

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Горный факультет

Кафедра Обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Горный факультет

Авдеев Павел Борисович

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.13 Теория сепарационных процессов  
на 180 часа(ов), 5 зачетных(ые) единиц(ы)  
для направления подготовки (специальности) 21.05.04 - Горное дело

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Профиль – Обогащение полезных ископаемых (для набора 2022)

Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Цель изучения дисциплины заключается в формировании знаний теории сепарационных процессов, применяемых в обогащении полезных ископаемых, включая гравитационные, магнитные, флотационные и другие методы. При изучении курса рассматриваются понятия о фракционном составе минерального сырья, закономерности движения минеральных частиц и сепарационные характеристики обогатительных аппаратов, анализ и прогнозирующий расчет технологических схем при комбинированном и комплексном обогащении сырья.

Задачи изучения дисциплины:

Задачами дисциплины являются: - изучение характеристик технологических свойств и обогатимости полезных ископаемых, сепарационных характеристик аппаратов и схем обогащения; - овладение теоретическими основами, методами, процессами и аппаратами разделения минералов по их физическим свойствам; - формирование знаний о проектировании комбинированных технологических схем для комплексной переработки минерального сырья; - формировании представлений о технологических основах функционирования обогатительных фабрик и производств.

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина включена в Блок 1 базовую часть ООП. К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплин «Исследование полезных ископаемых на обогатимость» и «Проектирование обогатительных фабрик» относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: основы обогащения полезных ископаемых, физика, химия, физическая химия.

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часов.

Виды занятий	Семестр 7	Всего часов
Общая трудоемкость		180
Аудиторные занятия, в т.ч.	68	68
Лекционные (ЛК)	34	34
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	34	34
Лабораторные (ЛР)	0	0

Самостоятельная работа студентов (СРС)	76	76
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ПК-3	Разрабатывает новые технологические решения и совершенствует существующие технологии используя информацию исследования минерального сырья, данные фракционного состава, сепарационные характеристики аппаратов и схем, применяя современные технологии переработки минерального сырья	<p>Знать: Физические и физико-химические свойства минеральных компонентов полезных ископаемых;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные понятия о фракционном составе руд и продуктов обогащения;</li> <li>- Сепарационные характеристики аппаратов и схем обогащения;</li> <li>- Теоретические основы процессов и технологий дезинтеграции, разделения и концентрации полезных компонентов из минерального сырья в товарные продукты;</li> </ul> <p>Уметь: По заданным характеристикам сырья, конфигурации схемы, результатам технологического опробования рассчитать показатели обогащения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Спроектировать оптимальную технологическую схему и предсказать оптимальные показатели работы обогатительной фабрики;</li> <li>- Произвести сравнительную</li> </ul>

		<p>оценку технологической эффективности применения различных методов и процессов обогащения применительно к данному полезному ископаемому</p> <p>Владеть: - Теоретической обогатительной терминологией;  - Методами расчёта показателей раскрытия и обогатимости сырья;  - Методами экспериментального получения и расчёта сепарационных характеристик обогатительных аппаратов и схем;  - Методами расчёта степени воздействия факторов на суммарную эффективность разделения.</p>
ПК-5	<p>Осуществляет поиск, анализ, отбор технологических обоснований и научно-технических решений современных исследований минерального сырья по заданным сепарационным характеристикам аппаратов и схем для выбора и корректировки технологического процесса горного производства</p>	<p>Знать: - Организацию функционирования обогатительных фабрик и производств;  - Способы прогноза показателей и оценки эффективности разделения;  - Закономерности и механизмы разделения в обогатительных процессах.</p> <p>Уметь: - По заданным сепарационным характеристикам аппаратов и схем обогащения прогнозировать их поведение во времени; рассчитать показатели обогащения, выбирать оптимальные режимы работы аппаратов и технологической схемы в условиях работы обогатительной фабрики</p> <p>Владеть: - Навыками составления и отлаживания программ обработки данных на ЭВМ, использования базы данных для накопления и переработки производственной и научно-технической информации в</p>

		<p>области теории обогащения полезных ископаемых;</p> <p>- Навыками прогнозирующих расчетов технико-экономических показателей работы обогатительной фабрики и разработки мероприятий для улучшения показателей;</p>
--	--	---

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Введение	Содержания и задача курса	2	2	0	0	0
2	2.1	Фракционный состав минеральных продуктов и сепарационные характеристики и обогатительных аппаратов и схем	Рудоподготовка и основные методы обогащения. Понятия о фракционном составе минеральных материалов. Типовой метод экспериментального определения сепарационных характеристик. Понятие о сепарационных характеристиках обогатительных аппаратов и схем обогащения	34	6	4	0	24
3	3.1	Прогнозирующее вычисление технологических показателей и фракционного	Прогноз технологических показателей. Формулы для прогноза технологических показателей. Фракционной состав концентрата и	38	8	10	0	20

