



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)

**ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ**

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	2
Семестр	3

Магнитогорск
2025 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
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:

доцент кафедры ГМДиОПИ, канд. техн. наук  Н.А. Сединкина

Рецензент:

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

 В.Ш. Галямов

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

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 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 «Физические методы изучения полезных ископаемых» является формирование у студентов квалифицированных научных знаний о методах изучения технологических свойств полезных ископаемых, об основных этапах исследования минерального сырья на обогатимость и приобретение студентом навыков к исследовательской работе, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Обогащение полезных ископаемых».

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физические методы изучения полезных ископаемых входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Химия

Физика

Геология

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

Гравитационный метод обогащения

Специальные и комбинированные методы обогащения

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - преддипломная практика

Магнитные и электрические методы обогащения

Основы научных исследований

Исследование руд на обогатимость

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физические методы изучения полезных ископаемых» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен самостоятельно организовывать и проводить научно- исследовательские работы в области подготовки к обогащению и переработки минерального и техногенного сырья
ПК-1.1	Проводит патентные исследования, обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований
ПК-1.2	Руководит группой работников при исследовании самостоятельных тем
ПК-1.3	Составляет и защищает отчеты и регламенты по результатам лабораторных и промышленных испытаний

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 89 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

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. Раздел 1. «Минералы промышленных месторождений и изучение их физических свойств»								
1.1 1.1. «Общие сведения о минералах. Классификация полезных ископаемых»	3	1			5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 1.2. «Физические свойства минералов, определяющие обогатимость»		1	4		5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.3 1.3. «Шкалы обогатимости по плотности, электрическим и магнитным свойствам		1			5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		3	4		15			
2. Раздел 2. «Изучение вещественного состава полезных ископаемых»								
2.1 2.1. «Химический состав полезных ископаемых и методы его определения»	3	1			5	Самостоятельное изучение учебной и научно	Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

						литературы.		
2.2 2.2. «Минералогический состав полезного ископаемого и методы его определения»	3	1	4		5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК- 1.2, ПК-1.3
2.3 2.3. «Текстурно- структурные характеристики полезных ископаемых и методы их изучения»		1	4		5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК- 1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		3	8		15			
3. Раздел 3.«Физические свойства полезных ископаемых»								
3.1 3.1. «Технологические свойства минералов»	3	1			6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК- 1.2, ПК-1.3
3.2 3.2. «Механические свойства полезных ископаемых»		1	4		8	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК- 1.2, ПК-1.3
3.3 3.3. «Магнитные свойства минералов»		1			6	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК- 1.2, ПК-1.3
3.4 3.4. «Электрические свойства минералов»		1	4		10	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК- 1.2, ПК-1.3
3.5 3.5. «Физико- химические и химические свойства минералов»		1			8	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК- 1.2, ПК-1.3

3.6 3.6. «Спектроскопические и радиоспектроскопические, термохимические свойства минералов»	3	1	4		8	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		6	12		46			
4. Раздел 4«Методы исследования физических свойств минералов, пород и руд»								
4.1 4.1. «Методы определения плотностных характеристик минералов»	3	1	4		3	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.2 4.2. «Методы определения дробимости руд и горных пород»		1	4		2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.3 4.3. «Методы определения крепости и абразивности руд и горных пород»		1			2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.4 4.4. «Методы определения твердости минералов»		1			2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.5 4.5. «Методы определения магнитных и электрических свойств минералов»		1	4		2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.6 4.6. «Методы определения физико-химических свойств поверхности минералов»		1			2	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос. Защита лабораторных работ. Решение задач.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

Итого по разделу	6	12		13			
Итого за семестр	18	36		89		зачёт	
Итого по дисциплине	18	36		89		зачет	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Физические методы изучения полезных ископаемых» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Образовательные технологии: метод проблемного изложения материала в лекционном курсе, свободные дискуссии по освоенному материалу.

Лекции проходят как традиционной форме, так и в форме лекций-конференций как научно-практическое занятие с заранее поставленной проблематикой и системой докладов студентов длительностью 5-10 минут, а в конце лекции преподаватель подводит итоги самостоятельной работы и выступлений студентов, дополняет или уточняет представленную информацию и формулирует основные выводы.

