Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики
Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина
Политехнический Институт
Высшая школа «Природопользования, мехатроники и транспорта»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Переработка полезных ископаемых»

Разработано	**Высшая школа Природопользования, мехатроники и**
Учебный план	210504_26_1 гд пррм.plx Специальность 21.05.04 - РФ, 630003 - КР Горное дело Специализация "Подземная разработка рудных месторождений"
Квалификация	**специалист**
Форма обучения	**очная**

Бишкек – 2026 г.

Фонд оценочных средств предназначен для контроля обучающихся специальности 21.05.04 - РФ, 630003 - КР Горное дело Специализации "Подземная разработка рудных месторождений" в соответствии с ФГОС 3++ по дисциплине «Переработка полезных ископаемых»

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта
Протокол от 02.09.2026 г. № 1

Руководитель подразделения: Алсеитов Мирлан Тилегенович _____

Руководитель образовательной программы: Абдурахмонов Гуломжон Азамович _____

СОСТАВИТЕЛИ:
Преподаватель Пихтовникова Александра Сергеевна _____

К.т.н.., доцент Савинков Василий Дмитриевич _____

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по образовательной деятельности Политехнического института
Комарцов Никита Михайлович _____

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения	Виды оценочных средств
ПК-1. Способен осуществлять техническое руководство подземными горными и взрывными работами при разведке, добыче твердых полезных ископаемых и эксплуатации подземных объектов.	**Знать:** основные стадии подготовки, обогащения и переработки полезных ископаемых; технологические свойства минерального сырья, принципы выбора оборудования и требования к безопасной организации производственных процессов. **Уметь:** анализировать исходные данные о составе и свойствах сырья; обосновывать выбор последовательности технологических операций и оборудования; рассчитывать материальный баланс и основные показатели извлечения. **Владеть:** методами анализа технологических процессов и контроля их параметров; навыками составления принципиальных технологических схем и оценки эффективности переработки минерального сырья.	Практические работы (выбор оборудования и составление технологических схем) – прил. 1; лабораторные работы (материальный баланс и показатели обогащения) – прил. 2; зачёт с оценкой – прил. 5.
ПК-2. Способен разрабатывать мероприятия по снижению техногенного воздействия горного производства на окружающую среду.	**Знать:** основные источники загрязнения при обогащении и переработке полезных ископаемых; экологические риски хвостохранилищ, методы очистки и оборотного водоснабжения, принципы рационального использования минерального сырья. **Уметь:** анализировать воздействие процессов переработки на окружающую среду; выбирать меры по сокращению выбросов, сбросов и отходов; обосновывать применение ресурсосберегающих технологий и рециклинга. **Владеть:** навыками оценки экологических последствий технологических решений, разработки природоохранных мероприятий и выбора способов комплексного использования сырья и отходов переработки.	Практическая работа (оценка воздействия переработки на окружающую среду) – прил. 1; реферат (экологические и ресурсосберегающие технологии) – прил. 3; зачёт с оценкой – прил. 5.
ПК-3. Способен организовывать и контролировать производственные процессы на объектах подземной добычи полезных ископаемых.	**Знать:** технологическую последовательность операций обогащения и переработки, назначение основного и вспомогательного оборудования; показатели производительности, качества продуктов и экономической эффективности процессов. **Уметь:** выбирать и рассчитывать параметры технологического оборудования; анализировать работу отдельных стадий переработки, определять выход и извлечение ценного компонента; оценивать влияние технологических решений на себестоимость. **Владеть:** методами расчёта и контроля технологических показателей, составления материальных балансов и оценки работы оборудования; навыками сопоставления вариантов переработки по техническим и экономическим критериям.	Лабораторные работы (расчёт показателей и себестоимости) – прил. 2; практические работы (расчёт оборудования и экономическая оценка) – прил. 1; тест – прил. 4; зачёт с оценкой – прил. 5.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

4 курс, 8 семестр. Трудоемкость – 3 ЗЕ. Отчетность – зачет с оценкой

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	Зачетный минимум	Зачетный максимум	График контроля
Модуль 1					
Обогащение полезных ископаемых	Текущий контроль	Активность, посещаемость, письменные отчеты по лабораторным работам, глоссарий	3	5	30 неделя
	Рубежный контроль	Выполнение и защита практических работ и реферата, тест	12	20	
Модуль 2					
Переработка продуктов обогащения	Текущий контроль	Активность, посещаемость, письменные отчеты по лабораторным работам, глоссарий	3	5	33 неделя
	Рубежный контроль	Выполнение и защита практических работ и реферата	12	20	
Модуль 3					
Экологические и экономические аспекты переработки полезных ископаемых	Текущий контроль	Активность, посещаемость, письменные отчеты по лабораторным работам, глоссарий	5	10	35 неделя
	Рубежный контроль	Выполнение и защита практических работ	5	10	
ВСЕГО за семестр			**40**	**70**	
Промежуточный контроль (Зачет)			**20**	**30**	39-40 неделя
Семестровый рейтинг по дисциплине			**60**	**100**	

