и приобретение практических навыков в области технологий обогащения и переработки минерального сырья.
1.2	Для достижения данной цели ставятся следующие задачи:
1.3	1. Изучение базовых теоретических знаний;
1.4	2. Формирование практических навыков для решения различных производственных задач;
1.5	3. Формирование навыков рационального использования ресурсов и обеспечения безопасности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.1.ДВ.02
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Разрушение горных пород
2.1.2	Геология
2.1.3	Сопротивление материалов
2.1.4	Материаловедение и технология конструирования материалов
2.1.5	Термодинамика
2.1.6	Гидромеханика
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности 2
2.2.2	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Преддипломная практика
2.2.4	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-6: Способен выполнять работы по составлению проектной, служебной документации в соответствии с геологическими изысканиями различных месторождений	
Знать:	
Уровень 1	Перечень и функциональные возможности специализированного программного обеспечения, применяемого для решения базовых графических и расчетных задач в горной отрасли.
Уровень 2	Алгоритмы построения трехмерных моделей месторождений и методики расчета технико-экономических показателей с применением автоматизированных систем.
Уровень 3	Принципы интеграции различных программных комплексов в единую цифровую экосистему предприятия для сквозного контроля и оптимизации бизнес-процессов.
Уметь:	
Уровень 1	Выполнять стандартные операции по вводу и первичной обработке геологических и технических данных в цифровой среде.
Уровень 2	Создавать комплексные 3D-модели горных выработок или рудных тел и проводить вариантные расчеты производственной мощности предприятия в профильном ПО.
Уровень 3	Проводить глубокий экономический анализ и сценарное моделирование развития горных работ для выбора наиболее эффективной инвестиционной стратегии.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками использования базовых инструментов САПР (например, AutoCAD) для создания простых двумерных чертежей и планов горных работ.
Уровень 2	Методами автоматизированной оценки запасов и проектирования параметров горных работ в специализированных горно-геологических информационных системах (ГГИС).
Уровень 3	Технологиями экспертной проверки корректности цифровых моделей и навыками постановки технических заданий на разработку или адаптацию ПО под специфические задачи рудника.

ПК-5: Способен выполнять анализ работы по проектированию технологических процессов с учетом расположения производственных объектов месторождений полезных ископаемых и производства, а также инженерно-технических процессов при добыче и переработке полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	
Знать:	
Уровень 1	Состав и требования государственных стандартов (ГОСТ, СНиП) к оформлению проектно-сметной и исполнительной документации в горном деле.

Уровень 2	Процедуру согласования проектных решений и специфику разработки локальных нормативных актов (инструкций, регламентов) для конкретных условий предприятия.
Уровень 3	Законодательные основы проведения государственной экспертизы проектов и международные требования к экологической и промышленной безопасности горных производств
Уметь:	
Уровень 1	Оформлять отдельные графические и текстовые элементы пояснительных записок в соответствии с действующими регламентами и нормами.
Уровень 2	Самостоятельно разрабатывать комплексные разделы проектов на проведение горных или горно- строительных работ, обосновывая выбор технических параметров.
Уровень 3	Осуществлять общее руководство разработкой сложных проектов освоения месторождений и внедрять единую систему управления документацией на предприятии.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками работы в системах автоматизированного проектирования для подготовки простых чертежей и схем горных выработок.
Уровень 2	Методиками подготовки проектной документации для прохождения внутренней экспертизы и контроля за соблюдением нормативных требований на объекте.
Уровень 3	Навыками экспертной оценки проектных решений на предмет их соответствия перспективному развитию отрасли и защиты проектов в надзорных органах.

