

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Обогащения полезных ископаемых и охраны окружающей
среды им. С.Б. Леонова»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 07 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Обогащение полезных ископаемых

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Трусова Валентина
Валерьевна
Дата подписания: 19.05.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Федотов Константин
Вадимович
Дата подписания: 20.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Технологии обогащения полезных ископаемых» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород для выбора эффективной технологии переработки	ПКС-2.11, ПКС-2.13
ПКС-3 Способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых и составлять необходимую документацию	ПКС-3.11, ПКС-3.13

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.11	Способен анализировать свойства и характеристики минерального сырья для выбора технологии обогащения полезных ископаемых	Знать основные минералы, содержащие полезные компоненты, способы их селекции Уметь выявить в составе сырья и охарактеризовать ценные компоненты Владеть представлением о систематике полезных ископаемых
ПКС-2.13	Владеет навыками выбора технологии переработки полезных ископаемых в зависимости от вещественного состава руды	Знать основные виды полезных ископаемых и направления их использования Уметь обосновывать выбор технологии в зависимости от вещественного состава руды Владеть навыками проведения анализа технологических режимов обогащения полезных ископаемых
ПКС-3.11	Способен самостоятельно выбирать принципиальную схему обогащения разных типов руд; рассчитывать технологические показатели	Знать достоинства и область эффективного применения основных методов обогащения Уметь обосновать выбор метода обогащения Владеть навыками расчёта технологических показателей обогащения и их анализа
ПКС-3.13	Способен выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых	Знать особенности технологии подготовки и обогащения руд различных типов Уметь выбирать схемотехнические решения при обогащении

		различных типов руд Владеть методами сравнительного анализа и обоснования параметров технологии обогащения минерального сырья
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Технологии обогащения полезных ископаемых» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Технологическая минералогия», «Подготовка руд и песков к обогащению», «Флотационные методы обогащения», «Магнитные, электрические и специальные методы обогащения», «Гравитационные методы обогащения», «Производственная практика: производственно-технологическая практика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: производственно-технологическая практика», «Производственная практика : преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 9	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	112	64	48
лекции	64	32	32
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	48	32	16
Контактная работа, в том числе	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	68	44	24
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовой проект, Зачет	Зачет	Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 9

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Классификационн ые признаки промышленности, ресурсов и месторождений полезных ископаемых	1	2							Устный опрос
2	Основные направления развития процессов рудоподготовки и обогащения полезных ископаемых	2	2							Устный опрос
3	Технологические схемы и технологические показатели	3	2							Устный опрос
4	Технология переработки руд, содержащих аполярные минералы	4	6			1, 2, 3, 4	10	1, 1, 2, 2	6	Тест
5	Технология переработки руд, содержащих аполярные минералы	5	2			5	4	1, 1, 2, 2	6	Решение задач
6	Технология обогащения алмазосодержащи х руд	6	4			6	2	1, 1, 2	6	Тест
7	Технология переработки неметаллических полезных ископаемых	7	4			7, 8	5	1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2	12	Решение задач
8	Технология переработки неметаллических полезных ископаемых	8	4			9, 10, 11	6	1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2	8	Тест
9	Технология обогащения руд редких металлов	9	4			12, 13	5	1, 2, 2	6	Решение задач
10	Технология переработки руд черных металлов	10	2							Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				32		44	

Семестр № **10**

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Технология обогащения руд цветных металлов	1	1							Устный опрос
2	Особенности подготовки к обогащению руд цветных металлов	2	1							Устный опрос
3	Предварительное обогащение руд цветных металлов	3	2							Устный опрос
4	Технология обогащения медных и медно-пиритных руд	4	4			1	2	1, 2	4	Устный опрос
5	Технология обогащения медных и медно-молибденовых руд	5	4			2	2	1, 2	4	Устный опрос
6	Технология обогащения свинцовых полиметаллических руд	6	4			3, 4	4	2	4	Решение задач
7	Технология обогащения медно-никелевых руд	7	2			7	4	2	2	Устный опрос
8	Технология обогащения медно-цинковых руд	8	2			5	2	1	2	Устный опрос
9	Технология переработки руд, содержащих самородные металлы	9	8			6	2	1, 2	8	Устный опрос
10	Технология переработки урановых руд	10	4							Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		32				16		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № **9**

№	Тема	Краткое содержание
1	Классификационные признаки промышленности,	Горная промышленность. Ресурсы недр земли. Полезные ископаемые и их классификация. Месторождения полезных ископаемых.