3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
Перечень практических работ, включающий их тематику, цели, задачи и планируемые результаты, представлен в ПРИЛОЖЕНИИ 1. Содержание практических работ направлено на формирование и оценку уровня освоения всех компетенций, предусмотренных рабочей программой.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
Перечень лабораторных работ с указанием тематики, кратким описание целевых установок и результатов выполнения работы продемонстрирован в ПРИЛОЖЕНИИ 2. Содержание лабораторных работ направлено на формирование и оценку уровня освоения компетенций ПК-1 и ПК-3.

РЕФЕРАТ
Согласно технологической карте дисциплины (глава 1) выполнение и защита рефератов производится в период проведения 1 и 2 модулей. Тема реферата выбирается из предложенного в ПРИЛОЖЕНИИ 3 списка (№1-20 - 1 модуль; №21-40 – 2 модуль). Выполнение реферата направлено на формирование и оценку уровня освоения компетенции ПК-2 «Способен разрабатывать мероприятия по снижению техногенного воздействия горного производства на окружающую среду».

ТЕСТ
Тестовые вопросы по разделу "Обогащение полезных ископаемых" с вариантами ответов приводятся в ПРИЛОЖЕНИИ 4. Тест направлен на оценку уровня освоения компетенции ПК-3 «Способен организовывать и контролировать производственные процессы на объектах подземной добычи полезных ископаемых».

ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)
Согласно учебному плану, выполнение курсовой работы не предусмотрено.

ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ
Согласно рабочей программе дисциплины, итоговой формой контроля является зачет с оценкой, проводимый в форме устного ответа по экзаменационному билету, включающему три вопроса. Экзаменационные вопросы и задания охватывают основные разделы дисциплины и направлены на комплексную оценку уровня освоения обучающимися теоретических знаний, практических навыков и умений, а также степени сформированности всех компетенций, предусмотренных образовательной программой. Перечень контрольных вопросов и заданий представлен в ПРИЛОЖЕНИИ 5.

Шкалы оценивания по всем видам оценочных средств приводятся в ПРИЛОЖЕНИИ 6.

Приложение 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

по дисциплине «Переработка полезных ископаемых»

Порядковый номер практической работы	Наименование практической работы	Цель практической работы	Результаты практической работы
Раздел 1. Обогащение полезных ископаемых			
Практическая работа №1	Обоснованный выбор типа и типоразмера дробилки для крупного дробления при заданной производительности и крупности исходного материала.	Научиться обосновывать выбор типа и типоразмера дробилки для крупного дробления на основе заданной производительности и крупности исходного материала, учитывая технологические и конструктивные параметры оборудования.	Произведен расчет и обоснован выбор типа и типоразмера дробилки для заданных условий. Сделан вывод о соответствии выбранного оборудования требованиям производственного процесса и заданной производительности.
Практическая работа №2	Составление принципиальной технологической схемы обогатительной фабрики для конкретного типа руды	Научиться составлять принципиальную технологическую схему обогатительной фабрики для конкретного типа руды с учетом физико-химических свойств сырья и требований по извлечению полезного компонента.	Разработана принципиальная технологическая схема обогатительной фабрики для выбранного типа руды. Сделан вывод о целесообразности последовательности операций и эффективности предлагаемой схемы переработки.
Практическая работа №3	Выбор и расчет основных параметров флотационной машины (объем камеры, расход воздуха) для заданного расхода пульпы.	Научиться выбирать и рассчитывать основные параметры флотационной машины — объем камеры и расход воздуха — на основе заданного расхода пульпы для эффективного извлечения полезного компонента.	Рассчитаны объем флотационной камеры и расход воздуха для заданного расхода пульпы. Сделан вывод о соответствии параметров машины требованиям технологического процесса и эффективности флотации.
Раздел 3. Экологические и экономические аспекты переработки полезных ископаемых			
Практическая работа №4	Оценка воздействия процессов переработки полезного ископаемого на окружающую среду	Научиться оценивать влияние технологических процессов переработки полезного ископаемого на окружающую среду, выявлять источники загрязнения и разрабатывать меры по их снижению.	Проанализированы основные этапы переработки и их воздействие на окружающую среду. Сделан вывод о потенциальных экологических рисках и предложены меры по минимизации негативного воздействия.
Практическая работа №5	Сравнительная экономическая оценка методов переработки ПИ	Научиться проводить экономическую оценку различных методов переработки полезного	Проведено сравнение затрат и выхода полезного компонента для разных методов переработки. Сделан вывод о

