



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
И.А. Пыталев

07.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***КОМБИНИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ***

Научная специальность
2.8.9. Обогащение полезных ископаемых

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
27.02.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой  И.А. Гришин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
07.02.2025 г. протокол № 4

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ГМДиОПИ, докт. техн. наук  Н.Н. Орехова

Рецензент:

профессор кафедры обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», докт. техн. наук



А.Е. Пелевин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ И.А. Гришин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

являются:

- получение знаний о рудоподготовке и переработке минерального сырья с применением различных методов обогащения, химического и гидрометаллургического способов выщелачивания, металлургической переработки;
- ознакомление с технологиями переработки различных типов руд, схемами и показателями обогащения.

2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Комбинированные технологии переработки минерального сырья» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-2	Способен разрабатывать технологии и аппараты физико-механической, физико-химической, химической, биохимической, химико-металлургической переработки и обогащения полезных ископаемых; имеет навыки технолого-минералогической оценки исследуемых объектов
КНС-5	Знает физические и химические процессы разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод

3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 42 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 30 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Лек.	практ. зан.		
1. Дезинтеграция и подготовка минерального сырья к обогащению					
1.1 Раскрытие минералов в процессах дробления и измельчения. Направленное изменение физических свойств минеральных компонентов. Управление качеством сырья, материалов, реагентов.	3	2	2	6	Устный опрос
Итого по разделу	2		2	6	
2. Руды черных металлов					
2.1 Технологические особенности руд. Состояние и перспективы развития технологии подготовки полезных ископаемых к обогащению. Схемы и режимы обогащения руд. Комплексность использования, комбинированные методы переработки. Обезвоживание, окускование, брикетирование, транспортирование и складирование полезных ископаемых и продуктов их обогащения.	3	2	2		устный опрос
Итого по разделу	2		2		
3. Золотосодержащие руды и россыпи					
3.1 Технологические особенности руд. Схемы и режимы обогащения руд. Современные комбинированные технологии переработки золотосодержащего сырья (гравитация, флотация, металлургические процессы). Обезвоживание, окускование, брикетирование, транспортирование и складирование полезных ископаемых и продуктов их обогащения.	3	4	1	5	Устный опрос
Итого по разделу	4		1	5	
4. Медные и медно-цинковые руды					
4.1 Схемы и режимы обогащения руд. Комплексность использования, комбинированные методы переработки. Методы доводки грубых концентратов. Новые технологические схемы и режимы флотации руд цветных металлов. Применение комбинированных технологий для труднообогатимых массивных, сульфидно-окисленных руд на основе сочетания селективных собирателей, энергетических воздействий и других прогрессивных технологий. Обезвоживание, окускование, брикетирование, транспортирование и складирование полезных ископаемых и продуктов их обогащения.	3	4	4		Устный опрос Защита лабораторной работы
Итого по разделу	4		4		
5. Полиметаллические руды					
5.1 Подготовка сырья к обогащению. Предобогащение. Схемы и режимы обогащения руд. Комплексность использования. Комбинированные методы переработки. Обезвоживание, окускование, брикетирование, транспортирование и складирование полезных ископаемых и продуктов их обогащения.	3	2	4	6	— устный опрос — тестирование — защита лабораторной работы
Итого по разделу	2		4	6	
6. Неметаллические руды					
6.1 Схемы и режимы обогащения руд: графитовых, каолиновых, флюоритовых и т.д.. Комплексность использования. Комбинированные методы переработки. Обезвоживание, окускование, брикетирование, транспортирование и складирование полезных ископаемых и продуктов их обогащения.	3	4	4	6	— устный опрос — тестирование — защита лабораторных работы
Итого по разделу	4		4	6	
7. Новые направления и прогрессивные приемы в переработке и обогащении полезных ископаемых					
7.1 Схемы и режимы обогащения руд: графитовых, каолиновых, флюоритовых и т.д.. Комплексность использования. Комбинированные методы переработки. Обезвоживание, окускование, брикетирование, транспортирование и складирование полезных ископаемых и продуктов их обогащения.	3	3	4	6	Устный опрос
Итого по разделу	3		4	7	
Итого за семестр	21		21	29	зачёт
Итого по дисциплине	21		21	30	зачет

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении 1.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины **а) Основная литература:**

1. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: В 3-х т. : Учеб. для вузов /А.А. Абрамов. – 2-е изд., стер. – М.; М.: МГГУ, 2004 .

2. Цыгалов А.М., Елисеев Н.И., Гришин И.А. Дробление, измельчение и подготовка руд к обогащению: Учебное пособие. – Магнитогорск: МГГУ, 2005. – 170 с.

3. Перов В.А. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Уч. пособие д/в.- М.: Недра, 1990. – 301 с.

б) Дополнительная литература:

1. Кармазин В.И., Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых, том 1, 2005.- 672 с.

2. Справочник по обогащению руд: В 3 т. /Под ред. О.С. Богданова. – 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Недра, 1983.

3. Абрамов А.А., Леонов С.Б. Обогащение руд цветных металлов: Учеб. – М.: Недра, 1991. – 406 с.

4. Полькин С.И., Адамов Э.В. Обогащение руд цветных металлов. – М.: Недра, 1983.

5. Кармзин В.В. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых: Уч. пос.- М.; М.: МГГУ , 2009. - 312с.

6. Бочаров В. А. Технология обогащения золотосодержащих руд и россыпей: учебное пособие: в 2 ч. / В.А. Бочаров, В.А. Игнаткина. - М.: МИСиС, 2003. – Ч.1. Обогащение золотосодержащего сырья. - 270 с.