Практикуется активное использование преподавателями инновационных методов обучения, предусматривающих актуализацию творческого потенциала и самостоятельности студентов: организация дискуссий по актуальным вопросам теории и практики, использование информационно - справочных систем и Интернет – ресурсов.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые задания по пройденной теме.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем и изучению дополнительного материала в процессе подготовки к тестированию, к промежуточной аттестации. Результаты усвоения материала проверяются в форме зачета в 7 семестре.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются тестирование, устные опросы студентов, проверка решения домашних задач, защита лабораторных работ. Для оперативного контроля усвоения студентами лекционного материала проводится десятиминутный контрольный опрос на лекциях.

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

а) Основная литература:

1. Горлова О.Е., Гмызина Н.В., Сединкина Н.А. Физические методы изучения минералов: [Электронный ресурс]: практикум. М.: ФГУП НТЦ «Информрегистр», 2020. № гос. рег. 0322001224. Дата регистрации 03.06.2020.

2. Гончаров, С. С. Физические методы контроля качества и исследования материалов : учебное пособие / С. С. Гончаров. — Тула : ТулГУ, 2023. — 117 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/391268>

3. Янченко, Г.А. Физика горных пород. Плотностные свойства горных пород и факторы, их определяющие: учебное пособие / Г.А. Янченко. — Москва: МИСИС, 2019. — 142 с. — ISBN 978-5-906953-86-5. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/129076>

б) Дополнительная литература:

1. Козин, В.З. Исследование руд на обогатимость [Текст]: учеб.пособие /В.З.Козин. – Екатеринбург: УГГУ, 2009. – 380с. - ISBN 978-5-8019-0176-3.
2. Зильбершмидт, М.Г. Комплексное использование минеральных ресурсов: учебник: в 2 книгах / М.Г. Зильбершмидт, В.А. Исаев. — Москва: МИСИС, [б. г.]. — Книга 1 — 2016. — 346 с. — ISBN 978-5-87623-947-1. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93632>
3. Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: учебник: в 2 томах / В.М. Авдохин. — 4-е изд., стер. — Москва: Горная книга, [б. г.]. — Том 2: Технологии обогащения полезных ископаемых — 2017. — 312 с. — ISBN 978-5-98672-465-2. —Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111337>
4. Остапенко, П.Е. Оценка качества минерального сырья [Текст]: учеб.пособие / П.Е. Остапенко, С.П. Остапенко. – М., 2002.
5. Козин, В.З. Исследование руд на обогатимость[Текст]: учеб.пособие / В.З.Козин – Екатеринбург: УГГА, 2001. – 143 с.
6. Богданов, И.П. Обогащаемость железных руд. Справочное пособие – М.: Недра, 1989.
7. Мелиик-Гайкозян, В.И., Абрамов А.А. и др. Методы исследования флотационного процесса. – М.: Недра, 1990.
8. Технологическая оценка минерального сырья. Методы исследования. Справочник / Под ред. П.Е. Остапенко - М.: Недра, 1996.
9. Технологическая оценка минерального сырья. Справочник / Под ред. П.Е. Остапенко - М.: Недра, 1996.
10. Справочник по обогащению руд /Под ред. Богданова О.С. –2-е изд., перераб. и доп.- М.: недра, 1983.
11. Введенский, В. Ю. Физические методы исследования. Магнитные свойства. Курс лекций: учебное пособие / В. Ю. Введенский, А. С. Лилеев. — Москва: МИСИС, 2010. — 143 с. — ISBN 978-5-87623-318-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/51697>

в) Методические указания:

1. Горлова О.Е., Гмызина Н.В., Сединкина Н.А. Физические методы изучения минералов: [Электронный ресурс]: практикум. М.: ФГУП НТЦ «Информрегистр», 2020. № гос. рег. 0322001224. Дата регистрации 03.06.2020.
2. Физические методы изучения минералов: Лабораторный практикум для студентов специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых» дневной и заочной формы обучения. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2009 - 41 с.
Режим доступа: <https://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=84856>

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- <https://e.lanbook.com/book/93632> Зильбершмидт, М.Г. Комплексное использование минеральных ресурсов : учебник : в 2 книгах / М.Г. Зильбершмидт, В.А. Исаев. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Книга 1 — 2016. — 346 с. — ISBN 978-5-87623-947-1.
- <https://e.lanbook.com/book/111337> Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 томах / В.М. Авдохин. — 4-е изд., стер. — Москва : Горная книга, [б. г.]. — Том 2 : Технологии обогащения полезных ископаемых — 2017. — 312 с. — ISBN 978-5-98672-465-2.
- <https://e.lanbook.com/book/129076> Янченко, Г.А. Физика горных пород. Плотностные свойства горных пород и факторы, их определяющие : учебное пособие / Г.А. Янченко. — Москва : МИСИС, 2019. — 142 с. — ISBN 978-5-906953-86-5.
- <http://www.catalogmineralov.ru/> Каталог минералов

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	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Лекционная аудитория Мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации

Лаборатории 1. Дробильно-измельчительное оборудование.