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 виды загрязнений при горных работах (пылегазовые выбросы, сточные воды, отвалы), экологическое законодательство и нормативы ПДК (предельно допустимых концентраций).
Уровень 2	Технологии очистки сточных вод, методы пылеподавления (орошение, использование ПАВ) и принципы рекультивации нарушенных земель (технический и биологический этапы).
Уровень 3	Принципы наилучших доступных технологий, основы экономики замкнутого цикла и международные стандарты экологического менеджмента.
Уметь:	
Уровень 1	Выполнять первичный сбор данных для экологического мониторинга и выявлять видимые нарушения природоохранного режима на производственном участке.
Уровень 2	Рассчитывать эффективность очистных сооружений, проектировать защитные барьеры и составлять графики поэтапного восстановления ландшафта.
Уровень 3	Разрабатывать комплексные программы экологической модернизации предприятия, внедрять системы мониторинга в реальном времени и обосновывать инвестиции в эко-технологии.
Владеть:	
Уровень 1	Методами элементарного контроля состояния воздуха и воды с помощью штатных приборов, а также правилами обращения с промышленными отходами.
Уровень 2	Навыками работы с программным обеспечением для оценки рассеивания выбросов и инструментарием для составления разделов ОВОС (Оценка воздействия на окружающую среду).
Уровень 3	Методологией стратегического планирования природоохранной деятельности, навыками проведения экологического аудита и управления взаимодействием с государственными надзорными органами.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	Вещественный состав сырья (классификацию, строение, физические и химические свойства минералов, составляющих руды и нерудное сырье, а также факторы, влияющие на их обогатимость)
3.1.2	Теоретические основы процессов (физико-химические и механические основы подготовительных процессов, а также основных методов обогащения)
3.1.3	Технологии (типовые и перспективные технологические схемы переработки руд черных, цветных, благородных металлов и нерудного сырья.)
3.1.4	Оборудование
3.1.5	Контроль и управление
3.1.6	Экология и безопасность
3.2	**Уметь:**
3.2.1	Анализировать сырье
3.2.2	Обоснованно выбирать оптимальный метод и технологическую схему переработки для конкретного вида сырья

3.2.3	Выбирать, рассчитывать и обосновывать применение основного и вспомогательного оборудования, контролировать его работу в соответствии с заданным технологическим режимом.
3.2.4	Разрабатывать элементы технологических регламентов и схем обогатительных процессов.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	Владеть навыками сбора, анализа и использования технической и научной информации
3.3.2	Владеть навыками анализа и оценки вредного воздействия технологических процессов на окружающую среду, а также разработки мероприятий по обеспечению промышленной и экологической безопасности.
3.3.3	Владеть навыками разработки технологических схем переработки твердых полезных ископаемых, обеспечивающих комплексность использования сырья.
3.3.4	Владеть методами расчета основных технологических показателей обогатительных операций и процессов.

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. Обогащение полезных ископаемых							
1.1	Общие сведения о переработке руд, виды полезных ископаемых и основные понятия /Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5	Э1 Э2 Э3			
1.2	Вещественный состав и технологические свойства минерального сырья как основа проектирования процессов обогащения /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э3			
1.3	Подготовительные процессы обогащения /Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5	Э3 Э4			
1.4	Основные законы дробления (Кика, Риттингера, Бонда) и расчет степени дробления. /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5				
1.5	Определение гранулометрического состава / Лаб/	10	2	ПК-6 ПК-5				
1.6	Мокрая классификация в цилиндре /Лаб/	10	2	ПК-6 ПК-5				
1.7	Обоснованный выбор типа и типоразмера дробилки для крупного дробления при заданной производительности и крупности исходного материала. /Пр/	10	2	ПК-6 ПК-5		1	1	
1.8	Основные процессы обогащения. Гравитационное, магнитное и электрическое обогащение /Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5	Э3 Э5 Э6 Э7			
1.9	Трибоэлектрическая сепарация / Ср/	10	2	ПК-6 ПК-5				
1.10	Высокоградиентная магнитная сепарация (ВГМС) /Ср/	10	2	ПК-6 ПК-5				
1.11	Основные процессы обогащения. Флотационные и специальные методы обогащения /Лек/	10	3	ПК-6 ПК-5	Э3 Э8 Э9 Э10 Э11			
1.12	Разработка реагентных режимов, схемы флотации (прямая, обратная, коллективная, селективная). /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э8			
1.13	Выбор и расчет основных параметров флотационной машины (объем камеры, расход воздуха) для заданного расхода пульпы. /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э8	1	1	

1.14	Сенсорная сортировка и радиационные методы обогащения. Физико-химические и гибридные методы обогащения. /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э9			
1.15	Вспомогательные процессы обогащения /Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5	Э3 Э12			
1.16	Углубленное сгущение и флокуляция /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э12			
1.17	Фильтрование и обезвоживание / Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э12			
	Раздел 2. Переработка продуктов обогащения							
2.1	Вспомогательные материалы для процессов переработки /Лек/	10	1	ПК-6 ПК-5	Л2.1			
2.2	Расчет требуемой чистоты концентрата /Лаб/	10	2	ПК-6 ПК-5	Л2.1			
2.3	Гидро- и пирометаллургические методы переработки обогащенных материалов /Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5	Л2.1			
2.4	Сравнительный анализ гидрометаллургических и пирометаллургических схем /Пр/	10	2	ПК-6 ПК-5		1		
2.5	Оценка применимости гидро- и пирометаллургических методов переработки /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5				
2.6	Расчет расхода реагентов для химического выщелачивания / Лаб/	10	2	ПК-6 ПК-5	Л2.1			
2.7	Обоснование и выбор циклов сверхтонкого измельчения для глубокой химической переработки /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5		1		
2.8	Биотехнологические, электрохимические и комбинированные методы переработки обогащенных материалов /Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5				
2.9	Оценка применимости биотехнологических, электрохимических и комбинированных методов переработки /Пр/	10	2	ПК-6 ПК-5				
2.10	Расчет расхода реагентов для биологического выщелачивания / Лаб/	10	2	ПК-6 ПК-5	Л2.1			
2.11	Гибридные схемы переработки обогащенного сырья /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5				
2.12	Оценка применимости гибридных схем переработки / Пр/	10	2	ПК-6 ПК-5				
	Раздел 3. Проектирование и управление процессами							
3.1	Составление и расчет технологических схем обогащения и переработки полезных ископаемых /Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5				
3.2	Методология выбора оборудования /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5				