		состава продуктов	хвостов. Обобщающие сепарационные характеристики технологической схемы перерабатывающие сложное минеральное сырье					
4	4.1	Нахождение сепарационны х характеристик обогащительны х аппаратов	Фракционный состав (функция состояния) минерального материала в рабочей зоне и фундаментальная задача предсказания его разделения. Силы действующие на минеральные частицы. Нахождение сепарационных характеристик аппаратов по известному фракционному составу в рабочей зоне.	33	8	10	0	15
5	5.1	Нахождение сепарационны х характеристик , анализ и расчет промышленны х технологиче ских схем	Сепарационные характеристики технологических схем. Анализ сепарационных характеристик гравитационных, магнитных, флотационных и других схем. Прогнозирующий фракционно-балансный расчет технологических показателей	37	10	10	0	17
Итого				144	34	34	0	76

### 3.2. Содержание разделов дисциплины

#### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Содержания и задача курса	Цели, задачи курса. Основные направления развития процессов рудоподготовки, процессов	2

			разделения минералов.	
2	2.1	Рудоподготовка и основные методы обогащения.	Основные методы разделения минеральных частиц. Цель сепарации. Сущность сепарации. Современная рудоподготовка. Технологические показатели обогащения. Элементы обогатительной сепарации. Схемы обогащения. Физические свойства минеральных частиц.	2
	2.1	Понятия о фракционном составе минеральных материалов. Типовой метод экспериментального определения сепарационных характеристик	Понятия: конечная фракция; бесконечно узкая фракция; разбиение диапазона; массовая доля; дифференциальная функция распределения; функция содержания. Метод экспериментального определения выходов.	2
	2.1	Понятие о сепарационных характеристиках обогатительных аппаратов и схем обогащения	Извлечение твёрдой конечной фракции. Разделительные числа. Баланс по любой элементарной фракции. Идеальная сепарационная характеристика. Не идеальная сепарационная характеристика. Граница разделения.	2
3	3.1	Прогноз технологических показателей. Формулы для прогноза технологических показателей.	Прогноз показателей идеальной сепарации. Формулы для прогноза технологических показателей для любого метода обогащения при идеальной сепарации. Прогноз показателей неидеальной сепарации. Мнемоническое правило.	6
	3.1	Фракционный состав концентрата и хвостов. Обобщающие сепарационные характеристики и технологиче	Фракционный состав угля. Обобщение на случаи сложного минерального сырья и схем.	2

		ской схемы перерабатывающие сложное минеральное сырье.		
4	4.1	Фракционный состав (функция состояния) минерального материала в рабочей зоне и фундаментальная задача предсказания его разделения. Силы действующие на минеральные частицы.	Фракционный состав минерального материала в рабочей зоне. Понятие о поле усреднённых скоростей движения частиц в зоне. Законы сохранения узкой фракции. Основные силы, действующие на минеральные частицы в зонах различных сепараторов: гравитации, архимедова, стоксова, магнитная, пондермоторная, кулонова, механического сопротивления, градиентная вероятностная сила, силы типа архимедовой. Закон баланса сил, действующих на единицу объёма узкой фракции. Уравнение сепарации и его роль для предсказания фракционного состава в зоне.	4
	4.1	Нахождение сепарационных характеристик аппаратов по известному фракционному составу в рабочей зоне.	Уравнения сепарации в рабочих зонах. • Вычисление сепарационных характеристик аппаратов по известному фракционному составу в рабочей зоне. Аппараты гравитационного обогащения. Методика перехода от уравнений сепарации в зоне к сепарационным характеристикам. Аппараты грохочения и классификации. Магнитные сепараторы. Экспериментальное нахождение сепарационных характеристик.	4
5	5.1	Сепарационные характеристики и технологических схем. Анализ сепарационных характеристик гравитационных,	Расчет сепарационных характеристик технологических схем. Вывод формул для вычисления результирующей сепарационной характеристики схемы в целом по частным отдельным операций. Анализ сепарационных характеристик разветвленных флотационных схем.	6



		магнитных, флотационных и других схем.	
	5.1	Прогнозирующий фракционно-балансный расчет технологических показателей	Прогнозирующий расчет технологических схем. Примеры расчета для схем гравитационного, магнитного и флотационного обогащения.
			4

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
2	2.1	Фракционный состав минеральных продуктов и сепарационные характеристики и обогатительных аппаратов и схем	Практическое занятие №1 Физические свойства минеральных частиц и сродков, используемые для сепарации при обогащении Практическое занятие №2 Расчет фракционного состава угля, полученный денсиметрическим анализом (разделением пробы в тяжелых жидкостях) Практическое занятие №3 Типового метода экспериментального определения выходов	4
3	3.1	Прогнозирующее вычисление технологических показателей и фракционного состава продуктов	Практическое занятие №4 Расчет технологических показателей идеальной сепарации (уголь). Практическое занятие №5 Определение функций $\gamma(\xi)$ и $\beta(\xi)$ для сырья, обогащаемого по одному физическому свойству	10
4	4.1	Нахождение сепарационных характеристик обогатительных аппаратов	Практическое занятие №6 Расчет сепарационных характеристик фракционного состава минерального сырья разделяемого с помощью идеальных сепараторов методом магнитного анализа. Практическое занятие №7 Определение сепарационных характеристик обогатительных аппаратов	10