	ресурсов и месторождений полезных ископаемых	Компоненты полезных ископаемых
2	Основные направления развития процессов рудоподготовки и обогащения полезных ископаемых	Особенности развития технологии обогащения полезных ископаемых. Основные пути решения проблем технологии обогащения полезных ископаемых. Перспективные направления в разработке технологии обогащения полезных ископаемых
3	Технологические схемы и технологические показатели	Принципы построения технологических схем, виды операций и циклов. Технологические показатели, составление уравнений баланса выходов и металла, расчет извлечения
4	Технология переработки руд, содержащих апольярные минералы	Графитовые руды. Тальковые руды. Технология обогащения углей.
5	Технология переработки руд, содержащих апольярные минералы	Технология обогащения серных руд
6	Технология обогащения алмазосодержащих руд	Физико-химические свойства. Кимберлитовые трубки и другие коренные месторождения. Россыпи: элювиальные и аллювиальные. Технология подготовки алмазосодержащего сырья к обогащению. Особенности дезинтеграции руд коренных месторождений. Методы извлечения алмазов.
7	Технология переработки неметаллических полезных ископаемых	Технология обогащения флюоритовых руд. Технология обогащения апатитовых руд. Технология обогащения фосфоритовых руд. Технология обогащения калийных руд
8	Технология переработки неметаллических полезных ископаемых	Технология обогащения баритовых руд. Технология обогащения слюды. Технология обогащения асбеста
9	Технология обогащения руд редких металлов	Технология обогащения оловянных руд. Технология обогащения вольфрамовых руд
10	Технология переработки руд черных металлов	Технология обогащения железных руд. Технология обогащения марганцевых руд. Технология обогащения хромовых руд

Семестр № **10**

№	Тема	Краткое содержание
1	Технология обогащения руд цветных металлов	Типы руд и месторождений цветных металлов. Технологическая характеристика и классификация
2	Особенности подготовки к обогащению руд цветных металлов	Характерные особенности руд цветных металлов.

3	Предварительное обогащение руд цветных металлов	Возможности предварительного обогащения. Методы предварительной концентрации
4	Технология обогащения медных и медно-пиритных руд	Технологические особенности и минеральный состав. Схемы обогащения медных сульфидных руд. Технология обогащения смешанных и окисленных руд.
5	Технология обогащения медных и медно-молибденовых руд	Вещественный состав и флотационные свойства минералов. Типы месторождений. Режимы получения и разделения медно-молибденовых концентратов из сульфидных руд. Схемы флотации молибдена при переработке окисленных и смешанных руд
6	Технология обогащения свинцовых полиметаллических руд	Вещественный состав руд. Схемы прямой селективной флотации. Схемы коллективной флотации. Флотация окисленных минералов свинца и меди
7	Технология обогащения медно-никелевых руд	Минеральный состав, типы руд, реагенты для флотации медно-никелевых руд. Схемы обогащения сульфидных медно-никелевых руд
8	Технология обогащения медно-цинковых руд	Вещественный состав и типы руд. Схемы обогащения медно-цинковых руд.
9	Технология переработки руд, содержащих самородные металлы	Особенности руд благородных металлов. Золотосодержащие руды. Гравитационные и флотационные методы переработки золотосодержащих руд. Гидрометаллургические методы переработки золотосодержащих руд. Характеристика серебросодержащих руд. Методы переработки серебросодержащих руд. Характеристика платиносодержащих руд. Методы переработки платиносодержащих руд
10	Технология переработки урановых руд	Минералы и руды урана. Методы переработки руд. Виды выщелачивания

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 9

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Технология обогащения графита	2
2	Технология обогащения талька	2
3	Расчет показателей качества углей	2
4	Кривые обогатимости угля	4
5	Расчет технологической схемы обогащения серных руд	4

6	Технология обогащения алмазов	2
7	Расчет технологической схемы обогащения флюоритовых руд	3
8	Расчет технологических показателей флотогравитационного обогащения апатитовой и циркониевой руд	2
9	Технология обогащения баритовых руд	2
10	Технология обогащения слюды	2
11	Технология обогащения асбеста	2
12	Расчет технологической схемы обогащения оловянной руды	3
13	Расчет технологической схемы обогащения вольфрамовой руды	2

Семестр № 10

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Обогащение сульфидной медно-пиритной руды	2
2	Обогащение медно-молибденовой руды	2
3	Оценка обогатимости свинцовой руды	2
4	Обогащение окисленных свинцово-цинковых руд	2
5	Обогащение сульфидной медно-цинково-пиритной руды	2
6	Центробежная сепарация при обогащении руд цветных металлов	2
7	Применение комбинированных схем для переработки медно-никелево-пирротиновых руд	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 9

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	16
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	28

