



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

19.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Обогащение полезных ископаемых

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых

12.02.2024, протокол № 5

Зав. кафедрой  И.А. Гришин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ

19.02.2024 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ГМДиОПИ, канд. техн. наук  И.А. Гришин

Рецензент:

ведущий специалист ООО «Уралхимсервис» , канд. техн. наук



В.Ш. Галямов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 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 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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Магнитные и электрические методы обогащения» являются:

получение студентами знаний в области сепарации полезных ископаемых в магнитных и электрических полях и закономерностей их поведения в соответствующих полях.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Магнитные и электрические методы обогащения входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Геолого-технологическая оценка минерального сырья

Геология

Физическая химия

Горнопромышленная геология

Физические методы изучения полезных ископаемых

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Контроль технологических процессов обогащения

Технология обогащения полезных ископаемых

Исследование руд на обогатимость

Проектирование обогатительных фабрик

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Магнитные и электрические методы обогащения» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-10	Способен применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов
ОПК-10.1	Выбирает основные принципы расчета параметров технологии открытой и подземной добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов
ОПК-10.2	Использует основные принципы расчета параметров технологии переработки твердых полезных ископаемых

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 129,7 акад. часов;
- аудиторная – 126 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,7 акад. часов;
- самостоятельная работа – 50,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Магнитные методы обогащения								
1.1 Физические основы магнитных методов обогащения, магнитные поля и свойства минералов.	7	12	8			Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	ОПК-10.1, ОПК-10.2
1.2 Магнитные сепараторы и их применение, вспомогательное оборудование.		14	12			Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	ОПК-10.1, ОПК-10.2
1.3 Практика магнитного обогащения.		12	12			Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	ОПК-10.1, ОПК-10.2
Итого по разделу		38	32					
2. Электрические методы обогащения								

2.1 Физические основы электрических методов обогащения	7	10	8		15	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	ОПК-10.1, ОПК-10.2
2.2 Сепараторы для электрического обогащения минералов		12	8		20	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	ОПК-10.1, ОПК-10.2
2.3 Практика электрического обогащения		12	6		15,3	Подготовка к лабораторно-практическому занятию, самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Текущий контроль успеваемости	ОПК-10.1, ОПК-10.2
Итого по разделу		34	22		50,3			
Итого за семестр		72	54		50,3		зао	
Итого по дисциплине		72	54		50,3		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Магнитные и электрические методы обогащения» используются традиционная и модульная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Магнитные и электрические методы обогащения» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

При проведении лабораторных занятий используются работа в команде.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки отчетов по лабораторным работам, при подготовке к итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Ананенко, К.Е. Физические основы и практика магнитных и электрических методов обогащения : учебное пособие / К.Е. Ананенко, А.А. Кондратьева, Д.А. Гольсман. — Красноярск : СФУ, 2017. — 94 с. — ISBN 978-5-7638-3814-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117759> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В. М. Авдохин. — 4-е изд., стер. — Москва: Горная книга, 2018 — Том 1 : Обогащительные процессы — 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-98672-473-7. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134944> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Кармазин, В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Том 1 Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебник / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2017. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111394> .

б) Дополнительная литература:

1. Пантелеева, Н.Ф. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Магнитные методы обогащения полезных ископаемых. Курс лекций: учебное пособие / Н.Ф. Пантелеева, А.М. Думов. — Москва : МИСИС, 2009. — 105 с. — ISBN 978-5-87623-239-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1845> . — Режим доступа: для авториз. пользователей..