2. Измерительные инструменты.

3. Приборы для определения крепости минерального сырья (ПОК, прессы).

4. Сушильные шкафы, муфельные печи.

5. Химическая посуда.

6. Микроскопы

Компьютерный класс Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

6. Учебно-методические обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Раздел (тема) дисциплины	Вид самостоятельной работы	Количество часов	Формы контроля
1. Раздел. «Минералы промышленных месторождений и их физические свойства»	Изучение лекционного материала, подготовка к тестированию по разделу. Подготовка к защите лабораторной работы № 1.	4	Устный опрос. Тестирование. Защита лабораторной работы № 1.
Итого по разделу		3	
2. Раздел «Вещественный состав и физические свойства минералов»	Изучение лекционного материала, подготовка к тестированию по разделу. Решение домашних задач по теме «Изучение вещественного состава минерального сырья». Подготовка к защите лабораторных работ № 2,3.	4	Устный опрос. Тестирование. Проверка решения домашних задач. Защита лабораторных работ № 2,3.
Итого по разделу		3	
3. Раздел «Физические свойства полезных ископаемых»	Изучение лекционного материала, подготовка к устному опросу и тестированию по разделу. Решение домашних задач по теме «Обработка результатов гравитационного анализа». Подготовка к защите лабораторных работ № 4, 5, 6.	4	Устный опрос. Тестирование. Проверка решения домашних задач. Защита лабораторных работ № 4, 5, 6.
Итого по разделу		3	
4. Раздел «Методы исследования физических свойств минералов, пород и руд»	Изучение лекционного материала, подготовка к устному опросу и тестированию по разделу. Решение домашних задач по теме «Определение дробимости горных пород». Подготовка к защите лабораторных работ № 7, 8, 9.		Тестирование. Проверка решения домашних задач. Защита лабораторных работ № 7, 8, 9.
Итого по разделу		6	
Итого по курсу		18	Зачет

Примерный перечень задач

Задача 1 Изучение вещественного состава минерального сырья

Целью работы является ознакомление студентов с химическим составом природных минералов и методикой пересчета химического и фазового состава на минеральный.

Задача 2 Обработка результатов гранулометрического анализа

Рассчитать гранулометрический состав руды и распределение ценного компонента по классам крупности.

Задача 3 Обработка результатов гравитационного анализа

Рассчитать результаты гравитационного анализа минерального сырья с распределением ценного компонента по классам крупности

Задача 4 Обработка результатов магнитного анализа

Рассчитать результаты магнитного анализа минерального сырья с распределением ценного компонента по классам крупности.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ПК-1 Способен самостоятельно организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области подготовки к обогащению и переработки минерального и техногенного сырья		
ПК-1.1	Проводит патентные исследования, обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	Перечень тем и заданий для подготовки к зачету: 1. Природные типы руд. 2. Технологические типы руд. 3. Текстура руды. 4. Структура руды. 5. Химический фазовый анализ. 6. Относительная твердость минералов. Шкала Мооса. Примеры тестовых вопросов Полезное ископаемое это.. а) природные минеральные образования в земной коре неорганического и органического происхождения, химический состав и физические свойства которых позволяют использовать их в сфере материального производства на благо общества в естественном или переработанном виде. б) сложный комплекс различных минералов, из которых хотя бы одно является полезным. в) локальное скопление полезного ископаемого в земной коре. г) все выше перечисленное. Примерные задачи: Пересчитать химический и фазовый состав на минеральный. Исходные данные Минеральный состав (элементарный состав): 1. Магнетит Fe_3O_4; ($\text{Fe} = 72,3 \%$, $\text{Fe}^{2+} = 24,1 \%$, $\text{Fe}^{3+} = 48,2 \%$, $\text{FeO} = 31,0 \%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 69,0 \%$); 2. Гематит Fe_2O_3; ($\text{Fe} = 69,9 \%$); 3. Мартит Fe_2O_3; ($\text{Fe} = 69,9 \%$);