Семестр № 10

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: семинар в диалоговом режиме, групповая дискуссия, разбор конкретных ситуаций

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Методические указания и задание к курсовому проекту приведены в:
Трусова, Валентина Валерьевна. Технологии обогащения полезных ископаемых :
электронный курс / В. В. Трусова. – Иркутск : ИРНИТУ, 2024.
<https://el.istu.edu/course/view.php?id=2094>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Трусова, Валентина Валерьевна. Технологии обогащения полезных ископаемых :
практикум / В. В. Трусова, А. Е. Бурдонов ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. - Иркутск :
ИРНИТУ, 2019. - 163 с. - URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-22278.pdf>.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Вид самостоятельной работы: Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к практическому занятию следует начать с ознакомления с темой предстоящего занятия, цели работы, задания. За время, отведенное на подготовку к практическим занятиям, обучающийся должен изучить теоретический материал (конспект лекций или поработать с источниками, указанными в списке рекомендуемой литературы в методических указаниях) по тематике практического занятия.

Контроль выполнения СРС: Активная работа обучающегося на практических занятиях, участие в разборе конкретных примеров, обсуждении, в формулировке предложений и рекомендаций по тематике практического занятия.

Вид самостоятельной работы: Оформление отчетов практическим работам

Отчет о практической работе составляется индивидуально каждым обучающимся и должен включать:

- цель работы;
- задание на практическое занятие;
- краткий конспект теоретической основы занятия (при необходимости);
- необходимые формулы, схемы, таблицы и расчеты;
- общие выводы и рекомендации.

При защите отчёта проверяется знание теоретического материала соответствующих разделов курса и вопросов методики, связанной с выполнением работы.

Контроль выполнения СРС: Правильность расчетов и полнота ответов на вопросы по контрольным вопросам, приведенным к каждой практической работе в методических указаниях.

Вид самостоятельной работы: Подготовка к зачету

При подготовке к сдаче зачета обучающемуся необходимо изучить лекционные материалы, материалы, рассмотренные на практических занятиях, а также самостоятельно поработать с основной и дополнительной литературой по теме дисциплины. При подготовке

к зачету обучающийся должен устно ответить на контрольные вопросы, определяемые преподавателем

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 9 | Решение задач

Описание процедуры.

Описание процедуры: на практическом занятии в соответствии с методическими указаниями по выполнению практических работ обучающийся выполняет задачи, предложенные для самостоятельного решения.

Трусова, Валентина Валерьевна. Технологии обогащения полезных ископаемых : практикум / В. В. Трусова, А. Е. Бурдонов ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. - Иркутск : ИРНИТУ, 2019. - 163 с. - URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-22278.pdf>.

Критерии оценивания.

Правильность решения задачи.

6.1.2 семестр 9 | Тест

Описание процедуры.

При подготовке к тестированию самостоятельно изучить теоретический материал с помощью основной и дополнительной литературы и информационных ресурсов и прочитать конспект лекционного материала

Пример теста (по разделу «Технология обогащения алмазосодержащих руд»):

1. Удельный вес алмазов, г/см³:

- а) 2,65-2,7;
- б) 2,8-2,9;
- в) 3,5-3,6;
- г) 4,5-5

2. Цвет алмазов:

- а) бесцветный
- б) прозрачный
- в) белый
- г) черный

3 Мельницы для измельчения алмазосодержащих руд:

- а) Аэрофол;
- б) стержневые;
- в) Каскад;
- г) шаровые

4 Последовательность операций в стадии окончательной доводки алмазов:

- а) тяжелые жидкости;
- б) рентгенолюминесцентная сепарация;
- в) химическая обработка

5. Последовательность операций доводки:

- а) липкостная сепарация;
- б) пенная флотация;
- в) электрическая сепарация;
- г) магнитная сепарация

Критерии оценивания.

Тест считается успешно пройденным при правильных ответах на вопросы теста более 60%

6.1.3 семестр 9 | Устный опрос

Описание процедуры.

На лекции после изучения темы преподаватель проводит устный опрос (выборочно из обучающихся)

Пример задания

Тема Классификационные признаки промышленности, ресурсов и месторождений полезных ископаемых

1. Общая промышленная классификация руд химических элементов.
2. Что такое главные, сопутствующие, ценные и вредные компоненты в минерале?
3. Как подразделяются руды по размеру вкрапленности?