Порядковый номер практи-ческой работы	Наименование практической работы	Цель практической работы	Результаты практической работы
		ископаемого и определять наиболее рациональный способ с точки зрения затрат и эффективности извлечения полезного компонента.	наиболее экономически выгодном методе переработки для данного типа сырья.
Практическая работа №6	Оценка влияния извлечения на доход	Научиться оценивать влияние степени извлечения полезного компонента на экономический результат производства, в частности на доход от реализации продукции.	Рассчитан доход предприятия при разных степенях извлечения полезного компонента. Сделан вывод о зависимости экономической эффективности процесса от показателей извлечения.

Приложение 2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАДАНИЙ

по дисциплине «Переработка полезных ископаемых»

Порядковый номер лабораторной работы	Наименование лабораторной работы	Цель лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Раздел 1. Обогащение полезных ископаемых			
Лабораторная работа №1	Определение гранулометрического состава	Определить гранулометрический (зерновой) состав исследуемой горной породы (или сыпучего материала) методом ситового анализа и построить гранулометрическую кривую для характеристики крупности и однородности материала.	Основные показатели гранулометрического состава: средний диаметр частиц, коэффициент однородности, коэффициент неравномерности (при необходимости). вывод о степени однородности и пригодности материала для дальнейших технологических процессов (например, для дробления, сортировки, обогащения или строительных целей).
Лабораторная работа №2	Мокрая классификация в цилиндре	Ознакомиться с методом мокрой классификации сыпучих материалов в цилиндре, определить распределение частиц по крупности в суспензии и оценить эффективность разделения фракций.	Проведена мокрая классификация образца, определено распределение частиц по крупности. Построена гранулометрическая кривая и сделан вывод о дисперсности материала.
Лабораторная работа №3	Составление и расчет материального баланса для одностадийного и многостадийного процессов обогащения	Научиться составлять и рассчитывать материальный баланс для одностадийных и многостадийных процессов обогащения руд, определить распределение массы и выхода полезного компонента на каждой стадии.	Составлены материальные балансы для одностадийного и многостадийного процессов. Определены массы продуктовых потоков и выход полезного компонента на каждой стадии, сделан вывод о распределении вещества и эффективности процесса.
Лабораторная работа №4	Определение коэф.извлечения, обогащения и потерь на основе заданных данных химического анализа исходного сырья и продуктов.	Научиться рассчитывать коэффициенты извлечения, обогащения и потерь полезного компонента на основе данных химического анализа исходного сырья и продуктов обогащения.	По заданным данным химического анализа рассчитаны коэффициенты извлечения, обогащения и потерь. Сделан вывод о степени эффективности процесса обогащения и распределении полезного компонента между продуктами.
Раздел 2. Переработка продуктов обогащения			
Лабораторная работа №5	Расчет расхода реагентов для химического выщелачивания	Научиться рассчитывать необходимый расход реагентов для химичес-кого выщелачива-ния на основе состава сырья и заданных технологических параметров процесса.	Рассчитан расход основных реагентов для выщелачивания данного образца. Сделан вывод о рациональности и эффективности использования реагентов в процессе.

Порядковый номер лабораторной работы	Наименование лабораторной работы	Цель лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Лабораторная работа №6	Расчет расхода реагентов для биологического выщелачивания	Научиться определять расход реагентов для биологического выщелачивания руд на основе состава сырья и условий процесса, обеспечивая эффективное извлечение полезного компонента.	Рассчитан расход необходимых реагентов для биологического выщелачивания данного образца. Сделан вывод о целесообразности использования реагентов для оптимизации процесса.
Лабораторная работа №7	Расчет требуемой чистоты концентрата	Научиться определять требуемую чистоту концентрата на основе состава исходного сырья и технологических показателей обогащения для обеспечения заданного выхода полезного компонента.	Рассчитана требуемая чистота концентрата для данного процесса обогащения. Сделан вывод о соответствии концентрации концентрата установленным технологическим требованиям.
Лабораторная работа №8	Расчет выхода целевого продукта	Научиться определять выход целевого продукта на основе состава исходного сырья и параметров технологического процесса, оценивать эффективность обогащения или переработки.	Рассчитан выход целевого продукта для исследуемого процесса. Сделан вывод о степени извлечения полезного компонента и эффективности технологической схемы.
Раздел 3. Экологические и экономические аспекты переработки полезных ископаемых			
Лабораторная работа №9	Расчет себестоимости тонны полезного компонента	Научиться определять себестоимость тонны полезного компонента на основе затрат на добычу, обогащение и переработку сырья, а также выхода продукта.	Рассчитана себестоимость тонны полезного компонента для заданного технологического процесса. Сделан вывод о экономической эффективности производства и рациональности использования ресурсов.