3.3	Составление принципиальной технологической схемы обогащения и переработки конкретного типа руды /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э1 Э3			
3.4	Составление принципиальной технологической схемы обогащения и переработки горючего полезного ископаемого, индустриального и строительного сырья /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5				
3.5	Комплексное использование и вторичное сырье /Лек/	10	4	ПК-6 ПК-5	Л2.1			
3.6	Составление принципиальной технологической схемы обогащения и переработки стекольного, керамического и техногенного сырья /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5				
3.7	Составление адаптированных технологических схем обогащения и переработки под нетрадиционные способы разработки /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5				
3.8	Применение искусственного интеллекта (AI) в обогащении и переработке минерального сырья /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5				
3.9	Расчет выхода целевого продукта /Лаб/	10	2	ПК-6 ПК-5	Л2.1			
3.10	Опробование и контроль технологических процессов / Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5				
3.11	Управление качеством и рециклинг /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э12			
3.12	Определение коэффициентов извлечения, обогащения и потерь на основе заданных данных химического анализа исходного сырья и продуктов. / Лаб/	10	2	ПК-6 ПК-5	Э3			
3.13	Составление и расчет материального баланса для одностадийного и многостадийного процессов обогащения /Лаб/	10	2	ПК-6 ПК-5	Э3			
3.14	Автоматизированные системы управления и "Умная фабрика" / Ср/	10	2	ПК-6 ПК-5				
3.15	Аудит существующих схем обогащения и переработки минерального сырья /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5				
	Раздел 4. Экономические аспекты обогащения и переработки полезных ископаемых							
4.1	Экономические аспекты переработки полезных ископаемых /Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5				
4.2	Структура себестоимости переработки: анализ основных статей затрат. Экономический эффект от повышения извлечения и качества концентрата /Ср/	10	3	ПК-6 ПК-5				

4.3	Сравнительная экономическая оценка методов переработки ПИ /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5				
4.4	Оценка влияния извлечения на доход /Пр/	10	2	ПК-6 ПК-5				
4.5	Расчет себестоимости тонны полезного компонента /Лаб/	10	2	ПК-6 ПК-5				
4.6	Оптимизация схемы для повышения прибыли /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5				
	Раздел 5. Экологические аспекты обогащения и переработки полезных ископаемых							
5.1	Экологические аспекты переработки полезных ископаемых /Лек/	10	2	ПК-6 ПК-5	Э14 Э15 Э16			
5.2	Проблемы хвостохранилищ, оборотное водоснабжение (рециклинг), утилизация отходов и снижение вредных выбросов. /Ср/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э15 Э16			
5.3	Оценка воздействия процессов переработки полезного ископаемого на окружающую среду /Пр/	10	4	ПК-6 ПК-5	Э13 Э15 Э16			
5.4	/КрЭк/	10	0,3					
5.5	/Экзамен/	10	26,7					

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для оценки уровня ЗНАТЬ:

1. Что такое «полезное ископаемое» и «сырье»? Какое их основное отличие?
2. На какие главные группы подразделяются полезные ископаемые? Приведите примеры каждой из групп.
3. Что такое "обогащение полезных ископаемых" и какова его основная цель?
4. Назовите продукты обогащения и дайте им краткую характеристику.
5. Что такое вредные примеси? Приведите примеры.
6. Назовите основные стадии процесса обогащения полезных ископаемых.
7. Назовите и кратко охарактеризуйте все основные подготовительные, основные и заключительные операции в технологической схеме обогащения.
8. Перечислите подготовительные процессы в обогащении.
9. Что относится к вспомогательным процессам обогащения?
10. Что такое "обезвоживание" продуктов обогащения? Какие существуют методы обезвоживания?
11. Что такое «дробление» и «измельчение»? Какое их основное отличие?
12. Какие бывают виды воздействия разрушающей силы на дробимый материал? Дайте краткое определение каждому из них.
13. Назовите основные типы дробильного оборудования и их назначение.
14. Объясните, что такое футеровка, перечислите её основные виды и их назначение.
15. Основные источники пыли, шума и вибрации на обогатительной фабрике и методы борьбы с ними.
16. Дайте определение грохочению. Проведите сравнительный анализ самостоятельного, подготовительного и вспомогательного грохочения, указав их ключевые отличия.
17. Перечислите основные виды грохотов и их назначение.
18. Что такое классификация и какие различают виды классификаций?
19. Какие бывают виды классифицирующих аппаратов? Объясните принцип действия одного из них.
20. Какие основные методы разделения минералов используются в обогащении?
21. Объясните принцип действия гравитационных, магнитных, электрических и флотационных методов обогащения.
22. Какое оборудование используется для гравитационного обогащения?
23. Приведите классификацию методов гравитационного обогащения и объясните принцип действия одного из них.
24. Объясните принцип действия концентрационного стола.
25. Перечислите основные преимущества гравитационного обогащения.
26. Что такое магнитная сепарация, в какой среде она производится и какие различают виды магнитных сепараторов.
27. Назовите основные аппараты для флотации.
28. На какие классы подразделяются флотационные процессы в зависимости от границы раздела фаз?
29. Назовите основные группы флотационных реагентов и их функции.
30. Какие методы обогащения относятся к специальным?

Вопросы для оценки уровня УМЕТЬ:
1. Приведите несколько примеров сырья, для которого обогащение является конечной стадией переработки.
2. Что понимается под усреднением сырья? По каким показателям качества производится усреднение руд и углей.
3. Каковы основные принципы и области применения гидрометаллургических методов в переработке обогащенных материалов?
4. Для каких целей применяется пирометаллургическая переработка обогащенных материалов? Какие преимущества и недостатки у этого метода?
5. Что такое биотехнологические методы переработки минерального сырья и в чем их принципиальное отличие от традиционных физических и химических методов?
6. Какие существуют виды биовыщелачивания и каковы их особенности и области применения?
7. Опишите существующие методы обезвоживания. Для каких целей и при каких условиях применяется каждый из них?
8. Зачем на обогатительной фабрике устанавливают сгустители? Что в них происходит и почему это важно для дальнейшей работы?
9. Какие основные функции выполняют собиратели, пенообразователи и регуляторы?
10. Обоснуйте метод обогащения для золотосодержащих россыпей в условиях ограниченного водоснабжения, указав его преимущества и недостатки в данных условиях.
11. В мельницу подаётся 100 т руды. Вы знаете, что из этого 95т уходит в готовый продукт, а 5 т теряется. Напишите простое уравнение материального баланса для этой мельницы.
12. Как засорение отверстий сит повлияет на работу грохота и на следующую операцию (например, измельчение)?
13. Почему для обогащения угля часто используют метод, основанный на плотности (гравитацию), а для тонких руд цветных металлов — метод, основанный на поверхностных свойствах (флотацию)?
14. Руда содержит всего два минерала — очень тяжёлый ценный минерал и очень лёгкую пустую породу. Какой один метод обогащения будет самым эффективным и экономичным для их разделения?
15. Расположите в правильном порядке три основных этапа переработки, которые идут до флотации: грохочение, измельчение, дробление.
16. Почему в цехе измельчения и флотации необходимо строго контролировать температуру воды (пульпы)? Как изменение температуры может повлиять на эффективность работы реагентов?
17. У вас есть крупные куски руды, которые визуально делятся на богатые (темные) и пустые (светлые). Какой самый простой и экономичный метод предварительного обогащения вы примените на этом этапе, чтобы уменьшить объем материала, который пойдет на дорогостоящее измельчение?
18. Вам необходимо разделить два минерала, которые имеют почти одинаковую плотность, но один из них является хорошим проводником электричества, а другой — диэлектриком. Какой метод обогащения вы выберете?
19. Ваша обогатительная фабрика расположена рядом с жилой зоной. Какой тип процесса (сухой или мокрый) вы постараетесь исключить или минимизировать в процессе дробления и грохочения?
20. Если в руде было 10 кг ценного компонента, а в полученный концентрат перешло 9 кг этого компонента. Чему равно извлечение (в процентах)?