7. Бочаров В.А. Технология обогащения полезных ископаемых. Т. 1: учебник / В.А. Бочаров, В.А. Игнаткина. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2007. – 472 с.

8. Бочаров В.А. Технология обогащения полезных ископаемых. Т.2: учебник / В.А. Бочаров, В.А. Игнаткина. – Издательский дом «Руда и Металлы», 2007. – 408 с.

9. Журналы «Обогащение руд», «Горный журнал», «Цветные металлы», «Уголь», «Физико-технические проблемы переработки минерального сырья».

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Тема: Технологии и комплексы обогащения руд черных металлов

Вариант № 1

Вещественный состав и переработка магнетитовых руд. Основные минералы. Схемы обогащения. Месторождения.

Вариант № 2

Вещественный состав и переработка сидеритовых руд. Основные минералы. Схемы обогащения. Месторождения.

Вариант № 3

Вещественный состав и переработка бурожелезняковых руд. Основные минералы. Схемы обогащения. Месторождения.

Вариант № 4

Вещественный состав и переработка хромовых руд. Основные минералы. Месторождения.

Вариант № 5

Вещественный состав и переработка марганцевых руд. Основные минералы. Месторождения.

Вариант № 6

Характеристика железных руд. Минералы. Оптимальная глубина обогащения. Подготовка руд к плавке.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Технологии и комплексы обогащения руд цветных металлов

Вариант № 1

Технологии и комплексы обогащения медных и медно-пиритных руд. Основные минералы меди. Месторождения.

Вариант № 2

Технологии и комплексы обогащения медно-цинковых руд. Основные минералы цинка. Месторождения.

Вариант № 3

Технологии и комплексы обогащения медно-молибденовых руд. Доводка медно-молибденовых концентратов. Основные минералы молибдена. Месторождения.

Вариант № 4

Технологии и комплексы обогащения медно-никелевых руд. Основные минералы никеля. Месторождения.

Вариант № 5

Технологии и комплексы обогащения свинцовых и свинцово-цинковых руд. Основные минералы свинца. Месторождения.

Вариант № 6

Технологии и комплексы обогащения медно-свинцово-цинковых руд. Месторождения.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Технологии и комплексы обогащения неметаллических полезных ископаемых

Вариант № 1

Качество и технологические сорта углей. Технологии и комплексы обогащения углей.

Месторождения.

Вариант № 2

Свойства и месторождения алмазов. Технологии и комплексы обогащения кимберлитовых руд.

Вариант № 3

Технологии и комплексы обогащения калийных руд. Минералы. Месторождения.

Примерный перечень тем и заданий для подготовки к зачету:

1. Сущность, главные особенности и классификация механических процессов обогащения.
2. Сущность, главные особенности и классификация гидро- и пирометаллургических процессов.
3. Основные факторы, влияющие на выбор технологий и комплексов при обогащении минерального сырья и переработки отходов.
4. Классификация полезных ископаемых.
5. Технологические типы и сорта руд. Технологии и комплексы для предварительного обогащения руд цветных металлов.
6. Характеристика железных руд. Минералы. Кондиции на железные концентраты.
7. Технологии и комплексы для предварительного обогащения бурожелезняковых и сидеритовых руд. Вещественный состав и схемы обогащения. Месторождения.
8. Технологии и комплексы для предварительного обогащения руд магнетитовой группы. Вещественный состав и схемы обогащения. Месторождения.
9. Технологии и комплексы для предварительного обогащения марганцевых руд. Вещественный состав и схемы обогащения. Месторождения.
10. Технологии и комплексы для предварительного обогащения хромовых руд. Вещественный состав и схемы обогащения. Месторождения.
11. Оптимальная глубина обогащения. Подготовка руд к плавке. Применяемые технологии и комплексы.
12. Технологии и комплексы обогащения руд цветных и редких металлов. Кондиции на концентраты. Основные показатели переработки и основного оборудования.
13. Технологии и комплексы извлечения золота из коренных руд. Месторождения.
14. Процессы и современное оборудование гидрометаллургии в схемах обогащения. Амальгамация и цианирование. Применяемые технологии и комплексы. Основные показатели переработки и основного оборудования.
15. Радиометрическое, гравитационное, флотационное обогащение. Комбинированные процессы переработки комплексных руд. Применяемые технологии и комплексы. Основные показатели переработки и основного оборудования.
16. Технологии и комплексы обогащения неметаллического сырья. Кондиции на концентраты. Основные показатели переработки и основного оборудования.
17. Качество и технологические сорта углей. Технологии и комплексы обогащения углей. Месторождения.
18. Свойства и месторождения алмазов. Технологии и комплексы обогащения алмазов.
19. Технологии и комплексы обогащения калийных руд. Минералы. Месторождения.
20. Технологии и комплексы обогащения урановых руд. Минералы. Месторождения.
21. Составить комбинированную схему для переработки золотосодержащей руды. Применить новые идеи совершенствования технологии и применяемого оборудования и создания комплексов на их базе. Основные показатели переработки и основного оборудования.
22. Составить схему для переработки полиметаллической руды. Применить новые идеи совершенствования технологии и применяемого оборудования и создания комплексов на их базе.

23. Составить схему и реагентный режим для обогащения сплошной и тонковкрапленной двухкомпонентной руды. Представить обоснованный выбор основного оборудования.

Составить комбинированную схему переработки труднообогатимой двухкомпонентной руды. Применить новые идеи совершенствования технологии и применяемого оборудования и создания комплексов на их базе.