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства																																																																																		
		4. Пирит FeS_2; ($\text{Fe} = 46,55 \%$, $\text{S} = 53,45 \%$); 5. Кварц SiO_2; ($\text{Si} = 46,6 \%$). 6. Доломит $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$; ($\text{CaO} = 30,4 \%$, $\text{MgO} = 21,7 \%$, $\text{CO}_2 = 47,9 \%$). 7. Пистомезит ($\text{FeO} = 44,65 \%$, $\text{MgO} = 13,5 \%$, $\text{CO}_2 = 42,0 \%$). 8. Апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, F, OH; ($\text{CaO} = 55,5\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 = 42,33 \%$). 9. Кианит $\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$; ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 62,9 \%$, $\text{SiO}_2 = 37,1 \%$). 10. Оливин $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$; ($\text{MgO}$ - до $57,3 \%$, FeO - до $70,5 \%$, $\text{SiO}_2 = 42,7 \%$). Химический состав технологических проб железосодержащих руд <table><tr><th rowspan="3">Компонент</th><th colspan="5">Массовая доля компонента, %</th></tr><tr><th colspan="5">Вариант</th></tr><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th></tr><tr><td>Fe магнитное</td><td>27,50</td><td>20,30</td><td>30,0</td><td>27,10</td><td>29,50</td></tr><tr><td>FeO общ.</td><td>12,86</td><td>17,49</td><td>16,66</td><td>15,67</td><td>14,74</td></tr><tr><td>Fe_2O_3</td><td>41,11</td><td>29,10</td><td>53,00</td><td>36,50</td><td>35,14</td></tr><tr><td>SiO_2 общ.</td><td>34,99</td><td>24,35</td><td>18,19</td><td>32,66</td><td>34,47</td></tr><tr><td>SiO_2 своб.</td><td>32,75</td><td>16,42</td><td>13,69</td><td>25,75</td><td>31,04</td></tr><tr><td>CaO</td><td>0,13</td><td>2,54</td><td>0,40</td><td>1,16</td><td>1,86</td></tr><tr><td>MgO</td><td>1,40</td><td>5,90</td><td>2,25</td><td>4,80</td><td>2,90</td></tr><tr><td>Al_2O_3</td><td>1,93</td><td>3,34</td><td>0,50</td><td>0,50</td><td>1,23</td></tr><tr><td>P_2O_5</td><td>0,05</td><td>0,09</td><td>0,06</td><td>0,10</td><td>0,09</td></tr><tr><td>S</td><td>3,10</td><td>9,15</td><td>4,44</td><td>3,03</td><td>3,40</td></tr><tr><td>CO_2</td><td>1,00</td><td>4,32</td><td>0,53</td><td>1,85</td><td>3,20</td></tr></table>	Компонент	Массовая доля компонента, %					Вариант					1	2	3	4	5	Fe магнитное	27,50	20,30	30,0	27,10	29,50	FeO общ.	12,86	17,49	16,66	15,67	14,74	Fe_2O_3	41,11	29,10	53,00	36,50	35,14	SiO_2 общ.	34,99	24,35	18,19	32,66	34,47	SiO_2 своб.	32,75	16,42	13,69	25,75	31,04	CaO	0,13	2,54	0,40	1,16	1,86	MgO	1,40	5,90	2,25	4,80	2,90	Al_2O_3	1,93	3,34	0,50	0,50	1,23	P_2O_5	0,05	0,09	0,06	0,10	0,09	S	3,10	9,15	4,44	3,03	3,40	CO_2	1,00	4,32	0,53	1,85	3,20
Компонент	Массовая доля компонента, %																																																																																			
	Вариант																																																																																			
	1	2	3	4	5																																																																															
Fe магнитное	27,50	20,30	30,0	27,10	29,50																																																																															
FeO общ.	12,86	17,49	16,66	15,67	14,74																																																																															
Fe_2O_3	41,11	29,10	53,00	36,50	35,14																																																																															
SiO_2 общ.	34,99	24,35	18,19	32,66	34,47																																																																															
SiO_2 своб.	32,75	16,42	13,69	25,75	31,04																																																																															
CaO	0,13	2,54	0,40	1,16	1,86																																																																															
MgO	1,40	5,90	2,25	4,80	2,90																																																																															
Al_2O_3	1,93	3,34	0,50	0,50	1,23																																																																															
P_2O_5	0,05	0,09	0,06	0,10	0,09																																																																															
S	3,10	9,15	4,44	3,03	3,40																																																																															
CO_2	1,00	4,32	0,53	1,85	3,20																																																																															
ПК-1.2	Руководит группой работников при исследовании самостоятельных тем	Перечень тем и заданий для подготовки к зачету: 1. Крупность как разделительный признак. 2. Удельная поверхность. 3. Флотуемость. 4. Раскрываемость руды. 5. Плотность минералов. Методы определения плотности. 6. Определение измельчаемости руд. 7. Абразивность руд. Определение абразивности руд.																																																																																		