Приложение 3. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

по дисциплине «Переработка полезных ископаемых»

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.

Приложение 4. ТЕСТ ПО ОБОГАЩЕНИЮ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

по дисциплине «Переработка полезных ископаемых»

1. Какой процесс используется для разделения минералов на основе различий в их плотности?

а) Флотация.
б) Магнитная сепарация.
в) Гравитационное обогащение.
г) Электростатическая сепарация.

2. Какой фактор наиболее существенно влияет на эффективность разделения минералов в отсадочной машине?

а) Скорость потока воды.
б) Размер и форма частиц.
в) Соотношение плотностей минералов.
г) Все перечисленные факторы.

3. Какой процесс используется для разделения минералов по их способности смачиваться водой?

а) Магнитная сепарация.
б) Флотация.
в) Гравитационное обогащение.
г) Электростатическая сепарация.

4. Что такое гидроциклон?

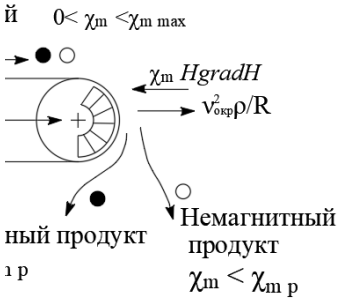
а) Оборудование для магнитной сепарации.
б) Оборудование для флотации.
в) Оборудование для разделения материала по плотности.
г) Оборудование для обезвоживания материала.

5. Какой тип дробилки наиболее эффективен для крупного дробления руд с высокой степенью крепости?

а) Щековая дробилка.
б) Конусная дробилка.
в) Валковая дробилка.
г) Молотковая дробилка.

і метод обогащения продемонстрирован на рисунке?

ітная сепарация.
ция.
гационное обогащение.
остатическая сепарация.



7. На сколько категорий делятся полезные ископаемые в зависимости от предела прочности на сжатие?

а) Три.
б) Две.
в) Четыре.
г) Пять.

8. В чем заключается особенность применения гидроциклонов для классификации материалов?

а) Разделение материалов по крупности под действием гравитационной силы.
б) Разделение материалов по крупности под действием центробежной силы.
в) Разделение материалов по плотности под действием гравитационной силы.
г) Разделение материалов по плотности под действием центробежной силы.

9. Как влияет влажность руды на эффективность дробления в щековой дробилке?

а) Влажность не оказывает влияния.
б) Повышенная влажность снижает эффективность дробления из-за налипания материала.
в) Повышенная влажность увеличивает эффективность дробления за счет снижения крепости материала.
г) Эффект зависит от типа руды и влажности.

10. В чем заключается особенность применения шлюзов для обогащения россыпных месторождений?

а) Высокая производительность и низкие капитальные затраты.
б) Высокая степень извлечения полезного компонента.
в) Возможность переработки руд с низким содержанием полезного компонента.
г) Низкие эксплуатационные затраты и простота конструкции.

11. Как влияет крупность кусков руды на эффективность усреднения?

а) Крупность кусков не оказывает влияния.
б) Уменьшение крупности кусков увеличивает эффективность усреднения.
в) Увеличение крупности кусков увеличивает эффективность усреднения.
г) Оптимальная крупность кусков зависит от метода усреднения.

12. Что такое магнитная сепарация?

а) Процесс разделения минералов с использованием различий в их плотности.
б) Процесс разделения минералов с использованием магнитных свойств.
в) Процесс разделения минералов с использованием различий в их поверхностных свойствах.
г) Процесс разделения минералов с использованием электрических свойств.

13. Какова основная цель усреднения руд?

а) Увеличение содержания полезного компонента в руде.
б) Снижение колебаний качества руды, поступающей на обогащение.
в) Уменьшение объема руды, поступающей на обогащение.
г) Измельчение руды до требуемой крупности.

14. Как влияет загрузка мельницы на производительность и качество измельчения?

а) Загрузка мельницы не оказывает влияния.
б) Увеличение загрузки мельницы увеличивает производительность и улучшает качество измельчения.
в) Увеличение загрузки мельницы снижает производительность и ухудшает качество измельчения.
г) Существует оптимальная загрузка мельницы для каждого типа руды.

15. Как влияют размеры поверхности грохочения на ее производительность?

а) Производительность грохота обратно пропорциональна длине сита.
б) Производительность грохота прямо пропорциональна ширине сита.
в) Производительность грохота прямо пропорциональна длине сита
г) Производительность грохота обратно пропорциональна ширине сита.