Вопросы для оценки уровня ВЛАДЕТЬ:
1. На основании отчета о минералогическом анализе, показывающем мелкую вкрапленность ценного минерала (менее 0.05 мм), какое основное требование будет предъявлено к технологической схеме обогащения?
2. Выявлено, что оборотная технологическая вода, загрязненная сульфидами, имеет повышенную кислотность (pH = 3), что негативно влияет на флотацию. Какой реагент является наиболее доступным и экономичным выбором для немедленной нейтрализации больших объемов этой воды?
3. Для обогащения магнетитовой руды (Fe_3O_4) необходимо разработать упрощенную принципиальную технологическую схему. Какая последовательность операций является наиболее логичной и подходящей для этого типа руды?
4. Фабрика переработала 1000 тонн руды, содержание ценного компонента в руде составило 2.0%. Получено 100 тонн концентрата с содержанием 18.0%. Какова масса ценного компонента, потерянная в хвостах?
5. Если руда содержит ценный минерал с высокой плотностью (например, золото, касситерит), какой метод обогащения будет наиболее подходящим в качестве первичного?
6. На обогатительной фабрике произошел разлив токсичного реагента (например, цианида) на рабочем участке. Каково первоочередное действие для обеспечения промышленной безопасности?
7. Если концентрат содержит слишком много воды (влаги), это приводит к двум основным экономическим потерям при транспортировке. Какие это потери?
8. Какое главное отличие процесса дробления от процесса измельчения в обогащении?
9. Основная цель процесса сгущения в обогащении?
10. Какой процесс глубокой переработки концентрата является экологически опасным из-за большого выброса диоксида серы
11. Какой основной вид энергии потребляется при процессе измельчения (в шаровых мельницах) на обогатительной фабрике?
12. Если концентрат немагнитной руды (например, золота, меди) загрязнен сильномагнитными примесями (например, магнетитом), какой вспомогательный метод поможет очистить концентрат?
13. Какой показатель является самым критичным для определения того, что дробление и измельчение были выполнены успешно?
14. Какой тип отходов обогатительной фабрики создает наибольшие проблемы со складированием из-за своего большого объема?
15. Какой вспомогательный реагент используется для стабилизации пены во флотационной машине?
16. Какое основное требование к концентрату при переработке концентратов пирометаллургическим методом (обжиг, плавка)?
17. Какое свойство минерала используют для разделения в тяжелосредных сепараторах?

18. Какой процесс обеспечивает физическое разделение твердого осадка и воды после сгущения?
19. Что используют для предотвращения слипания мелких частиц глины и других примесей в пульпе (что мешает флотации)?
20. Какой коэффициент показывает, во сколько раз увеличилось содержание ценного компонента в концентрате по сравнению с исходной рудой?

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану, выполнение курсовой работы не предусмотрено.

5.3. Фонд оценочных средств

Технологическая карта дисциплины продемонстрирована в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
Перечень практических работ с указанием тематики, кратким описание целевых установок и результатов выполнения работы продемонстрирован в ПРИЛОЖЕНИИ 4.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
Перечень лабораторных работ с указанием тематики, кратким описание целевых установок и результатов выполнения работы продемонстрирован в ПРИЛОЖЕНИИ 5.
РЕФЕРАТ
Согласно технологической карте дисциплины (ПРИЛОЖЕНИЕ 1) выполнение и защита рефератов производится в период проведения 1 и 2 модулей. Тема реферата выбирается из предложенного ниже списка (№1-20 - 1 модуль; №21-40 - 2 модуль).
1. Обогащение медных руд.
2. Обогащение алмазов.
3. Обогащение руд черных металлов (железо, марганец, хром).
4. Обогащение углей.
5. Обогащение нерудных полезных ископаемых (фосфаты, калийные соли и т.д.).
6. Обогащение алюминиевых руд.
7. Обогащение свинцово-цинковых руд.
8. Технологии обогащения золотосодержащих руд.
9. Обогащение редких и редкоземельных металлов.
10. Обогащение титановых руд.
11. Обогащение техногенных минеральных образований (отвалы и шламы).
12. Комплексное использование полиметаллических руд: разработка схем, обеспечивающих максимальное извлечение всех ценных компонентов.
13. Автоматизация и цифровизация обогатительных фабрик: применение онлайн-анализаторов и систем управления в реальном времени.
14. Методы обезвоживания и сгущения тонкодисперсных хвостов: современные решения для снижения экологической нагрузки.
15. Перспективы применения специальных методов обогащения: радиометрическая и рентгенорадиометрическая сепарация для предварительной сортировки руды.
16. Современные тенденции в области флотационных реагентов: разработка и применение биореагентов и нетоксичных собирателей.
17. Проблемы и перспективы переработки низкосортных и забалансовых руд с использованием методов кучного или подземного выщелачивания.
18. Использование отходов обогащения (хвостов) для производства строительных материалов и геополимеров: технико-экономическое обоснование.
19. Проблемы и решения в области очистки и повторного использования оборотных вод флотации.
20. Разработка и внедрение бессточных (замкнутых) технологических циклов на обогатительных фабриках.
21. Гидрометаллургические методы переработки обогащенных материалов.
22. Пирометаллургические методы переработки обогащенных материалов.
23. Биотехнологические методы переработки обогащенных материалов.
24. Электрохимические методы переработки обогащенных материалов.
25. Комбинированные методы переработки обогащенных материалов.
26. Производство чугуна и стали
27. Переработка концентратов тяжелых цветных металлов
28. Переработка концентратов благородных металлов
29. Переработка концентратов легких металлов
30. Переработка концентратов редких металлов
31. Коксование и газификация углей
32. Переработка апатитовых и фосфоритовых концентратов
33. Переработка отработанных аккумуляторов и батарей.
34. Использование нанотехнологий в переработке обогащенных материалов.
35. Переработка золошлаковых отходов.
36. Переработка отходов нефтеперерабатывающей промышленности.
37. Использование продуктов хвостов и шламов флотации для производства керамических и строительных материалов.
38. Проблемы и решения в области переработки пылей и шламов металлургического производства, полученных из обогащенного сырья.
39. Технологии гранулирования и окомкования концентратов: повышение прочности и снижение потерь при транспортировке и плавке.