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		8. Крепость пород. Определение крепости пород. 9. Укажите предельные интервалы изменения коэффициента крепости пород. 10. В чем заключается сущность метода определения коэффициента крепости? 11. В каких случаях допускается возможность первичного определения прочностных свойств пород грубыми методами (метод уплотнения, метод Протодяконова)? 12. В чем заключается физический смысл коэффициента крепости по Протодяконову? 13. Как перевести коэффициент крепости в предел прочности пород при сжатии? 14. В каких сферах деятельности используются прочностные характеристики горных пород? 15. По какому признаку выделены категории крепости горных пород в шкале М.М. Протодяконова? 16. Определение дробимости руд. 17. Определение индекса Бонда при дроблении. Примеры тестовых вопросов 1. Какая из перечисленных текстур относится к первичной? а) слоистая, б) миндалекаменная, в) такситовая, г) трубчатая. 2. Единица измерения плотности. а) кг/м³, б) %, в) м³/кг, г) г/м³.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства																																																																																																													
		Примерные задачи: 1. Рассчитать гранулометрический состав руды и распределение ценного компонента по классам крупности. Найти γ, β, ϵ в классе $-3 +0,5$ мм. Исходные данные по вариантам <table><tr><th rowspan="2">Размер класса, мм</th><th colspan="2">1</th><th colspan="2">2</th><th colspan="2">3</th><th colspan="2">4</th><th colspan="2">5</th></tr><tr><th>Выход, г</th><th>Массовая доля Fe, %</th><th>Выход, г</th><th>Массовая доля Fe, %</th><th>Выход, г</th><th>Массовая доля Fe, %</th><th>Выход, г</th><th>Массовая доля Fe, %</th><th>Выход, г</th><th>Массовая доля Fe, %</th></tr><tr><td>-3,0+2,2</td><td>11,5</td><td>44,1</td><td>41,0</td><td>1,1</td><td>12,0</td><td>4,5</td><td>12,0</td><td>5,2</td><td>12,0</td><td>14,4</td></tr><tr><td>-2,2+1,6</td><td>19,0</td><td>48,3</td><td>73,5</td><td>1,5</td><td>25,0</td><td>4,1</td><td>30,0</td><td>4,8</td><td>18,0</td><td>17,5</td></tr><tr><td>-1,6+1,0</td><td>38,5</td><td>51,8</td><td>38,5</td><td>1,6</td><td>47,0</td><td>3,8</td><td>47,0</td><td>3,2</td><td>46,0</td><td>18,3</td></tr><tr><td>-1,0+0,5</td><td>23,0</td><td>55,1</td><td>20,0</td><td>2,1</td><td>19,0</td><td>5,3</td><td>19,5</td><td>4,2</td><td>32,0</td><td>21,1</td></tr><tr><td>-0,5+0,1</td><td>45,0</td><td>56,6</td><td>18,0</td><td>1,7</td><td>33,0</td><td>6</td><td>33,0</td><td>5,2</td><td>45,0</td><td>20,5</td></tr><tr><td>-0,1+0,04</td><td>53,0</td><td>62,0</td><td>24,0</td><td>1,8</td><td>36,0</td><td>6,6</td><td>38,0</td><td>6</td><td>32,0</td><td>28,3</td></tr><tr><td>-0,040+0</td><td>30,0</td><td>65,0</td><td>50,0</td><td>2,4</td><td>28,0</td><td>7,2</td><td>30,5</td><td>4,3</td><td>45,0</td><td>35,0</td></tr><tr><td>Итого:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> 2. Определить массовую долю влаги W с точностью до второго десятичного знака, если массы противня с навеской соответственно до и после высушивания составляют X и Y кг, а масса самого противня Z, кг 3. Определить дробимость (Др, %) фракции щебня крупностью 30 мм, если масса остатка на контрольном сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы щебня составила X г, а масса аналитической пробы щебня Y г.	