16. Какие из перечисленных ниже минералов относятся к парамагнитным?

а) Магнетит, франклинит, маггемит, титаномагнетит.
б) Оксиды, гидроксиды, карбонаты железа, марганца и хрома
в) Ильменит, вольфрамит, гранат, биотит апатит, циркон, рутил
г) Кварц, полевые шпаты, кальцит, касситерит, апатит, циркон, рутил

17. По какой формуле определяется критическая скорость вращения мельницы?

а) $N_{кр} = 42,3/\sqrt[3]{D}$.
б) $N_{кр} = 42,3/\sqrt{D}$
в) $N_{кр} = 22,3/\sqrt[3]{D}$
г) $N_{кр} = 42,3/\sqrt{D}$

18. Как влияет амплитуда колебаний на эффективность грохочения?

а) Амплитуда колебаний не оказывает влияния.
б) Увеличение амплитуды колебаний увеличивает эффективность грохочения.
в) Увеличение амплитуды колебаний снижает эффективность грохочения из-за чрезмерного подбрасывания материала.
г) Существует оптимальная амплитуда колебаний для каждого типа материала.

19. Что означает термин "пульпа"?

а) Сухая измельченная руда.
б) Смесь измельченной руды с водой.
в) Чистый концентрат.
г) Отходы обогащения.

20. Какова основная цель обезвоживания концентрата?

а) Увеличение содержания полезного компонента в концентрате.
б) Снижение влажности концентрата для удобства транспортировки и дальнейшей переработки.
в) Уменьшение объема концентрата.
г) Измельчение концентрата до требуемой крупности.

21. Какой тип оборудования используется для гравитационного обогащения?

а) Магнитные сепараторы.
б) Флотационные машины.
в) Концентрационные столы.
г) Электростатические сепараторы.

22. Как влияет степень измельчения руды на эффективность гравитационного обогащения?

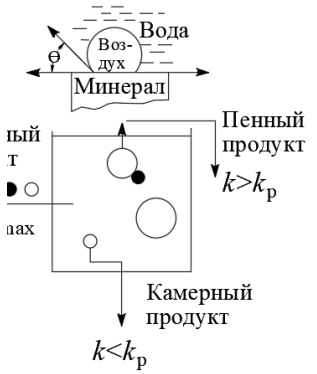
а) Степень измельчения не оказывает влияния на эффективность гравитационного обогащения.
б) Эффективность гравитационного обогащения увеличивается с увеличением степени измельчения.
в) Эффективность гравитационного обогащения уменьшается с увеличением степени измельчения.
г) Существует оптимальная степень измельчения для каждого типа руды.

23. Какие из перечисленных ниже полезных ископаемых относятся к нерудным?

а) Медь, свинец, цинк, никель, алюминий, магний.
б) Сера, калийные соли, барит, апатит, фосфорит.
в) Песок, глина, гравий, строительный камень.
г) Строительный камень, цементное сырье, уран, радий, торий.

…й метод обогащения продемонстрирован на рисунке?

…тная сепарация.
…ция.
…гационное обогащение.
…ростатическая сепарация.



25. В чем заключается принцип действия шаровой мельницы?

а) Разрушение материала за счет удара и истирания шаров.
б) Разрушение материала за счет сжатия и раскалывания.
в) Разрушение материала за счет истирания между вращающимися валками.
г) Разрушение материала за счет удара молотков.

26. В чем заключается цель контроля качества усредненной руды?

а) Определение содержания полезного компонента в руде.
б) Оценка степени усреднения и соответствия качества руды требованиям обогатительной фабрики.
в) Определение гранулометрического состава руды.
г) Определение влажности руды.

27. Как влияет влажность руды на эффективность измельчения в шаровой мельнице?

а) Влажность не оказывает влияния.
б) Повышенная влажность увеличивает эффективность измельчения за счет снижения крепости материала.
в) Повышенная влажность снижает эффективность измельчения из-за налипания материала.
г) Эффект зависит от типа руды и влажности.

28. В чем заключается принцип действия вибрационного грохота?

а) Разделение материала за счет колебаний сит, создаваемых вибратором.
б) Разделение материала за счет вращения барабана с ситами.
в) Разделение материала за счет просеивания через неподвижные сита.
г) Разделение материала за счет прохождения через сита под действием центробежной силы.

29. В чем заключается цель оптимизации процесса грохочения?

а) Увеличение производительности грохота.
б) Повышение точности разделения материала по крупности.
в) Снижение износа сит.
г) Все перечисленные цели.

30. Что означает термин "концентрат"?