40. Особенности переработки графитовых концентратов: методы очистки и получения сферического графита для аккумуляторной индустрии.

ТЕСТ
Тестовые вопросы по разделу "Обогащение полезных ископаемых" с вариантами ответов приводятся в ПРИЛОЖЕНИИ 6.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Практические работы
Лабораторные работы
Рефераты
Тест

Технологическая карта дисциплины продемонстрирована в ПРИЛОЖЕНИИ 1. Шкалы оценивания по всем видам оценочных средств приводятся в ПРИЛОЖЕНИИ 8.

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Самылин В.Н.	Конспект лекций по дисциплине «Переработка, обогащение и комплексное использование полезных ископаемых»: курс лекций	Донецк: ДонНТУ 2007

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Методическое пособие по дисциплине основы технологии переработки руд	https://portal.tpu.ru/SHARED/v/VPI/ucheba/pererab/Tab
Э2	Видеоматериал: Роли и задачи обогащения	https://www.youtube.com/watch?
Э3	Донияров Н.А., Хужамов У.У. учебно-методический комплекс по курсу: подготовка руд к переработке	https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-uchebno-
Э4	Видеоматериал: Дробление и измельчение полезных ископаемых	https://www.youtube.com/watch?
Э5	Видеоматериал: Роли и задачи обогащения	https://www.youtube.com/watch?v=s8m4L38cP7Y&list=
Э6	Видеоматериал: Гравитационное обогащение полезных ископаемых	https://www.youtube.com/watch?
Э7	Видеоматериал: Магнитное обогащение полезных ископаемых	https://www.youtube.com/watch?v
Э8	Флотационные методы обогащения полезных ископаемых : учебник для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования / А.Н. Корчевский, Е.И. Назимко, В.Г. Науменко, Н.А. Звягинцева; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 191 с.	
Э9	Лозовая С.Ю. Модуль 2. Специальные методы обогащения. г. Белгород. 2012 г.	https://ppt-online.org/94438
Э10	Видеоматериал: Флотационное обогащение полезных ископаемых	https://www.youtube.com/watch?v=
Э11	Видеоматериал: Реагентное хозяйство флотационных обогатительных фабрик	https://www.youtube.com/watch?
Э12	Вспомогательные процессы обогащения	https://ppt-online.org/782681?
Э13	Методического пособия по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов», Минстройматериалов СССР, 1985г.	https://meganorm.ru/Index2/1/4293837/4293837763.htm
Э14	Положение о рекультивации земель, нарушенных в процессе пользования недрами. Постановление Правительства Кыргызской Республики от 18 августа 2017 года №517	https://cbd.minjust.gov.kg/100259/edition/1197952/ru
Э15	Закон КР «Об охране окружающей среды» от 16.06.1999 г. №53	https://cbd.minjust.gov.kg/218/edition/11538/ru
Э16	Закон КР «Об охране атмосферного воздуха» от 12.06.1999 г. №51	https://cbd.minjust.gov.kg/216/edition/10665/ru

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	Традиционные образовательные технологии - лекции, практические и лабораторные работы.
6.3.1.2	Занятия в интерактивной форме, которые формируют системное мышление и способность генерировать идеи при решении различных творческих задач. К ним относятся: анализ ситуаций по заданной теме, сопоставление решений, принятых при различных подходах к поставленной проблеме.
6.3.1.3	Информационные образовательные технологии - самостоятельное использование студентом компьютерной техники и интернет-ресурсов для выполнения практических заданий и самостоятельной работы