Тема Основные направления развития процессов рудоподготовки и обогащения полезных ископаемых

1. На какие разделы делят методы обогащения полезных ископаемых?
2. Какие методы относятся к основным, а какие к вспомогательным методам обогащения.
3. Какие методы обогащения Вам известны?
4. Охарактеризуйте процессы грохочения, дробления, измельчения и классификации.
5. Основные направления оптимизации процессов дробления и измельчения

Тема Технологические схемы и технологические показатели

1. Что относится к основным технологическим показателем обогащения?
2. Какие типы технологических схем Вы знаете?
3. Как определяется выход продуктов?.
4. Что означает качественная схема технологического процесса?
5. Как заполняется таблица баланса металлов?

Тема Технология переработки руд черных металлов:

1. Какие минералы содержатся в железных рудах?
2. Методы обогащения железных руд.
3. Типы марганцевых руд.
4. Основные методы обогащения марганцевых руд.
5. Особенности обогащения хромовых руд.

Тема Технология обогащения руд цветных металлов

1. Особенности минерального состава руд цветных металлов.
2. В чем заключается комплексный принцип технологической оценки качества руд?
3. Чем определяется граница деления руд на богатые, бедные и забалансовые?
4. Как классифицируют руды по характеру и крупности вкрапленности?

Тема Особенности подготовки к обогащению руд цветных металлов

1. Перечислите характерные особенности руд цветных металлов.
2. Как влияет тонкая дисперсная связь ценных компонентов вмещающих пород на технологическую переработку руд?
3. Как отражается сложность и изменчивость вещественного состава руд цветных металлов на схемах их обогащения?

Тема Технология обогащения медных и медно-пиритных руд:

1. Назовите сульфидные минералы меди, напишите их формулы.
2. Какие минералы являются вторичными, первичными и окисленными?
3. Как влияет фазовый состав минералов меди на технологию обогащения?
4. Назовите сульфидные минералы железа.
5. Назовите основные примеси, встречающиеся в пирите.

Тема Технология обогащения медных и медно-молибденовых руд

1. Назовите основные минералы молибдена.
2. Чем обусловлена высокая естественная гидрофобность молибденита?
3. Назовите типичные собиратели для молибденита.
4. Какова роль сульфгидрильных собирателей при флотации сульфидных молибденовых руд?

Тема Технология обогащения медно-никелевых руд

1. Назовите минералы свинца, имеющие промышленное значение
2. Какие минералы свинца относятся к легкофлотируемым, труднофлотируемым и практически нефлотируемым?
3. Как классифицируются свинцовые минералы по способности к сульфидизации?
4. Назовите реагенты и их расходы, которые используются в цикле свинцовой флотации.
5. Каким образом выделяется цинковый концентрат?

Тема Технология обогащения медно-цинковых руд

1. Назовите основные промышленные минералы цинка
2. Какие изоморфные примеси присутствуют в сфалерите?
3. До какой крупности измельчаются руды перед селективной флотацией?
4. Назовите реагенты, применяемые в коллективном цикле, их расходы
5. Какие существуют способы разделения коллективного медно-цинкового концентрата?

Тема Технология переработки руд, содержащих самородные металлы

1. Физические и химические свойства золота.
2. Какие существуют способы разработки коренных месторождений золота?
3. Как выбирается технология обогащения золотосодержащих россыпей и коренных руд?
4. Назовите минералы серебра.
5. Особенности флотационного обогащения серебросодержащих руд.
6. Как осуществляется гидрометаллургическая переработка золота и серебра?

Тема Технология переработки урановых руд

1. Назовите минералы урановых руд.
2. В каких случаях применяется кислотное и карбонатное выщелачивание?
3. Какие методы обогащения полезных ископаемых используются при переработке урановых руд?
4. Как перерабатывают продуктивные урансодержащие растворы после выщелачивания?
5. Что такое экстракция урансодержащих растворов?

Критерии оценивания.

Активное участие обучающегося при устном опросе на лекционных занятиях

6.1.4 семестр 10 | Решение задач

Описание процедуры.

Описание процедуры: на практическом занятии в соответствии с методическими указаниями по выполнению практических работ обучающийся выполняет задачи, предложенные для самостоятельного решения.

Трусова, Валентина Валерьевна. Технологии обогащения полезных ископаемых : практикум / В. В. Трусова, А. Е. Бурдонов ; Иркут. нац. исслед. техн. ун-т. - Иркутск : ИРНИТУ, 2019. - 163 с. - URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-22278.pdf>.

Критерии оценивания.

Правильность решения задачи.

6.1.5 семестр 10 | Устный опрос

Описание процедуры.

На лекции после изучения темы преподаватель проводит устный опрос (выборочно из обучающихся)

Пример задания

Тема Классификационные признаки промышленности, ресурсов и месторождений полезных ископаемых

1. Общая промышленная классификация руд химических элементов.
2. Что такое главные, сопутствующие, ценные и вредные компоненты в минерале?
3. Как подразделяются руды по размеру вкрапленности?