а) Пустая порода после обогащения.
б) Продукт обогащения с повышенным содержанием полезного компонента.
в) Исходная руда до обогащения.
г) Водный раствор реагентов.

31. Какой метод используется для определения влажности концентрата?

а) Гравиметрический анализ.
б) Рентгенофлуоресцентный анализ.
в) Термогравиметрический анализ.
г) Ситовой анализ.

32. Какой процесс используется для разделения минералов на основе различий в их электрических свойствах?

а) Флотация.
б) Магнитная сепарация.
в) Гравитационное обогащение.
г) Электростатическая сепарация.

33. Какой процесс используется для разделения минералов на основе различий в их поверхностных свойствах?

а) Флотация.
б) Магнитная сепарация.
в) Гравитационное обогащение.
г) Электростатическая сепарация.

34. Какой процесс используется для обезвоживания материала?

а) Флотация.
б) Гравитационное обогащение.
в) Фильтрация.
г) Магнитная сепарация.

35. Какие из перечисленных ниже минералов относятся к диамагнитным?

а) Магнетит, франклинит, маггемит, титаномагнетит.
б) Оксиды, гидроксиды, карбонаты железа, марганца и хрома.
в) Ильменит, вольфрамит, гранат, биотит апатит, циркон, рутил.
г) Кварц, полевые шпаты, кальцит, касситерит, апатит, циркон, рутил.

36. Что такое «Магнитная сепарация»

а) Процесс разделения минеральных частиц по плотности.
б) Процесс разделения минералов в однородном магнитном поле.
в) Процесс разделения минеральных частиц по крупности.
г) Процесс разделения минералов в неоднородном магнитном поле.

37. Как влияет вязкость среды на эффективность гравитационного обогащения?

а) Вязкость среды не оказывает влияния.
б) Увеличение вязкости увеличивает скорость разделения.
в) Увеличение вязкости снижает скорость разделения.
г) Влияние вязкости зависит от размера частиц.

38. Как влияет форма частиц на их поведение в гравитационном поле?

а) Форма частиц не оказывает влияния.
б) Частицы с более обтекаемой формой быстрее оседают.
в) Частицы с неправильной формой быстрее оседают.
г) Влияние формы зависит от плотности частиц.

39. Какой метод используется для определения гранулометрического состава материалов после измельчения?

а) Гравиметрический анализ.
б) Рентгенофлуоресцентный анализ.
в) Ситовой анализ.
г) Минералогический анализ.

40. Как влияет время усреднения на качество усредненной руды?

а) Время усреднения не оказывает влияния.
б) Увеличение времени усреднения увеличивает степень усреднения.
в) Увеличение времени усреднения снижает степень усреднения.
г) Оптимальное время усреднения зависит от типа руды и метода усреднения.

41. Что такое флотация?

а) Процесс разделения минералов с использованием магнитных свойств.
б) Процесс разделения минералов с использованием различий в их плотности.
в) Процесс разделения минералов с использованием различий в их поверхностных свойствах.
г) Процесс разделения минералов с использованием электрических свойств.

42. Какой фактор наиболее существенно влияет на производительность грохота?

а) Размер ячеек сита
б) Влажность материала
в) Угол наклона грохота
г) Все перечисленные факторы

43. Что означает термин "хвосты"?

а) Продукт обогащения с повышенным содержанием полезного компонента.
б) Пустая порода после обогащения.
в) Исходная руда до обогащения.
г) Водный раствор реагентов.

44. Какие из перечисленных ниже минералов относятся к ферромагнитным?

а) Магнетит, франклинит, маггемит, титаномагнетит.
б) Оксиды, гидроксиды, карбонаты железа, марганца и хрома.
в) Ильменит, вольфрамит, гранат, биотит апатит, циркон, рутил.
г) Кварц, полевые шпаты, кальцит, касситерит, апатит, циркон, рутил.

45. К какому методу обогащения относится промывка полезного ископаемого?

а) Магнитная сепарация.
б) Флотация.
в) Электрическая сепарация.
г) Гравитационная сепарация.

46. Что такое концентрация?

а) Процесс измельчения материала.
б) Процесс разделения материала по крупности.
в) Процесс увеличения содержания полезного компонента в материале.
г) Процесс обезвоживания материала.

47. В чем заключается особенность применения циклических схем обогащения?

а) Увеличение производительности за счет параллельной работы оборудования.
б) Повышение качества концентрата за счет многократного разделения.
в) Снижение энергозатрат за счет рециркуляции промежуточных продуктов.
г) Уменьшение капитальных затрат на строительство обогатительной фабрики.

48. В чем заключается принцип действия тяжелосредной сепарации?