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	
6.3.2.1	ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ:
6.3.2.2	Горная энциклопедия - http://mining-enc.ru
6.3.2.3	Библиотека КРСУ - http://lib.krsu.edu.kg/index.php?name=search
6.3.2.4	ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:
6.3.2.5	Microsoft Office, MathType, ABBYY FineReader, Adobe Acrobat - для создания, просмотра и форматирования текстовых форматов, электронных таблиц, презентаций и др.
6.3.2.6	Adobe Photoshop, RasterStitch - для создания, просмотра и форматирования различных изображений.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Аудитория, оснащенная презентационной техникой, с посадочными местами по количеству обучающихся для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.
7.2	Набор презентаций по "Обогащению и переработке полезных ископаемых".

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

Технологическая карта дисциплины продемонстрирована в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

МОДУЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВКЛЮЧАЕТ:
1. Текущий контроль: усвоение учебного материала на аудиторных занятиях (лекциях, лабораторных и практических работах, в том числе учитывается посещение и активность) и выполнение обязательных заданий для самостоятельной работы
2. Рубежный контроль: проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом. Выполнение модульных контрольных заданий проводится в письменном виде или форме защиты обязательных заданий для самостоятельной работы (практических работ) и является обязательной компонентой модульного контроля.
3. Промежуточный контроль - завершенная задокументированная часть учебной дисциплины (зачет) – совокупность тесно связанных между собой зачетных модулей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ
При явке на экзамены и зачёты студенты обязаны иметь при себе зачётные книжки, которые они предъявляют экзаменатору в начале экзамена или зачета.
На промежуточном контроле студент должен верно ответить на теоретические вопросы билета.
Оценка промежуточного контроля:
- min 20 баллов - Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ (в случае, если при ответах на заданные вопросы студент правильно формулирует основные понятия)
- 20-25 баллов – Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае, если студент правильно формулирует сущность заданной в билете проблемы и дает рекомендации по ее решению)
- 25-30 баллов - Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае полного выполнения контрольного задания).

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ.
Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:
1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.
2. При подготовке к следующей лекции нужно просмотреть текст предыдущего материала, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.
3. В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой. Теоретический материал становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта изучаются и книги. При усвоении теоретического материала рекомендуется использовать основную литературу из предлагаемого списка и конспект. Для лучшего понимания материала и самопроверки знаний полезно ответить на вопросы к лекциям и тестам по данной теме.
4. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении задания нужно сначала понять, что в нем требуется, какие задачи нужно решить, наметить план решения.
5. Для подготовки к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. Рекомендуется использовать методические указания по курсу, глоссарий (ПРИЛОЖЕНИЕ 2), тезисы лекций (ПРИЛОЖЕНИЕ 3). При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в нем, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем провести анализ и сделать качественный вывод. Рекомендуется использовать:
• Лекции преподавателя
• Глоссарий
• Методические указания преподавателя по выполнению практических и лабораторных работ
• Учебники и пособия по проектированию разработки полезных ископаемых традиционным способом.
6. При подготовке к промежуточному и рубежному контролям нужно изучить теорию, терминологию, основные подходы к освещению конкретной темы.
8. Отработки пропущенных занятий.
Контроль над усвоением студентами материала учебной программы дисциплины осуществляется систематически