Тема Основные направления развития процессов рудоподготовки и обогащения полезных ископаемых

1. На какие разделы делят методы обогащения полезных ископаемых?
2. Какие методы относятся к основным, а какие к вспомогательным методам обогащения.
3. Какие методы обогащения Вам известны?
4. Охарактеризуйте процессы грохочения, дробления, измельчения и классификации.
5. Основные направления оптимизации процессов дробления и измельчения

Тема Технологические схемы и технологические показатели

1. Что относится к основным технологическим показателем обогащения?
2. Какие типы технологических схем Вы знаете?
3. Как определяется выход продуктов?.
4. Что означает качественная схема технологического процесса?
5. Как заполняется таблица баланса металлов?

Тема Технология переработки руд черных металлов:

1. Какие минералы содержатся в железных рудах?
2. Методы обогащения железных руд.
3. Типы марганцевых руд.
4. Основные методы обогащения марганцевых руд.

5. Особенности обогащения хромовых руд.

Тема Технология обогащения руд цветных металлов

1. Особенности минерального состава руд цветных металлов.
2. В чем заключается комплексный принцип технологической оценки качества руд?
3. Чем определяется граница деления руд на богатые, бедные и забалансовые?
4. Как классифицируют руды по характеру и крупности вкрапленности?

Тема Особенности подготовки к обогащению руд цветных металлов

1. Перечислите характерные особенности руд цветных металлов.
2. Как влияет тонкая дисперсная связь ценных компонентов вмещающих пород на технологическую переработку руд?
3. Как отражается сложность и изменчивость вещественного состава руд цветных металлов на схемах их обогащения?

Тема Технология обогащения медных и медно-пиритных руд:

1. Назовите сульфидные минералы меди, напишите их формулы.
2. Какие минералы являются вторичными, первичными и окисленными?
3. Как влияет фазовый состав минералов меди на технологию обогащения?
4. Назовите сульфидные минералы железа.
5. Назовите основные примеси, встречающиеся в пирите.

Тема Технология обогащения медных и медно-молибденовых руд

1. Назовите основные минералы молибдена.
2. Чем обусловлена высокая естественная гидрофобность молибденита?
3. Назовите типичные собиратели для молибденита.
4. Какова роль сульфгидрильных собирателей при флотации сульфидных молибденовых руд?

Тема Технология обогащения медно-никелевых руд

1. Назовите минералы свинца, имеющие промышленное значение
2. Какие минералы свинца относятся к легкофлотируемым, труднофлотируемым и практически нефлотируемым?
3. Как классифицируются свинцовые минералы по способности к сульфидизации?
4. Назовите реагенты и их расходы, которые используются в цикле свинцовой флотации.
5. Каким образом выделяется цинковый концентрат?

Тема Технология обогащения медно-цинковых руд

1. Назовите основные промышленные минералы цинка
2. Какие изоморфные примеси присутствуют в сфалерите?
3. До какой крупности измельчаются руды перед селективной флотацией?
4. Назовите реагенты, применяемые в коллективном цикле, их расходы
5. Какие существуют способы разделения коллективного медно-цинкового концентрата?

Тема Технология переработки руд, содержащих самородные металлы

1. Физические и химические свойства золота.
2. Какие существуют способы разработки коренных месторождений золота?
3. Как выбирается технология обогащения золотосодержащих россыпей и коренных руд?
4. Назовите минералы серебра.
5. Особенности флотационного обогащения серебросодержащих руд.
6. Как осуществляется гидрометаллургическая переработка золота и серебра?

Тема Технология переработки урановых руд

1. Назовите минералы урановых руд.
2. В каких случаях применяется кислотное и карбонатное выщелачивание?
3. Какие методы обогащения полезных ископаемых используются при переработке урановых руд?
4. Как перерабатывают продуктивные урансодержащие растворы после выщелачивания?
5. Что такое экстракция урансодержащих растворов?

Критерии оценивания.

Активное участие обучающегося при устном опросе на лекционных занятиях

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.11	демонстрирует знания об основных рудах и минералах, содержащих полезные компоненты, способы их селекции	тестирование
ПКС-2.13	демонстрирует навыки выбора технологии переработки полезных ископаемых в зависимости от вещественного состава руды	тестирование, КП
ПКС-3.11	демонстрирует способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых	тестирование
ПКС-3.13	демонстрирует способность выбирать принципиальную схему обогащения разных типов руд	тестирование, КП

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 9, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачеты проводятся в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом. Не допускается проведение зачета на последних семинарских, либо лекционных занятиях. Зачет должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Преподаватель принимает зачет только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.