а) Разделение минералов на основе различий в их поверхностных свойствах.
б) Разделение минералов на основе различий в их электропроводности.
в) Разделение минералов на основе различий в их плотности.
г) Разделение минералов на основе различий в их магнитной восприимчивости.

49. Какие продукты обогащения относятся к воздушно-сухим?

а) Продукты, содержащие от 5% до 15% влаги.
б) Продукты, содержащие не более 5% влаги.
в) Продукты, содержащие более 5% влаги.
г) Продукты, не содержащие влагу.

50. Какой фактор наиболее существенно влияет на энергозатраты при измельчении руды?

а) Крупность питания.
б) Крупность продукта измельчения.
в) Крепость руды.
г) Все перечисленные факторы.

51. Какой метод используется для определения эффективности грохочения?

а) Гравиметрический анализ.
б) Рентгенофлуоресцентный анализ.
в) Ситовой анализ.
г) Минералогический анализ.?

52. Какие из перечисленных ниже процессов относятся к вспомогательным?

а) отсадка, дробление, классификация.
б) усреднение, дробление и измельчение, грохочение и классификация.
в) обезвоживание, пылеулавливание, очитка вод и контроль
г) флотация, магнитная и электрическая сепарация.

53. Каким образом изменяется селективность магнитной сепарации при увеличении напряженности магнитного поля?

а) Селективность увеличивается пропорционально напряженности поля.
б) Селективность уменьшается обратно пропорционально напряженности поля.
в) Напряженность магнитного поля не оказывает влияния на селективность.
г) Селективность может как увеличиваться, так и уменьшаться.

54. Какой процесс используется для разделения минералов на основе различий в их поверхностных свойствах?

а) Флотация.
б) Магнитная сепарация.
в) Гравитационное обогащение.
г) Электростатическая сепарация.

55. Что такое отсадка?

а) Процесс разделения минералов с использованием магнитных свойств.
б) Процесс разделения минералов с использованием различий в их плотности в пульсирующем потоке воды.
в) Процесс разделения минералов с использованием различий в их поверхностных свойствах.
г) Процесс разделения минералов с использованием электрических свойств.

56. Какой из методов завершает процесс обезвоживания концентрата?

а) Дренирование.
б) Сушка.
в) Сгущение.
г) Центрифугирование.

57. Какой тип флотационных реагентов используется для подавления флотации нежелательных минералов?

а) Собиратели.
б) Пенообразователи.
в) Депрессоры.
г) Активаторы.

58. Какой процесс наиболее эффективно раскрывает срастания минералов в рудах с высокой степенью крепости?

а) Дробление.
б) Измельчение.
в) Грохочение.
г) Классификация.

59. Какие из перечисленных ниже минералов относятся к гидрофильным?

а) Барит, флюорит, сера, графит.
б) Магнетит, гематит, пиролюзит, касситерит.
в) Магнетит, гематит, барит, тальк.
г) Сера, графит, галенит, молибденит.

60. Что такое «пенообразователи»?

а) Добавки, которые контролируют величину pH пульпы и нейтрализуют вредное влияние шламов, коллоидов и растворимых солей.
б) Плотные минерализованные пены, содержащие относительно небольшое количество воды.
в) Органические вещества, которые избирательно закрепляются на поверхности извлекаемых частиц и уменьшают их смачиваемость
г) Органические соединения, которые адсорбируются на границе раздела жидкость-газ и способствуют диспергированию воздуха на мелкие пузырьки

Приложение 5. 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?

Приложение 6. ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ

по дисциплине «Обогащение и переработка полезных ископаемых»

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Критерий оценивания		Описание критерия оценивания	Отметка «от-до», %
Выполнение работы	Правильность выполнения	Насколько правильно и точно выполнена работа, достигнут ли ожидаемый результат, соответствуют ли полученные данные теоретическим знаниям.	0-30
	Полнота выполнения	Выполнены ли все этапы работы, предусмотренные зада-нием, оформлены ли результаты в соответствии с требованиями.	0-15
	Самостоятель-ность	Насколько самостоятельно выполнена работа, не было ли списывания или использования посторонней помощи.	0-15
Оформле-ние	Соответствие требованиям	Насколько работа соответствует требованиям к оформлению (шрифт, размер, интервал, поля, нумерация, ссылки и т.д.).	0-10
	Аккуратность и грамотность	Насколько аккуратно оформлена работа, отсутствуют ли помарки, исправления, опечатки, орфографические и пунктуационные ошибки.	0-10
Защита работы	Понимание материала	Насколько студент понимает теоретический материал, связанный с выполненной работой, может ли объяснить полученные результаты и выводы.	0-10
	Умение отвечать на вопросы	Насколько студент умеет отвечать на вопросы преподавателя по существу работы, аргументировать свою точку зрения и защищать свои выводы.	0-10