Размер класса, мм	1		2		3		4		5		Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	-3,0+2,2	11,5	44,1	41,0	1,1	12,0	4,5	12,0	5,2	12,0	14,4	-2,2+1,6	19,0	48,3	73,5	1,5	25,0	4,1	30,0	4,8	18,0	17,5	-1,6+1,0	38,5	51,8	38,5	1,6	47,0	3,8	47,0	3,2	46,0	18,3	-1,0+0,5	23,0	55,1	20,0	2,1	19,0	5,3	19,5	4,2	32,0	21,1	-0,5+0,1	45,0	56,6	18,0	1,7	33,0	6	33,0	5,2	45,0	20,5	-0,1+0,04	53,0	62,0	24,0	1,8	36,0	6,6	38,0	6	32,0	28,3	-0,040+0	30,0	65,0	50,0	2,4	28,0	7,2	30,5	4,3	45,0	35,0	Итого:										
Размер класса, мм	1			2		3		4		5																																																																																																					
	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %	Выход, г	Массовая доля Fe, %																																																																																																					
-3,0+2,2	11,5	44,1	41,0	1,1	12,0	4,5	12,0	5,2	12,0	14,4																																																																																																					
-2,2+1,6	19,0	48,3	73,5	1,5	25,0	4,1	30,0	4,8	18,0	17,5																																																																																																					
-1,6+1,0	38,5	51,8	38,5	1,6	47,0	3,8	47,0	3,2	46,0	18,3																																																																																																					
-1,0+0,5	23,0	55,1	20,0	2,1	19,0	5,3	19,5	4,2	32,0	21,1																																																																																																					
-0,5+0,1	45,0	56,6	18,0	1,7	33,0	6	33,0	5,2	45,0	20,5																																																																																																					
-0,1+0,04	53,0	62,0	24,0	1,8	36,0	6,6	38,0	6	32,0	28,3																																																																																																					
-0,040+0	30,0	65,0	50,0	2,4	28,0	7,2	30,5	4,3	45,0	35,0																																																																																																					
Итого:																																																																																																															
ПК-1.3	Составляет и защищает отчеты и регламенты по результатам лабораторных и промышленных испытаний	Перечень тем и заданий для подготовки к зачету: 1. Пробирный анализ. Методика проведения пробирного анализа. 2. Химический титриметрический анализ. 3. Рентгеновский флюоресцентный анализ. 4. Микроскопический минералогический анализ с автоматическим анализом изображений. 5. Рентгенографический количественный фазовый анализ. 6. Рентгеноструктурный анализ.																																																																																																													