Критерии оценки ответа студента на зачете, а также форма его проведения доводятся

преподавателем до сведения студентов до начала зачета. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи зачета в ведомости вместо оценки делается запись «не явился». В ведомости должны быть заполнены все графы. В случае исправления экзаменатором оценки в экзаменационной ведомости и зачетной книжке им делается запись «исправленному на (оценка) верить» и ставится подпись.

Если в процессе зачета студент использовал недопустимые дополнительные материалы (шпаргалки), то экзаменатор имеет право изъять шпаргалку и обязан поставить оценку «не зачтено». Зачет сдается в виде итогового тестирования.

В каждом тесте содержится 10 вопросов по разделам дисциплины. На решение тестового задания дается 30 минут.

Пример задания:

1. Цвет алмазов:

- а) бесцветный;
- б) прозрачный;
- в) белый;
- г) черный;

2. Методы обогащения флюоритовых руд

- а) гравитационный;
- б) магнитная сепарация;
- в) термический метод;
- г) флотационный

3. Основной метод обогащения апатитовых руд:

- а) флотационный;
- б) гравитационный;
- в) магнитный
- г) термический

4. Переработка калийных руд производится методами:

- а) флотационными;
- б) галургическим (химический метод);
- в) гравитационными;
- г) магнитными

5. Доминирующими при обогащении фосфоритовых руд являются способы:

- а) классификация, флотация и обжиг;
- б) разделение в тяжелых средах, флотогравитация;
- в) электростатическая сепарация, магнитная сепарация, химическое обогащение, радиометрические методы

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Демонстрирует знания об основных рудах	Обучающийся не смог

и минералах, содержащих полезные компоненты, способы их селекции, способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых. Обучающийся своевременно выполнил практические работы; выполнил итоговый тест на $\geq 70\%$	продемонстрировать знания об основных рудах и минералах, содержащих полезные компоненты, способах их селекции. Затрудняется с выбором технологии производства работ по обогащению полезных ископаемых. Своевременно не выполнил практические работы и/или выполнил итоговый тест менее чем на 70%
--	---

6.2.2.2 Семестр 10, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамены проводятся в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом. Экзамен должен начинаться в указанное в расписании время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.

Критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала экзамена. Результат экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка

проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо оценки делается запись «не явился». В ведомости должны быть заполнены все графы. В случае исправления экзаменатором оценки в экзаменационной ведомости и зачетной книжке им делается запись «исправленному на (оценка) верить» и ставится подпись.

Если в процессе зачета студент использовал недопустимые дополнительные материалы (шпаргалки), то экзаменатор имеет право изъять шпаргалку и обязан поставить оценку «неудовлетворительно».

Экзамен сдается по тестовым заданиям по вариантам. В каждом тесте содержится 10 вопросов по разделам дисциплины. На решение тестового задания дается 30 минут.

Пример задания:

1. Минерал – продукт окисления молибденита, встречается в зоне окисления вместе с молибденитом, часто в виде поверхностной пленки на нем:

1. ферримолибдит;
2. повеллит;
3. вульфенит

2. Коллективные концентраты, которые направляются на металлургический завод, где плавятся с получением файнштейна, имеют:

1. отношение меди к никелю больше двух;
2. отношение меди к никелю менее двух; 3. отношение меди к никелю равно единице

3. Для подавления сфалерита в схемах селективной флотации медно-цинковых руд в измельчение подаются (допускается более одного ответа):

1. сульфит натрия;
 2. цинковый купорос;
 3. медный купорос;
 4. серная кислота
4. Окисленные минералы, содержащие медь в виде малахита или азурита, перед сульфидной флотацией активируют:
1. раствором сернистого натрия;
 2. раствором медного купороса;
 3. раствором серной кислоты
 4. раствором цинкового купороса
5. Какой концентратор представляет собой цилиндроконический ротор без кольцевых перегородок?
- 1) Концентратор Нельсона;
 - 2) Концентратор Falcon;
 - 3) Концентратор-центрифуга;
6. Методы извлечения золота из золотосодержащих песков (допускается несколько ответов):
- 1) люминесцентная сепарация;
 - 2) флотация;
 - 3) магнитная сепарация;
 - 4) фотометрическая сепарация
7. Осаждение золота из цианистых растворов может осуществляться:
- 1) ионообменными смолами;
 - 2) активированными смолами;
 - 3) сорбционными смолами
 - 4) активированным углем
8. При флотации полиметаллических свинцовых руд по коллективной схеме в качестве собирателя используются:
- 1) ксантогенаты;
 - 2) дитиофосфаты;
 - 3) олеиновая кислота
9. Из хвостов медной флотации при прямой селективной флотации медно-цинковых руд после цикла медной флотации сфалерит активируют:
- 1) медным купоросом;
 - 2) сернистым натрием;
 - 3) цинковым купоросом;
 - 4) карбонатом меди
10. Концентрационные столы и шлюзы используют, как правило, для
- 1) извлечения крупнозернистого золота и его сростков с другими минералами;
 - 2) перераспределения доизмельченных грубых концентратов или обогащения мелкозернистых, шламовых золотосодержащих продуктов.