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТА

Критерий оценивания		Описание критерия оценивания	Отметка «от-до», %
Содержание	Глубина и полнота раскрытия темы	Насколько полно и глубоко раскрыта тема, рассмотрены ли все аспекты проблемы, приведены ли примеры и иллюстрации.	0-20
	Логичность и последовательность изложения	Насколько логично и последовательно изложен материал, есть ли связь между главами и разделами, легко ли воспринимается информация.	0-15
	Обоснованность выводов	Насколько обоснованы выводы, сделанные в работе, подкреплены ли они аргументами и фактами.	0-15
Оформление	Соответствие требованиям	Насколько работа соответствует требованиям к оформлению (шрифт, размер, интервал, поля, нумерация, ссылки и т.д.).	0-10
	Аккуратность и грамотность	Насколько аккуратно оформлена работа, отсутствуют ли помарки, исправления, опечатки, орфографические и пунктуационные ошибки.	0-10
	Разнообразие, актуаль-ность источников литера-туры и правильность оформления ссылок	Какие источники использованы в работе (книги, статьи, интернет-ресурсы), насколько они разнообразны и актуальны. Насколько правильно оформлены ссылки на источники в тексте и списке литературы.	0-10
Защита реферата	Понимание материала	Насколько студент понимает теоретический материал, связанный с выполненной работой, может ли объяснить полученные результаты и выводы.	0-10
	Умение отвечать на вопросы	Насколько студент умеет отвечать на вопросы преподавателя по существу работы, аргументировать свою точку зрения и защищать свои выводы.	0-10

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ТЕСТА

1. В одном тестовом задании 20 закрытых вопросов.
2. К заданиям даются готовые ответы на выбор, с одним правильным ответом.
3. За каждый правильный ответ студент зарабатывает – 0,5 балла.
4. Общая оценка определяется как сумма набранных баллов.

Зачетный минимум при выполнении теста – 5 баллов, максимум – 10 баллов.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

При оценке устных ответов на проверку уровня обученности **ЗНАТЬ** учитываются следующие критерии:
Отметкой **от 8 до 10 баллов** – оценивается ответ, который демонстрирует полное и глубокое знание теоретического материала, свободное владение, умение устанавливать связи между различными темами курса и применять теоретические знания для решения практических и лабораторных задач.
Отметкой **от 4 до 7 баллов** – оценивается ответ, который показывает хорошее знание теоретического материала, владение основными понятиями, умение применять знания для решения типовых задач.
Отметкой **от 1 до 3 баллов** – оценивается ответ, который демонстрирует знание основных положений теоретического курса, владение базовыми понятиями, демонстрирует поверхностное знание содержания проектной документации, также если студент испытывает затруднения в применении знаний для решения практических задач.
Отметкой **0** – баллов оценивается ответ, который демонстрирует фрагментарные знания теоретического материала, отсутствие основных понятий курса и способности применять знания для решения задач.

При оценке ответов на проверку уровня обученности **УМЕТЬ** и **ВЛАДЕТЬ** учитываются следующие критерии:
Отметкой **от 16 до 20 баллов** – оценивается ответ, который демонстрирует отличные практические навыки, уверенное выполнение задания любой сложности, умение самостоятельно находить оптимальные решения. Кроме этого, студент демонстрирует отличные навыки работы в специализированных программах, с нормативными документами в области горного дела, геологическими материалами и работы в команде.
Отметкой **от 11 до 15 баллов** – оценивается ответ, который показывает хорошее владение практическими навыками, уверенное выполнение типовых заданий, умение применять знания для решения нестандартных задач под руководством преподавателя. Кроме этого, студент демонстрирует хорошие навыки работы в специализированных программах, с нормативными документами в области горного дела, геологическими материалами и работы в команде.
Отметкой **от 1 до 10 баллов** – оценивается ответ, который демонстрирует владение основными практическими навыками, умение выполнять типовые задания с некоторыми затруднениями, затруднения в решениии сложных задач. Кроме этого, студент демонстрирует базовые навыки работы в специализированных программах, с нормативными документами в области горного дела, геологическими материалами и работы в команде.
Отметкой **0** – баллов оценивается ответ, который демонстрирует слабые практические навыки, отсутствие способности самостоятельно выполнять типовые задания. Кроме этого, студент не способен работать в специализированных программах, с нормативными документами в области горного дела, геологическими материалами, работать в команде и нуждается в постоянной помощи преподавателя.

Зачетный минимум при сдаче промежуточного контроля – 20 баллов, максимум – 30 баллов.