2. Думов, А.М. Оборудование фабрик по переработке минерального сырья : учебное пособие / А.М. Думов, А.А. Николаев. — Москва: МИСИС, 2016. — 224 с. — ISBN 978-5-906846-45-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108111> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Пантелеева, Н.Ф. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Магнитные методы обогащения полезных ископаемых. Курс лекций : учебное пособие / Н.Ф. Пантелеева, А.М. Думов. —

Москва: МИСИС, 2009. — 105 с. — ISBN 978-5-87623-239-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1845> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Периодические издания: “Обогащение руд”, реферативный журнал “Горное дело”, “Горный журнал”, “Горный журнал. Известия высших учебных заведений”

в) Методические указания:

И.А. Гришин Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Магнитные, электрические и специальные методы обогащения”, Магнитогорск, изд-во МГТУ, 2016 г.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<https://e.lanbook.com/book/117759> Ананенко, К.Е. Физические основы и практика магнитных и электрических методов обогащения: учебное пособие / К.Е. Ананенко, А.А. Кондратьева, Д.А. Гольсман. — Красноярск: СФУ, 2017. — 94 с. — ISBN 978-5-7638-3814-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117759> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

<https://e.lanbook.com/book/134944> Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых: учебник : в 2 томах / В. М. Авдохин. — 4-е изд., стер. — Москва: Горная книга, 2018 — Том 1: Обогащительные процессы — 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-98672-473-7. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134944> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

<https://e.lanbook.com/book/111394> Кармазин, В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Том 1 Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебник / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2017. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111394> .

Программное обеспечение

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

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

ПЭВМ с доступом в интернет

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Трубчатый анализатор

Установка для обогащения во взвешенном слое

Установка для определения магнитных свойств минералов

Открытые постоянные магнитные системы

Замкнутая электромагнитная система с набором полюсов

Электрический сепаратор ПС-1

Железоотделитель

Сепаратор 168СЭМ

Установка для определения трибозаряда

Плакаты оборудования

Приложение 1

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Магнитные и электрические методы обогащения» предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала; оформления отчетов по лабораторным работам.

Перечень лабораторных работ:

1. Определение магнитных свойств образца;
2. Влияние технологических параметров на работу сепаратора СЭМ 173;
3. Изучение влияния различных параметров на показатели работы мокрого магнитного сепаратора;
4. Магнитный анализ пробы на трубчатом анализаторе;
5. Определение величины удельного трибозаряда;
6. Изучение влияния различных параметров на показатели работы электрического сепаратора ПС 1;
7. Изучение работы магнитогидростатического сепаратора;
8. Регенерация тяжелосредной суспензии на магнитном сепараторе.

Вопросы для проведения текущего контроля.

Тема 1.1. Физические основы магнитных методов обогащения, магнитные поля и свойства минералов

1. Магнитное поле и его свойства. Напряженность магнитного поля. Магнитная индукция.
2. Классификация минералов по магнитным свойствам.
3. Магнитная восприимчивость, интенсивность намагничивания минералов.
4. Магнитные свойства сильномагнитных минералов.
5. Магнитные свойства слабомагнитных минералов.

Тема 1.2. Магнитные сепараторы и их применение, вспомогательное оборудование

1. Классификация магнитных систем. Характеристика магнитных систем.
2. Магнитные поля сепараторов для обогащения сильно и слабомагнитных руд.
3. Динамика движения руды в сепараторах с верхней подачей материала.
4. Динамика движения руды в сепараторах с нижней подачей материала.
5. Классификация магнитных сепараторов, их маркировка.
6. Сепараторы для сухого обогащения сильномагнитных руд. Железоотделители. Устройство, регулировка.
7. Сепараторы для мокрого обогащения сильномагнитных руд. Устройство, регулировка.
8. Сепараторы для сухого и мокрого обогащения слабомагнитных руд.

9. Высокоградиентные сепараторы и сепараторы с магнитными системами из редкоземельных сплавов.
10. Вспомогательное оборудование для магнитного обогащения.
11. Производительность магнитных сепараторов, факторы, влияющие на эту величину.

Тема 1.3. Практика магнитного обогащения

1. Подготовка руды к магнитной сепарации.
2. Технология обогащения сильномагнитных руд.
3. Технология обогащения слабомагнитных руд.
4. Технология обезжелезнения нерудного сырья и обогащение вторичного сырья.
5. Эксплуатация магнитных сепараторов, компоновка оборудования в цехах магнитного обогащения.