6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн	Неудовлетворительно
---------	--------	------------------	---------------------

		о	
Демонстрирует навыки выбора технологии переработки полезных ископаемых в зависимости от вещественного состава руды. Выполнил итоговый тест на более чем 90%, при условии своевременного выполнения практических работ	Не затрудняется с выбором технологии переработки полезных ископаемых в зависимости от вещественного состава руды. Своевременно выполнил практические работы, выполнил итоговый тест на 75-89%	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, затрудняется с выбором принципиальной схемы обогащения разных типов руд, выполнил итоговый тест на 55-74%.	Не знает значительной части программного материала, затрудняется с выбором принципиальной схемы обогащения разных типов руд. Неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, выполнил итоговый тест менее чем на 55%.

6.2.2.3 Семестр 10, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Оценка правильности выполнения курсового проекта: необходимых расчетов по определению технологических показателей при расчете принципиальной схемы обогащения руды, выбор технологических схем по литературным источникам, выбор реагентного режима обогащения каждого из полезных компонентов.

Обучающемуся в ходе устной беседы задаются вопросы по теме выполненной курсовой работы.

1. Какими минералами представлена руда? Особенности минералов.
2. Какие методы обогащения используются для данного типа руды?
3. Чем определяется необходимость обогащения каждого из полезных минералов?
4. Какие технологии используют для работы обогатительные фабрики, перерабатывающий аналоговые руды?
5. Как выполняется расчет технологических показателей обогащения?
6. Обоснуйте выбранную схему обогащения

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Работа выполнена согласно заданию в полном объеме, с привлечением дополнительно подобранных справочных данных, библиографически	Работа выполнена согласно заданию в полном объеме, с привлечением дополнительно подобранных справочных данных, библиографически	Работа выполнена согласно заданию в полном объеме, однако с неоднократным исправлением ошибок, без подробного описания хода	Работа выполнена не в полном объеме, без описания хода работы при выполнении расчетов. Не показано овладение навыками расчета технологических показателей, подбора

х материалов или информации с Интернет-сайтов, с подробным описанием хода работы при выполнении расчетов. Показано овладение навыками необходимых расчетов по определению технологических показателей при расчете принципиальной схемы обогащения руды, выбор технологических схем, реагентного режима обогащения каждого из полезных компонентов. Содержание текста работы понятно, реакция на вопросы по последовательности и выполнения работы - быстрая, адекватно выражается личное отношение к выполненной задаче. Устное высказывание при защите курсовой работы строится логично и грамотно.	х материалов или информации с Интернет-сайтов, с подробным описанием хода работы при выполнении расчетов. Показано овладение навыками необходимых расчетов по определению технологических показателей при расчете принципиальной схемы обогащения руды, выбор технологических схем, реагентного режима обогащения каждого из полезных компонентов. Содержание текста работы понятно, реакция на вопросы по последовательности и выполнения работы – быстрая. Устное высказывание при защите курсовой работы строится логично и грамотно, но не на все вопросы обучающийся отвечает полно	работы при выполнении расчетов. Показано слабое овладение навыками расчета технологических показателей, подбора схем и реагентов. Содержание текста работы понятно, однако реакция на вопросы по последовательности выполнения работы – слабая. Устное высказывание при защите курсовой работы нелогично, ответы на вопросы к защите курсовой работы - неполные, не на все вопросы обучающийся отвечает.	схем и реагентов. Содержание текста работы - непонятно, практически не отвечает на вопросы по последовательности выполнения работы, что не свидетельствует о самостоятельности проведения расчетов, не выражает личное отношение к выполненной задаче. Не отвечает на вопросы, предназначенные к защите курсовой работы
---	---	---	--

7 Основная учебная литература

1. Справочник по обогащению руд : спец. и вспомогат. процессы, испытания обогатимости, контроль и автоматика / Редкол.: О. С. Богданов (гл. ред.) и др., 1983. - 384.