5	5.1	Сепарационные характеристики и технологических схем.	Практическое занятие № 8 Расчет технологических показателей реального обогащения кар-бонатно-флюоритовых руд Практическое занятие № 9 Вычисление сепарационных характеристик технологических схем	10
---	-----	--	--	----

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
2	2.1	Понятие о сепарационных характеристиках обогатительных аппаратов и схем обогащения.	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Выполнение домашних контрольных работ Решение ситуационных задач Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.	14
	2.1	Типового метода экспериментального определения выходов	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Выполнение домашних контрольных работ Решение ситуационных задач Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение теоретического	10

			материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.	
3	3.1	Пример прогнозирующего расчета технологических показателей.	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Выполнение домашних контрольных работ Решение ситуационных задач. Тестирование. Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.	10
	3.1	Расчет технологических показателей идеальной сепарации (уголь).	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Выполнение домашних контрольных работ Решение ситуационных задач Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы.	10
4	4.1	Силы действующие на минеральные частицы перемещающихся в рабочих зонах обогатительных аппаратов. Определение сепарационных характеристик обогатительных аппаратов	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Решение ситуационных задач Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок,	15

			специальной учебной и научной литературы.	
5	5.1	Компьютерные прогнозирующие фракционно-балансные расчеты Анализ современных промышленных схем обогащения. Вычисление сепарационных характеристик технологических схем	Литературный обзор Переработка текста (составление конспекта) Самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы. Решение ситуационных задач	17

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература**

###### **5.1.1. Печатные издания**

1. Тихонов О.Н. Теория разделения минералов. СПГГИ, 2008г. 2. Федотов К.В., Никольская Н.И. Проектирование обогатительных фабрик: Учебник для вузов. – М.: Изд-во «Горная книга», 2012. – 536 с.

###### **5.1.2. Издания из ЭБС**

1. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. В 3 т. Т. II. Технология обогащения полезных ископаемых[Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Абрамов А.А. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5741802427.html>

##### **5.2. Дополнительная литература**

###### **5.2.1. Печатные издания**

1. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т. 1. Обогащительные процессы и аппараты. Учебник для вузов – М.: Изд. МГГУ, 2001. 2. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование

твердых полезных ископаемых. Технология обогащения полезных ископаемых. Учебник. Т 2 – М.: МГГУ, 2004, - 510 с. 3. Фатьянов А.В. Технология обогащения полезных ископаемых. / А.В.Фатьянов, Л.Г.Никитина, Е.В.Глотова. - Чита: ЧитГТУ, 2003. - 354 с. 4. Мязин В.П., Никонов Е.А. Расчет технологических схем и моделирование процессов обогащения полезных ископаемых. – Чита: Поиск, 2004. – 164 с.

### 5.2.2. Издания из ЭБС

1.

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система «Консультант студента»	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
Электронно-библиотечная система «Троицкий мост»	<a href="http://www.trmost.com/">http://www.trmost.com/</a>

### 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) 1С-Битрикс: Корпоративный портал - Компания 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях 7-Zip ABBYY FineReader Adobe Audition Adobe Flash Adobe In Design Adobe Lightroom Adobe Photoshop

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	

Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для текущей аттестации	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закреплённой расписанием по кафедре

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Основным источником теоретического материала по дисциплине выступают лекции, посещение которых является обязательной составляющей успешного освоения дисциплины. Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных и практических занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;
- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Порядок организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Как правило, организация самостоятельной работы предполагает:

- постановку цели;
- составление соответствующего плана;
- поиск, обработку информации;
- представление результатов работы.

Для эффективного освоения материала дисциплины в ходе практических занятий необходимо выполнение следующих требований:

- четко понимать цели предстоящих занятий (предварительно формулируются преподавателем):
- владеть навыками поиска, обработки, адаптации и презентации необходимого материала;
- уметь четко формулировать и отстаивать собственный взгляд на рассматриваемые проблемные вопросы, который необходимо подкреплять адекватной аргументацией;
- уметь выделять и формулировать противоречия по рассматриваемым проблемам, понимая их источники;
- владеть навыками публичного выступления (логично, ясно и лаконично излагать свои мысли; адекватно оценивать восприятие и понимание слушателями представляемого материала; отвечать на задаваемые вопросы;
- приводить адекватные и убедительные аргументы в защиту своей позиции и т.д.);
- уметь критически оценивать собственные знания, умения и навыки в динамике в сравнении с таковыми у других, с целью раскрытия дополнительных возможностей их развития;
- при подготовке к занятиям обязательно изучить рекомендуемую литературу.

Разработчик/группа разработчиков:  
Людмила Георгиевна Никитина

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.