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		7. Люминесцентный анализ. Примеры тестовых вопросов 1. Какие из нижеперечисленных методов относятся к неразрушающим методам элементного анализа состава пробы? а) химический, б) спектральный, в) рентгенофлюоресцентный; г) активационный, д) ни один из перечисленных. 2. Какого вида влаги не существует? а) конституционная, б) гигроскопическая, в) капиллярная вода, г) все перечисленные виды существуют. 3. Упругие свойства это... а) свойства, определяющие величины разрушающих нагрузок в породах, б) свойства, проявляющиеся при нагрузках, превышающих предел упругости породы, после снятия, которых порода уже не полностью восстанавливает исходную форму и размеры, в) способность породы восстанавливать первоначальную форму и объем после прекращения действия внешних усилий, г) свойства, позволяющие оценивать изменения деформаций, напряжений во времени при длительных воздействиях нагрузок. 4. По какой формуле определяется коэффициент крепости? а) $f = A/V_m$, б) $f = V_m / A$, в) $f = 5Hmn$, г) $A/5Hmn$, д) ни одна из формул не верна.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства																																																																																																	
		Примерные задачи: 1. Рассчитать результаты магнитного анализа минерального сырья с распределением ценного компонента по классам крупности. Рассчитать γ, $\alpha_{\text{ф}}$, ϵ для фракции 115 ÷ 70 кА/м в классе -3+0 мм. Исходные данные по вариантам <table><tr><th>Размер класса, мм</th><th>Напряженность, кА/м</th><th>$\gamma_{\text{кл}}$ %</th><th>$\gamma_{\text{фк}}$ %</th><th>$\alpha_{\text{ф}}$ %</th><th>$\gamma_{\text{кл}}$ %</th><th>$\gamma_{\text{фк}}$ %</th><th>$\alpha_{\text{ф}}$ %</th><th>$\gamma_{\text{кл}}$ %</th><th>$\gamma_{\text{фк}}$ %</th><th>$\alpha_{\text{ф}}$ %</th></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="3">Вариант 1</td><td colspan="3">Вариант 2</td><td colspan="3">Вариант 3</td></tr><tr><td rowspan="4">-3+1</td><td>>115</td><td rowspan="4">37</td><td>20</td><td>13</td><td rowspan="4">25</td><td>15</td><td>15</td><td rowspan="4">20</td><td>13</td><td>17</td></tr><tr><td>115÷70</td><td>35</td><td>25</td><td>40</td><td>33</td><td>17</td><td>40</td></tr><tr><td><70</td><td>45</td><td>63</td><td>45</td><td>61</td><td>70</td><td>62</td></tr><tr><td>Итого</td><td>100</td><td></td><td>100</td><td></td><td>100</td><td></td></tr><tr><td rowspan="4">-1+0</td><td>>115</td><td rowspan="4">63</td><td>25</td><td>15</td><td rowspan="4">75</td><td>20</td><td>12</td><td rowspan="4">80</td><td>18</td><td>15</td></tr><tr><td>115÷70</td><td>30</td><td>36</td><td>30</td><td>32</td><td>22</td><td>38</td></tr><tr><td><70</td><td>45</td><td>64</td><td>50</td><td>65</td><td>60</td><td>64</td></tr><tr><td>Итого</td><td>100</td><td></td><td>100</td><td></td><td>100</td><td></td></tr><tr><td>-3+0</td><td></td><td>100</td><td></td><td></td><td>100</td><td></td><td></td><td>100</td><td></td><td></td></tr></table> 2. Определить степень сыпучести минерального сырья, если масса пробы составляет $m = 6$ кг, а продолжительность высыпания $t = 24$ с.	Размер класса, мм	Напряженность, кА/м	$\gamma_{\text{кл}}$ %	$\gamma_{\text{фк}}$ %	$\alpha_{\text{ф}}$ %	$\gamma_{\text{кл}}$ %	$\gamma_{\text{фк}}$ %	$\alpha_{\text{ф}}$ %	$\gamma_{\text{кл}}$ %	$\gamma_{\text{фк}}$ %	$\alpha_{\text{ф}}$ %			Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3			-3+1	>115	37	20	13	25	15	15	20	13	17	115÷70	35	25	40	33	17	40	<70	45	63	45	61	70	62	Итого	100		100		100		-1+0	>115	63	25	15	75	20	12	80	18	15	115÷70	30	36	30	32	22	38	<70	45	64	50	65	60	64	Итого	100		100		100		-3+0		100			100			100		
Размер класса, мм	Напряженность, кА/м	$\gamma_{\text{кл}}$ %	$\gamma_{\text{фк}}$ %	$\alpha_{\text{ф}}$ %	$\gamma_{\text{кл}}$ %	$\gamma_{\text{фк}}$ %	$\alpha_{\text{ф}}$ %	$\gamma_{\text{кл}}$ %	$\gamma_{\text{фк}}$ %	$\alpha_{\text{ф}}$ %																																																																																									
		Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3																																																																																											
-3+1	>115	37	20	13	25	15	15	20	13	17																																																																																									
	115÷70		35	25		40	33		17	40																																																																																									
	<70		45	63		45	61		70	62																																																																																									
	Итого		100			100			100																																																																																										
-1+0	>115	63	25	15	75	20	12	80	18	15																																																																																									
	115÷70		30	36		30	32		22	38																																																																																									
	<70		45	64		50	65		60	64																																																																																									
	Итого		100			100			100																																																																																										
-3+0		100			100			100																																																																																											

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физические методы изучения полезных ископаемых» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку «**зачтено**» обучающийся демонстрирует уровень сформированности компетенций от высокого до порогового, демонстрирует знание учебного материала, навыки выполнения практических заданий.

– на оценку «**не зачтено**»– обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки выполнения простых заданий.