2. Справочник по обогащению руд. Обоганительные фабрики / Отв. ред. Ю. Ф. Ненарокомов, 1984. - 358.
3. Справочник по обогащению руд. Основные процессы / Ред. колл. О. С. Богданов (гл. ред.) и др., 1983. - 381.
4. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы / Отв. ред. В. А. Олевский, 1982. - 366.
5. Авдохин. Основы обогащения полезных ископаемых Технологии обогащения полезных ископаемых, 2006. - 309.
6. Авдохин. Основы обогащения полезных ископаемых Технологии обогащения полезных ископаемых, 2015. - 309.
7. Абрамов А. А. Обогащение руд цветных металлов : учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" / А. А. Абрамов, С. Б. Леонов, 1991. - 407.
8. Федотов К. В. Проектирование обоганительных фабрик : учебник для вузов по направлению подготовки 130400 "Горное дело", специализация "Обогащение полезных ископаемых" / К. В. Федотов, Н. И. Никольская, 2012. - 533.
9. Федотов К. В. Проектирование обоганительных фабрик : учебник для вузов по направлению подготовки 130400 "Горное дело", специализация "Обогащение полезных ископаемых" / К. В. Федотов, Н. И. Никольская, 2014. - 533.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Справочник по обогащению руд: в 3 т. / редкол.: О. С. Богданов (гл. ред.) и др. Т. 2 : Основные и вспомогательные процессы, Ч. 1 . Основные процессы / [Ю.И. Азбель [и др.], 1974, 1974. - 447.
2. Справочник по обогащению руд: В 3т. Т. 1. Подготовительные процессы/ Редкол.: В. А. Олевский (отв. ред.) и др. / Редкол.: О. С. Богданов (гл. ред.) и др., 1972. - 447.
3. Справочник по обогащению руд: в 3 т. [Текст] / редкол.: О. С. Богданов (гл. ред.) и др. Т. 2 : Основные и вспомогательные процессы, Ч. 2 . Специальные и вспомогательные процессы, испытания обогатимости, контроль и автоматика / [И.Н. Авершин [и др.], 1974, 1974. - 451.
4. Справочник по обогащению руд черных металлов / С. Ф. Шинкоренко [и др.], 1980. - 527.
5. Авдохин. Основы обогащения полезных ископаемых Обоганительные процессы, 2006. - 416.
6. Авдохин. Основы обогащения полезных ископаемых Технологии обогащения полезных ископаемых, 2008. - 309.
7. Фатьянов А. В. Технология обогащения полезных ископаемых : учебное пособие для студентов специальности 090300 - "Обогащение полезных ископаемых" / А. В. Фатьянов, Л. Г. Никитина, Е. В. Глотова, 2003. - 353.
8. Абрамов Александр Александрович. Технология обогащения окисленных и смешанных руд цветных металлов / Александр Александрович Абрамов, 1986. - 302.

9. Абрамов. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Технология обогащения полезных ископаемых, 2004. - 509, [1].
10. Абрамов А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых". Т. 1. Обогащительные процессы и аппараты / А. А. Абрамов, 2001. - 469.
11. Бочаров В. А. Технология золотосодержащих руд : монография / В. А. Бочаров, Д. В. Абрютин; под ред. В. А. Бочарова, 2011. - 419.
12. Фоменко Тимофей Григорьевич. Технология обогащения углей : справ. пособие / Т. Г. Фоменко, В. С. Бутовецкий, Е. М. Погарцева, 1985. - 367.
13. Бочаров. Технология обогащения полезных ископаемых : в 2 т.: учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" направления подготовки дипломированных специалистов "Горное дело". Т. 1 : Минерально-сырьевая база полезных ископаемых. Обогащение руд цветных металлов, руд и россыпей редких металлов, 2007. - 470.
14. Бочаров. Технология обогащения полезных ископаемых : в 2 т.: учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" направления подготовки дипломированных специалистов "Горное дело". Т. 2 : Обогащение золотосодержащих руд и россыпей, обогащение руд черных металлов, обогащение горно-химического сырья, 2007. - 405.
15. Технология обогащения полиметаллических руд / А. М. Полякова; ред. Н. П. Табакопуло, 1972. - 216.
16. Технология обогащения полиметаллических руд Армении / А. Л. Саградян, И. Г. Каспарова, Б. Г. Крангачев, 1966. - 113.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Проектор Toshiba TLP-X100
2. Доска экран 160*160
3. Компьютер P4/1024/160/SVGA256Mb/DVD-RW/кл/мышь/сет.фильтр/ TFT 17 Samsung

4. Компьютер P4500/1024*2/160/GF256Mb/DVD-RW/Samsung LCD 19/кл/мышь/сет. фильтр
5. Проектор EPSON MultiMedia (с кабелем и креплением)