преподавателем кафедры и отражается в журнале преподавателя в баллах. Студент, получивший неудовлетворительную оценку по текущему материалу, обязан подготовить данный раздел и ответить по нему преподавателю на индивидуальном собеседовании. При фронтальном обучении неудовлетворительная оценка должна быть отработана в течение месяца со дня ее получения, при цикловом обучении - до конца цикла.
Пропущенная без уважительных причин лекция должна быть отработана методом устного опроса лектором или подготовки реферата по материалам пропущенной лекции в течение месяца со дня пропуска. Возможны и другие методы отработки пропущенных лекций (опрос на практических и лабораторных занятиях, тестовый контроль и т.д.).
Отработка практических занятий.
- Каждое занятие, пропущенное студентом без уважительной причины, отрабатывается в обязательном порядке. Отработки проводятся по расписанию кафедры, согласованному с деканатом.
- При фронтальном обучении пропущенные занятия должны быть отработаны в течение 10 дней со дня пропуска, при цикловом обучении - до конца цикла. Пропущенные студентом без уважительной причины практические занятия отрабатываются не более одного занятия в день. Пропущенные занятия по уважительной причине (по болезни, пропуски с разрешения деканата) отрабатываются по тематическому материалу без учета часов.
- Студент, не отработавший пропуск в установленные сроки, допускается к очередным занятиям только при наличии разрешения декана или его заместителя в письменной форме. Не разрешается устранение от очередного практического занятия студентов, слабо подготовленных к данным занятиям.
- Для студентов, пропустивших практические и лабораторные занятия из-за длительной болезни, отработка должна проводиться после разрешения деканата по индивидуальному графику, согласованному с кафедрой.
- В исключительных случаях (участие в межвузовских конференциях, соревнованиях, олимпиадах, дежурство и др.) декан и его заместитель по согласованию с кафедрой могут освобождать студентов от отработок некоторых пропущенных занятий.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА
Рекомендации по выполнению и защите практических работ:
1. Порядок выполнения практических работ подробно описывается в разработанных и предоставленных всем студентам методических указаниях преподавателя
2. Результатом выполненной практической работы служит файл в электронном формате различного расширения (.dwg, .kml, .pdf и др. в зависимости от выполняемого задания).
3. Инструкция по защите практической работы:
-предоставить результат выполненной работы в конечном виде;
-кратко и четко описать ход выполнения работы;
-быстро отвечать на вопросы, поставленные преподавателем касательно выполненной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
Рекомендации по выполнению и защите лабораторных работ:
1. Лабораторная работа оформляется в виде отчета на листах стандартного формата (А- 4) шрифтом TimesNewRoman, 14. Начинается с титульного листа (оформляется по образцу ПРИЛОЖЕНИЕ 7), в котором указывается название вуза, учебной дисциплины, тема и номер лабораторной работы, фамилия и инициалы студента, номер академической группы или название кафедры, год и географическое место местонахождения вуза. Затем, с нового листа, дублируется название и номер лабораторной работы, указывается ее цель, задачи и исходные данные для расчетов. Далее проводится непосредственный расчет с указанием формул, их расшифровкой и численными значениями. Написание формул допускается лишь с использованием ПО MathType.
2. Порядок выполнения лабораторных работ подробно описывается в разработанных и предоставленных всем студентам методических указаниях преподавателя
3. Инструкция по защите практической работы:
-предоставить результат выполненной работы (отчет);
-кратко и четко описать ход выполнения работы;
-быстро отвечать на вопросы, поставленные преподавателем касательно выполненной работы.

РЕФЕРАТ
Рекомендации по написанию реферата.
1.Тема реферата выбирается из предложенного списка ФОС и должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия.
2.Реферат должен основываться на проработке нескольких дополнительных к основной литературе источников. Как
3. План реферата должен быть авторским. В нем проявляется подход автора, его мнение, анализ проблемы.
4.Реферат оформляется в виде текста на листах стандартного формата (А- 4) шрифтом Times New Roman, 14. Начинается с титульного листа (оформляется по образцу ПРИЛОЖЕНИЕ 7), в котором указывается название вуза, учебной дисциплины, тема реферата, фамилия и инициалы студента, номер академической группы или название кафедры, год и географическое место местонахождения вуза. Затем следует оглавление с указанием страниц разделов. Сам текст реферата необходимо подразделить на разделы: главы, подглавы и озаглавить их. Приветствуется использование в реферате количественных данных и иллюстраций (графики, таблицы, диаграммы, рисунки).
5.Завершают реферат разделы "Заключение" и "Список использованной литературы". В заключении представлены основные выводы, ясно сформулированные в тезисной форме и, обычно, пронумерованные.
6.Список литературы должен быть составлен в полном соответствие с действующим стандартом (правилами), включая особую расстановку знаков препинания. Для этого достаточно использовать в качестве примера любую книгу изданную крупными научными издательствами: «Издательский Дом МИСиС», "Разработка нефтяных и газовых месторождений", и др. Или приведенный выше список литературы.
7. Примерное содержание работы (общий объем: 13-15 стр.):

-Введение (цели, задачи) 1-2 стр.
-Основная часть 10-12 стр.
-Заключение 1-2 стр.
-Список использованной литературы 1стр.
9. Инструкция докладчикам:
-использовать технические средства (приветствуется мультимедийная демонстрация - презентация);
-знать и хорошо ориентироваться в теме всего доклада;
-уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
-четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7 мин.; дискуссия - 5 мин.;
Необходимо помнить, что выступление состоит из трех частей: вступление, основная часть и заключение.

ТЕСТ
Тестовые вопросы по обогащению полезного ископаемого с вариантами ответов приводятся в ПРИЛОЖЕНИИ 6.