Тема 2.1. Физические основы электрических методов обогащения

1. Электрическое поле и его свойства. Напряженность поля.
2. Способы зарядки частиц.
3. Классификация минералов по электрическим свойствам.
4. Электрическая проводимость и диэлектрическая проницаемость минералов.
5. Методы определения электрических свойств минералов.

Тема 2.2. Сепараторы для электрического обогащения минералов

1. Классификация способов электросепарации.
2. Сепараторы для электростатической сепарации. Устройство, работа, регулировка.
3. Сепараторы для трибоэлектростатической сепарации. Устройство, работа, регулировка.
4. Сепараторы для коронной сепарации.
5. Сепараторы для трибоадгезионной сепарации.
6. Диэлектрическая сепарация.

Тема 2.3. Практика электрического обогащения

1. Подготовка руды к электрической сепарации.
2. Производительность электрических сепараторов, факторы, влияющие на эту величину.
3. Технология обогащения руд электрической сепарацией.
4. Технология обогащения вторичного сырья.
5. Эксплуатация электрических сепараторов, компоновка оборудования в цехах электрического обогащения.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-10 Способен применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов		
ОПК-10.1	Выбирает основные принципы расчета параметров технологии открытой и подземной добычи полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Магнитное поле и его свойства. Напряженность магнитного поля. Магнитная индукция. 2. Классификация магнитных систем. Характеристика магнитных систем. 3. Магнитные поля сепараторов для обогащения сильно и слабомагнитных руд. 4. Классификация минералов по магнитным свойствам. 5. Магнитная восприимчивость, интенсивность намагничивания минералов. 6. Магнитные свойства сильномагнитных минералов. 7. Магнитные свойства слабомагнитных минералов. 8. Методы определения магнитных свойств минералов. 9. Динамика движения руды в сепараторах с верхней подачей материала. 10. Динамика движения руды в сепараторах с нижней подачей материала. 11. Классификация магнитных сепараторов, их маркировка. 12. Сепараторы для сухого обогащения сильномагнитных руд. Железоотделители. Устройство, регулировка. 13. Сепараторы для мокрого обогащения сильномагнитных руд. Устройство, регулировка. 14. Сепараторы для сухого и мокрого обогащения слабомагнитных руд. 15. Высокоградиентные сепараторы и сепараторы с магнитными системами из редкоземельных сплавов. 16. Вспомогательное оборудование для магнитного обогащения. 17. Подготовка руды к магнитной сепарации. 18. Производительность магнитных сепараторов, факторы, влияющие на эту величину. 19. Технология обогащения сильномагнитных руд. 20. Технология обогащения слабомагнитных руд.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		21. Технология обезжелезнения нерудного сырья и обогащение вторичного сырья. 22. Эксплуатация магнитных сепараторов, компоновка оборудования в цехах магнитного обогащения. 23. Электрическое поле и его свойства. Напряженность поля. 24. Способы зарядки частиц. 25. Классификация минералов по электрическим свойствам. 26. Электрическая проводимость и диэлектрическая проницаемость минералов. 27. Методы определения электрических свойств минералов. 28. Классификация способов электросепарации. 29. Сепараторы для электростатической сепарации. Устройство, работа, регулировка. 30. Сепараторы для трибоэлектростатической сепарации. Устройство, работа, регулировка. 31. Сепараторы для коронной сепарации. 32. Сепараторы для трибоадгезионной сепарации. 33. Диэлектрическая сепарация. 34. Подготовка руды к электрической сепарации. 35. Производительность электрических сепараторов, факторы, влияющие на эту величину. 36. Технология обогащения руд электрической сепарацией. 37. Технология обогащения вторичного сырья. 38. Эксплуатация электрических сепараторов, компоновка оборудования в цехах электрического обогащения.
ОПК-10.2	Использует основные принципы расчета параметров технологии переработки твердых полезных ископаемых	Примерные практические задания для зачета: 1. Расчет магнитных и электрических сепараторов; 2. Компоновка сепараторов в отделении обогащения; 3. Обработка результатов эксперимента.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Магнитные и электрические методы обогащения» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой и в форме выполнения и защиты лабораторных работ.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.